



# SERVICIO GEOGRÁFICO MILITAR

LA CARTOGRAFÍA OFICIAL DEL URUGUAY

## BOLETÍN N°8



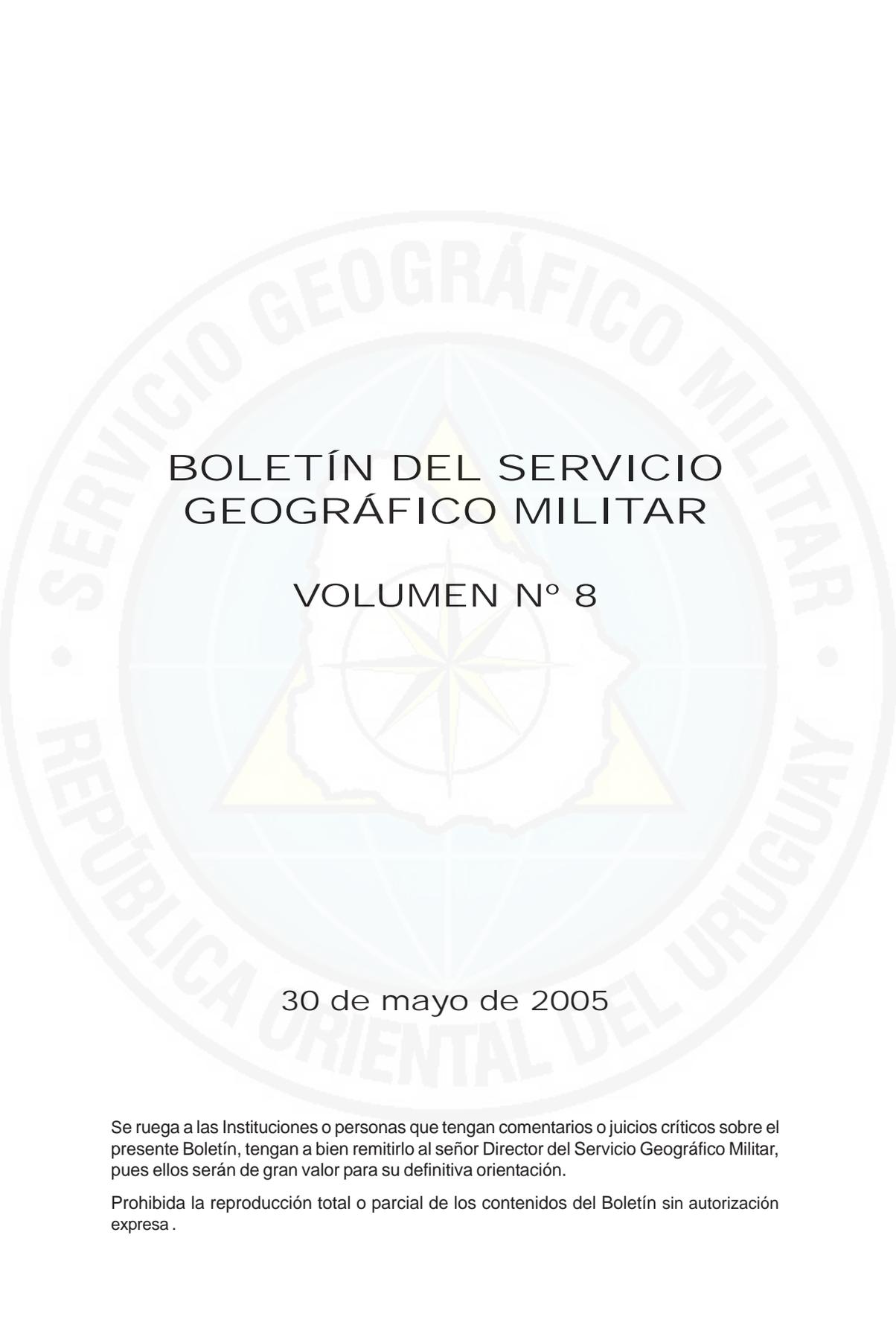
**2005**

Av. 8 de Octubre 3255

Tel. 487 1810 - Fax: 487 0868

[www.sgm.gub.uy](http://www.sgm.gub.uy) - [sgm@ejercito.mil.uy](mailto:sgm@ejercito.mil.uy)

Montevideo, Uruguay



# BOLETÍN DEL SERVICIO GEOGRÁFICO MILITAR

VOLUMEN N° 8

30 de mayo de 2005

Se ruega a las Instituciones o personas que tengan comentarios o juicios críticos sobre el presente Boletín, tengan a bien remitirlo al señor Director del Servicio Geográfico Militar, pues ellos serán de gran valor para su definitiva orientación.

Prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos del Boletín sin autorización expresa .

**VOLÚMENES DE LOS BOLETINES PUBLICADOS  
POR EL SERVICIO GEOGRÁFICO MILITAR**

	<b>AÑO</b>
Nº 1 .....	1914 (Consta 1924)
Nº 2 .....	1918
Nº 3 .....	1944
Nº 4 .....	1945
Boletín del Cincuentenario ....	1963
Nº 6 .....	1979
Nº 7 .....	1984

## ÍNDICE

PRÓLOGO .....	4
PERSONAL SUPERIOR MILITAR EN EL AÑO 2005 .....	5
ACTIVIDADES EN LOS ÚLTIMOS AÑOS .....	7
ORGANIZACIÓN DEL SERVICIO .....	16
PRIMER OFICIAL FEMENINA DESTINADA A PRESTAR SERVICIOS EN EL SERVICIO GEOGRÁFICO MILITAR .....	18
GENERAL JOSÉ MARÍA REYES.....	20
ANÁLISIS DEL AJUSTE 1998 DE LA RED GEODÉSICA URUGUAYA .....	23
ENSAYOS REALIZADOS SOBRE UN SISTEMA DE CONTROL DE PIRATERÍA DE MAPAS VECTORIALES .....	38
LA ISLA BRASILEIRA, LAS AGUAS JURISDICCIONALES DEL RÍO URU- GUAY Y ¿DÓNDE ESTA EL TRIFINIO?1 .....	47
ARROYO DE LA INVERNADA – LÍMITE CONTESTADO .....	61
EL SISTEMA GLOBAL DE POSICIONAMIENTO(GPS)PARA LA NAVEGACIÓN .....	64
RED NACIONAL PERMANENTE Y ACTIVA DE REFERENCIA GEODÉSICA .....	71
MODELO DIGITAL DE ELEVACIÓN .....	75
ACTUALIZACIÓN CARTOGRÁFICA .....	81
CUESTIÓN DE LAS ZONAS UTM PARA LA REPRESENTACIÓN DE LA REPÚBLICA ORIENTAL DEL URUGUAY .....	85
VECTORIZACIÓN .....	103
CARTOGRAFÍA A ESCALA 1:250.000 .....	111
SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA .....	117
EL INGENIERO MILITAR GEÓGRAFO, SU CAPACITACIÓN, SU REALIDAD, SU FUTURO .....	121
INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES .....	130
CAMPAÑA 2005 DEL SERVICIO GEOGRÁFICO MILITAR EN LA ANTÁRTIDA .....	142
RELEVAMIENTO AEROFOTOGRAMÉTRICO DE LOS CENTROS POBLADOS DEL URUGUAY CON FOTOGRAFÍAS A ESCALA 1:10.000 .....	147
PRODUCTOS Y SERVICIOS CARTOGRÁFICOS COMERCIALIZABLES .....	152

## PRÓLOGO

Con la finalidad de continuar las publicaciones del Boletín del Servicio Geográfico Militar, cuyo objetivo es poner en conocimiento las actividades desarrolladas desde la presentación del volumen anterior, es que se publica el presente.

El tiempo transcurrido ha sido para nosotros un tiempo de cambio, cambio no sólo en aspectos administrativos sino también el desafiante desarrollo técnico acompañando el vertiginoso adelanto tecnológico que se impone en estos tiempos.

Es por esto que nuestra intención es que la información descrita en este Boletín no sirva sólo como una reseña histórica de nuestro Instituto sino también demuestre el gran desafío que se nos presenta en este mundo tecnológico en que vivimos.

Durante los últimos años el cambio ha tenido diferentes denominaciones tales como: reconversión, reingeniería, gestión de calidad, cambio cultural, etc. Todos estos términos buscan los cambios fundamentales a los efectos de dirigir y orientar la nueva era de la tecnología.

Una lección bien aprendida es que los cambios se desarrollan por etapas y que se necesita un tiempo acorde al cambio ya que ir más rápido no significa resultados satisfactorios, cometer grandes errores en cualquiera de las etapas puede significar un efecto no deseado.

Los avances alcanzados hasta el momento por el Servicio se han logrado gracias a la invaluable y desinteresada colaboración de todos sus integrantes en la búsqueda de las metas trazadas.

Aspiramos a que la presente publicación alcance los objetivos deseados; la misma ha sido posible gracias al desprendimiento personal, invaluable aporte técnico y experiencia vertida en ella por los autores y el personal que ha participado en su elaboración.

**La Dirección**

## PERSONAL SUPERIOR MILITAR EN EL AÑO 2005

### DIRECCIÓN

Coronel	Nelson A. Santos	Director Ingeniero Geógrafo Militar
Coronel	José M. Lazo	Sub Director Ingeniero Militar en Informática Analista Programador (UDELAR ) Ayudante Operador
Tte. Cnel.	Juan A. da Luz	Jefe de Secretaría General
Tte. 2o.	Anastasia Hornes	Oficial Adscripto
Alf.(Apy.I-A)	Rodolfo Méndez Baillo	Ingeniero Agrimensor

### DIVISIÓN GEODESIA Y TOPOGRAFÍA

Tte. Cnel.	Héctor C. Rovera	Jefe de División Ayudante Geógrafo
Mayor	Valmir Freitas	Ayudante Operador

### DIVISIÓN FOTOGRAMETRÍA

Tte. Cnel.	César Rodríguez Tomeo	Jefe de División Ingeniero Geógrafo Militar
------------	-----------------------	--

### **DIVISIÓN CARTOGRAFÍA**

Capitán	Esteban Gámbaro	Jefe de División
		Ayudante Operador

### **DIVISIÓN SISTEMAS**

Capitán	Juan Croquis	Jefe de División
		Ayudante Operador

### **DIVISIÓN COMERCIAL**

Tte. Cnel.	Gustavo Lacuesta	Jefe de División
		Ayudante Operador

### **DIVISIÓN ADMINISTRACIÓN Y LOGÍSTICA**

Tte. Cnel.	Néstor Pérez	Jefe de División- Habilitado
------------	--------------	------------------------------

Tte. 2o.(Apy.)	Pedro Obleda	Oficial de Administración
----------------	--------------	---------------------------

Alf.(M)	Ana Ma. García García	Médica
---------	-----------------------	--------

Eq.Alf.(O)	Elena Ma.Gallinal	Odontóloga
------------	-------------------	------------

## ACTIVIDADES EN LOS ÚLTIMOS AÑOS

*Autor: Tte.Cnel. Gustavo A. Lacuesta*

Describir y enumerar las tareas que ha realizado la institución desde la última publicación del boletín del Servicio Geográfico Militar es algo extenso, asimismo pretendemos plasmar aquellas que por su relevancia para la institución y para los usuarios de la información merecen ser incluidas.

**1986** - Se destaca un hecho histórico para el S.G.M. y es la llegada por primera vez a la "Base Científica Antártica Artigas" de un equipo de trabajo para apoyar su tarea científica.

La tarea consistió en realizar el levantamiento topográfico del área de asentamiento de la Base en la Isla Rey Jorge.

En dicha oportunidad y ante la ausencia de apoyo geodésico, fue necesario hacer astronomía expeditiva para obtener datos de partida y posteriormente ejecutar un levantamiento directo clásico.

Asimismo se realizaron tareas de densificación de la red gravimétrica trasladando valores desde Punta Arenas, Chile y observaciones en la Península Fildes.

**1987** - Este año también fue marcado por hechos trascendentes. Uno de ellos fue la decisión de realizar la cartografía topográfica a escala 1:25.000 de la zona que comprende los Departamentos de Montevideo y Canelones. Esto obedeció a los fuertes cambios demográficos, migratorios y de infraestructura ocurridos en el área, haciéndose necesaria una actualización en corto plazo. Se decidió entonces hacer un vuelo fotogramétrico nuevo y los procesos cartográficos respectivos, surgiendo un plan cartográfico compuesto por 45 hojas las cuales se terminaron de editar en 1989.

Se lleva a cabo la contratación del S.G.M. por parte de la empresa Volt Autologic Directories S.A. Ltda. para la realización de la primera serie de

mapas temáticos de Montevideo (44) con localización de calles para su producto comercialmente conocido como la Guía de Páginas Amarillas que tanto éxito ha alcanzado.

En el campo de la geofísica se alcanza un logro muy esperado como fue la finalización de la densificación de la red gravimétrica, para luego de procesar las observaciones poder determinar el modelo geoidal.

Por esos tiempos es también destacable los comienzos de un trabajo impulsado por el Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca en el cual nuestra institución tuvo una comprometida participación aportando su infraestructura y sus técnicos. Este proyecto consistía en relevar el estado cuantitativo y cualitativo del recurso forestal de la época, efectuándose el ciclo completo desde la obtención de las imágenes satelitales (Landsat), análisis e interpretación y comprobación de campo. Finalmente estas tareas permitieron la publicación de la Carta Forestal del país a escala 1:100.000.

Debemos decir que el actual desarrollo alcanzado por la forestación en el país se debe en parte a los resultados de este proyecto.

**1989** - A través de la obtención de un financiamiento del Instituto Panamericano de Geografía e Historia y del Observatorio Real de Bélgica la geofísica del S.G.M. se vio fortalecida con la instalación de una estación de "Mareas Terrestres", la misma permitió obtener datos acerca de las variaciones de la atracción luni-solar sobre la corteza terrestre.

Para su instalación se eligió un lugar que debía reunir ciertas características desde el punto de vista geológico y geográfico.

La ciudad de Tacuarembó fue el sitio elegido, donde finalmente se instaló un gravímetro LRG 906 que tomó registros continuos durante 6 meses. Se debe agregar a todo esto el establecimiento de 3 estaciones de registro de gravedad absoluta.

En este mismo año pero en el área cartográfica, se llevó a cabo a solicitud de la Fuerza Aérea Uruguaya la actualización de la Carta Aeronáutica (OACI) a escala 1:1.000.000 con nueva información temática para la operación de aeronaves confeccionándose las películas finales para su posterior impresión.

Otra tarea realizada es la preparación de un mapa a escala 1:20.000 con nomenclátor de calles adjunto para la empresa pionera en emergencias medico-móviles como lo es Perses S.A (Unidad Coronaria Móvil), los administradores de la misma y ante la creciente demanda de servicios creyó imprescindible una base cartográfica adecuada donde localizar datos necesarios para racionalizar recursos y mejorar su gestión. Aclaremos que posteriormente seguimos vinculados a la misma brindándole información en formato digital.

No queremos olvidar que para apoyar las tareas del S.G.M. ya se observaba la necesidad de un área que se ocupara de la informática a nivel de toda la

organización, es así que se decide eliminar el antiguo Centro de Cómputos y crear otra unidad interna con perfil de división técnica con el nombre de "Centro de Procesamiento de Datos".

**1991** - A pedido del Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca se realizó un trabajo que abarcó toda la zona comprendida a lo largo del embalse de la represa de Salto Grande en los departamentos de Salto y Artigas.

Consistió en la determinación, medición y trazado de una curva de nivel que establecería lo que se denominaba "Servidumbre Demostrativa de Ocupación Temporal de Aguas" a través de todos los padrones comprendidos y registrados en el Catastro Nacional.

Las tareas de campo fueron particularmente dificultosas a raíz de las características de los terrenos, muchas veces sujetos a inundación o por los cultivos desarrollados en la zona, debemos recordar que aún se utilizaba métodos tradicionales para la extensión del control topográfico y medición con instrumentos ópticos.

**1992** - El Consejo Directivo Central a través de la Administración Nacional de Enseñanza Primaria, expresa la necesidad de adquirir mapas de la República a escala 1:500.000 con división política y de características hipsográficas para distribuir en sus centros de enseñanza con fines didácticos. El S.G.M. atiende su pedido y le provee 2500 ejemplares.

El Automóvil Club del Uruguay como parte de su campaña publicitaria institucional y de difusión con fines turísticos, solicita el diseño de un mapa de rutas nacionales que además contara con la planta urbana de la ciudad de Montevideo al dorso. Se aprueba el diseño propuesto por los técnicos del S.G.M. y se realiza la impresión de los mismos siendo distribuidos en todo el país y en el extranjero.

Un hito importante dentro de los nuevos impulsos tecnológicos es que ese año comenzó en el Uruguay a utilizarse por primera vez el posicionamiento satelital en apoyo a trabajos fotogramétricos y para cartografía básica. Por entonces eran utilizados los equipos Magellan 5000 Pro.

No menos importante fue una actividad institucional muy relevante, como la realización por primera vez en nuestro país de la IX Reunión de la Asamblea de Directores de Institutos Geográficos de Sudamérica, España y Portugal (DIGSA).

En la misma además de lograr vínculos que permitieron el fortalecimiento institucional, se presentaron las primeras pruebas a color del Mapa Físico de América del Sur, cuya compilación, diseño y producción que había sido encomendado al S.G.M.. Posteriormente los países enviarían sus respectivas correcciones, salvedades y aclaraciones para su publicación definitiva.

Se llevó a cabo un acuerdo con la Universidad de Hannover (República Federal de Alemania) para realizar una evaluación de la red gravimétrica. El S.G.M. ya contaba con los elementos necesarios para ser evaluado, tenía observaciones de gravedad relativa, absoluta y enlaces internacionales. Se realiza entonces un ajuste en un solo bloque de toda la red, determinando su índice de calidad. Los resultados que fueron posteriormente publicados son altamente satisfactorios, permitiendo la edición de cartas de anomalías y modelos de altura geoidal.

**1993** - Se ejecutan los necesarios enlaces gravimétricos con puntos ubicados en la República Argentina y con la República Federativa de Brasil. En el primer caso se establecieron vínculos entre: Bella Unión - Monte Caseros, Salto - Monte Caseros, Paysandú - Paraná, Buenos Aires - Mercedes, con el apoyo de personal y equipos de la Universidad de Tucumán. En el caso de Brasil se contó con el apoyo del Observatorio de Río de Janeiro y los puntos conectados fueron Bella Unión, Rivera, Aceguá y Chuy.

Continuando con el área geodésica en este año se concretó la firma de un convenio con el Instituto de Agrimensura de la Facultad de Ingeniería, perteneciente a la Universidad de la República. El mismo fue llevado a cabo como un proyecto de investigación, se denominó "Precisión y aplicaciones de un equipo de geodesia satelital Magellan 5000 Pro", con el objetivo de evaluar la precisión de estos equipos en la determinación de coordenadas para puntos geodésicos, de apoyo fotogramétrico, topográficos, revisión de los procedimientos y la adopción de parámetros de transformación acorde a los sistemas de referencia utilizados en nuestro país. El financiamiento fue compartido por ambas instituciones.

En el área cartográfica se concreta un pedido de la Dirección Nacional de Vialidad perteneciente al Ministerio de Transporte y Obras Públicas, un mapa de la red vial del país a escala 1:1.000.000 con información actualizada del Estado y categoría de las rutas bajo su administración.

**1994** - Es tal vez el año de los más grandes cambios alcanzados a nivel de infraestructura en equipamiento como los primeros equipos satelitales de posicionamiento Ashtech Z-XII de doble frecuencia para geodesia de alta precisión, instrumentos de restitución analítica ZEISS P 33 con mesa automática con los cuales comenzó la restitución digital, el primer Scanner (formato A-0), Plotter (formato A-1), estaciones de trabajo para cartografía digital, software de operación y un equipo de impresión offset a dos colores configurando la imprenta que el S.G.M. tiene instalada en su sede con el fin de poder imprimir sus publicaciones cartográficas hasta las posibilidades de su formato.

Un jalón inédito por sus características e importancia fue la participación en un proyecto donde se trabajó conjuntamente con el Departamento de Fotogrametría de la Intendencia Municipal de Montevideo. El objetivo del proyecto era confeccionar láminas especiales con información del edificio

“Palacio Legislativo” que eran exigidas por los técnicos de la UNESCO para poder determinar si su valor constructivo y arquitectónico alcanzaba para poder declararlo como Patrimonio de la Humanidad.

El trabajo implicó la ejecución de un levantamiento fotogramétrico terrestre, producción del grabado plástico, textos y reproducción fotográfica de las láminas que integraron las carpetas descriptivas enviadas.

El hecho tal vez más notorio y que mereció la presencia del entonces señor Presidente de la República Dr. Don Luis Alberto Lacalle de Herrera y de otras autoridades nacionales, fue la culminación en ese año del Plan Cartográfico Nacional a escala 1:50.000, publicándose el total de las 300 cartas que contempla el citado plan.

**1995** - El otro proyecto de participación conjunta con el Instituto de Agrimensura de la Facultad de Ingeniería pero ya de carácter internacional fue el denominado “SIRGAS” (Sistema de referencia geocéntrico para América del Sur) con el objetivo de establecer y mantener una red de puntos de referencia y establecer un datum geocéntrico asociado a la misma.

En el marco de las actividades de este proyecto internacional se realizaron observaciones simultáneas durante 10 días en 57 estaciones en todo el continente sudamericano.

En nuestro país se instalaron 3 de las estaciones geodésicas fundamentales de observación simultánea con receptores Ashtech Z-XII, al mismo tiempo se agregaron 5 estaciones adicionales que tomaron observaciones durante 3 días.

También fueron creados bancos de datos con observaciones SIRGAS continentales donde están archivados los datos colectados por nuestras estaciones pudiendo ser consultados a través de Internet.

A partir de la adquisición de los equipos satelitales para determinaciones geodésicas de alta precisión, se empieza a participar en ese año en un proyecto del Comité Científico de Investigaciones Antárticas (SCAR).

El mismo se denominó “Infraestructura Geodésica en la Antártida”(GIANT) e implicaba participar con nuestros equipos y personal en las campañas llamadas SCAR EPOCH 95-96.

El objetivo era poder determinar las direcciones y velocidades relativas de separación de la placa antártica así como también la determinación del movimiento vertical de la litosfera (por efecto de carga que produce el hielo y el océano) en ese lugar.

Previo se debió hacer el respectivo enlace y vinculación entre la estación Montevideo (Fortaleza del Cerro) y la Base Antártica en la Isla Rey Jorge.

**1996** - Se concreta finalmente la publicación del primer Mapa Físico de América del Sur de carácter oficial que fuera producido por el S.G.M. a

pedido de DIGSA (Asamblea de Directores de Institutos Geográficos de Sudamérica, España y Portugal).

Luego de realizar las gestiones ante la Comisión de Derechos de Autor de la Biblioteca Nacional, se obtuvieron los títulos que otorgan los derechos exclusivos sobre la "Propiedad Intelectual" de la cartografía producida y presentada ante dicho organismo por el S.G.M..

Esto permite realizar los reclamos que se consideren pertinentes ante quien corresponda cuando se constate el uso indebido o la falta de consentimiento institucional para la utilización de nuestro patrimonio cartográfico.

Otra actividad importante, por la significación que hoy tiene el desarrollo de la industria vitivinícola en el país, fueron los trabajos realizados para el Instituto Nacional de Vitivinicultura (I.NA.VI.).

Se realizaron relevamientos aerofotogramétricos de predios y luego se diseñó una carta a escala 1:1.000.000 en formato digital con la finalidad de inventario, tipos de cepa, cosecha y planificación de futuros cultivos.

La necesidad de las empresas nacionales por alcanzar mejores posibilidades competitivas en el mercado interno y regional hizo que la Cooperativa Nacional de Productores de Leche (CO.NA.PRO.LE.) llegara a nuestra institución solicitando cartografía digital actualizada a escala 1:100.000, la misma permitiría optimizar su funcionamiento general y bajar los costos del servicio de recolección de leche en los establecimientos de los cooperativistas y posterior traslado a las plantas procesadoras regionales.

**1998** - El Instituto Histórico y Geográfico del Uruguay plantea la posibilidad de imprimir su revista en el S.G.M..

Se procede entonces a una ardua tarea que consistió en la transcripción de los artículos a formato digital, diseño y armado de los pliegos, generación de películas para impresión, copiado de planchas, impresión y encuadernación de los ejemplares.

El trabajo realizado mereció la conformidad y felicitación del entonces presidente de la prestigiosa institución académica Profesor Edmundo Narancio.

El aspecto geodésico está presente este año con la aceptación e integración de nuestra red de Primer Orden al ámbito internacional, pasándose a adoptar como sistema de referencia geodésico geocéntrico el "SIRGAS ROU98".

Asimismo y ante la necesidad del ente responsable del agua potable "Obras Sanitarias del Estado (O.S.E.) de contar con una herramienta de planificación para la implementación del Plan Nacional de Saneamiento y Distribución de Agua, surge la necesidad de disponer de una Cartografía Urbana de calidad y actualizada del interior del país. Se propone entonces la implementación dentro del S.G.M. de un Plan Nacional de Cartografía Urbana en formato digital para apoyar las necesidades de OSE.

Se llevan a cabo todas las tareas del proceso, desde el trabajo de campo en apoyo a la restitución fotogramétrica, actualización y edición final de los archivos generados.

**1999** – La fotogrametría culminó una tarea de gran esfuerzo intelectual y de trabajo en equipo de sus recursos humanos, que consistió en adaptar el programa tradicional de ajuste y que permite la densificación del apoyo para poder ejecutar la orientación de todos los modelos por aerotriangulación denominado SIMBA a los instrumentos analíticos ZEISS P 33, ello permitió trabajar utilizando modelos fotogramétricos en forma independiente en cada instrumento.

Otro mojón del camino fue la gestión realizada y la obtención de un Dominio en Internet (sgm.gub.uy), esto permitió instalar nuestra página web y en consecuencia acceder a todo el mercado mundial de la información.

**2000** – En este año se registró un hito relevante en la institución que marca el comienzo de una nueva forma de concebir la fotogrametría, la adquisición de la primera Estación Fotogramétrica totalmente Digital marca LEICA y de los softwares necesarios para la orientación y captura de datos.

Es una estación de trabajo que se presenta libre de movimientos mecánicos y ausencia de la óptica que era tradicional en los instrumentos fotogramétricos.

El área geodésica sigue trabajando y se realizó la segunda campaña del proyecto SIRGAS pero ahora con el fin de obtener datos para determinar un datum vertical común a nivel continental. Se hicieron observaciones en dos estaciones mareográficas y se adicionaron tres estaciones a las ya establecidas.

Como corolario y a nivel geofísico se pudo determinar el primer geoide local para nuestro país (Urugeoide 2000).

**2002** – Para entonces el S.G.M. tenía equipos informáticos diseminados por todas sus instalaciones y la mayoría estaban conectados entre sí, paradójicamente lo benéfico de las conexiones a Internet se mezclaban con las debilidades ante el ataque de virus de difícil detección.

Se adquiere equipamiento adecuado y se instalan dos redes independientes, una estrictamente técnica y la otra netamente administrativa, brindándole de esa forma una mayor protección a la valiosa información técnica.

**2003** – Luego de una reestructura y capacitación de los recursos humanos e instalación de hardware y software en la División Cartografía, se prosiguió con las tareas de transformar la cartografía existente a escala 1:50.000 que se hallaba en formato papel (300 cartas), en cartografía digital vectorial con el fin de que la información transformada en vectores (líneas, puntos y polígonos) pueda ser empleada simultáneamente para finalidades de impresión o como datos vinculables a la Base de Datos Geográfica.

El área de investigación y desarrollo diseñó un nuevo procedimiento técnico de vectorización que tiende a la estandarización de los procesos y que ha sido objeto de sucesivos y lógicos ajustes. Actualmente se llevan vectorizadas 100 cartas alcanzando un 33 % del total.

Cabe agregar que a partir de la generación de los vectores a escala 1:50.000 y mediante procesos de generalización se podrá llegar a completar la cartografía a escala 1:250.000, actualmente hay 9 cartas publicadas faltando 8 para alcanzar la cobertura territorial.

Este mismo año el S.G.M. firmó un importante convenio de “Cooperación y Asistencia Tecnológica” con el Instituto Geográfico Militar de la República de Chile. El mismo tiene por objetivo aunar intereses comunes para la participación y desarrollo de proyectos de investigación científico-tecnológica así como también implementar planes de capacitación y transferencia tecnológica.

**2004** – Otro hito particularmente importante fue la aprobación por parte de la Comisión Mixta Uruguayo - Argentina Demarcadora de Límites en el Río Uruguay de las últimas hojas de la Carta Oficial del Río Uruguay con su traza de límites a escala 1:20.000.

La mencionada Comisión firmó de conformidad los ejemplares de las mismas, avalando el trabajo realizado por el S.G.M.. Éste fue el último realizado mediante procedimientos tradicionales de dibujo cartográfico utilizando la técnica de grabado sobre plástico. Queda para tareas futuras de la Comisión la transformación de estas hojas a formato vectorial y a un sistema de referencia de uso estándar.

Se debe destacar otro hecho inédito en nuestro Servicio, que permite revitalizar el necesario vínculo interinstitucional, el acuerdo realizado con el Instituto de Urbanística de la Facultad de Arquitectura perteneciente a la Universidad de la República, mediante el cual estudiantes universitarios con formación afín al diseño gráfico realizaron pasantías de carácter honorario en nuestras instalaciones, pudiendo en corto tiempo capacitarse en las técnicas elementales de vectorización. Esta actividad permite que al momento de generarse vacantes para ingreso se pueda seleccionar gente que ya ha sido parcialmente capacitada, disminuyendo notoriamente los tiempos de adaptación e instrucción posteriores al ingreso, llegando más rápidamente a entrar en la línea productiva.

Asimismo la División Sistemas fue objeto de una reubicación, reestructura y ampliación del equipamiento, en virtud de la creciente necesidad operativa y de apoyo en lo referente a tecnología en informática, hacia los proyectos (en vigencia y futuros) y a la gestión general del S.G.M.. Como otra forma de mejorar el apoyo al usuario por parte de esta división se implementaron medidas para mejorar la capacidad de consulta y transferencia de datos a través de Internet.

El año 2004 cerró con la firma de un convenio firmado el día 30 de Diciembre de 2004 entre el Ministerio de Defensa Nacional (Representado por el S.G.M.) y la Oficina de Planeamiento y Presupuesto (Representada por la Unidad de Desarrollo Municipal). Dicho convenio tiene el objetivo de diseñar, implementar y operar un Sistema de Información Geográfica (S.I.G.) para apoyar la mejora de la gestión municipal y la toma de decisiones.

Esto conforma los primeros pasos de la creación de una necesaria Infraestructura de Datos Espaciales (I.D.E).

Este proyecto y la futura Infraestructura representa un nuevo desafío poniendo a prueba nuevamente la capacidad del S.G.M. y es considerado como una gran oportunidad de crecimiento institucional como así ha sido a lo largo de su historia

Es destacable el esfuerzo realizado en lo referente a las acciones implementadas para alcanzar un mayor fortalecimiento institucional y particularmente de sus recursos humanos, a modo de ejemplo debemos expresar la participación de Oficiales Superiores, Jefes, Oficiales Subalternos y Personal Subalterno en cursos de capacitación tanto a nivel nacional como en el extranjero, integrando comisiones en proyectos internacionales de carácter estratégico, apoyando a la enseñanza militar oficiando como instructores en los institutos dependientes o como disertantes invitados en jornadas académicas, etc..

Asimismo se están realizando gestiones ante los organismos certificadores de calidad para procurar mediante una mejora continua alcanzar las certificaciones correspondientes

También se han llevado a cabo dentro de nuestra organización la formación de Grupos de Trabajo integrados por personal de todas las divisiones para pretender dar soluciones a temas específicos, ello ha permitido un relacionamiento a nivel horizontal, permitiendo un intercambio de información menos rígida.

Otra medida que apunta a fortalecer mediante la presencia sistemática es la adopción de un slogan que es utilizado en toda documentación de trámite interno y externo, correo electrónico, oficios, comunicaciones, etc. es una frase que para todos nos suena como implícito porque esta asociada a nuestro sentido de pertenencia institucional: "La Cartografía Oficial del Uruguay".

## ORGANIZACIÓN DEL SERVICIO

Visualizando una estrategia que permita acompañar la organización del Servicio a la dinámica evolutiva de los nuevos tiempos, donde los cambios – particularmente en su área de actividad- son permanentes y donde el éxito de la gestión tiene una correspondencia directa, tanto con el adecuado uso de la tecnología disponible aplicada a la producción, como con una organización que permita desarrollar los correspondientes procesos técnicos eficaz y eficientemente, se ha elaborado y elevado al Superior para su aprobación el nuevo ROF (Reglamento de Organización y Funcionamiento ) del Servicio.

En el mismo, en el segundo nivel de Dirección, se ha eliminado el cargo de Inspector Técnico, quedando el cargo de Sub Director.

De la Dirección tienen una dependencia directa la Secretaría General y la Representación ante las Comisiones Nacionales e Internacionales, excluyendo a Secretaría de la responsabilidad sobre Información y Ventas.

El volumen e importancia de las actividades de esta Sección –boca de salida de toda la Producción del Servicio– han obligado a su repotenciación mediante la introducción y adecuada explotación de medios Informáticos, integrándola como una División más, bajo la denominación de División Comercial, en procura de optimizar tanto la atención al usuario, como la gestión de stocks, publicaciones y marketing.

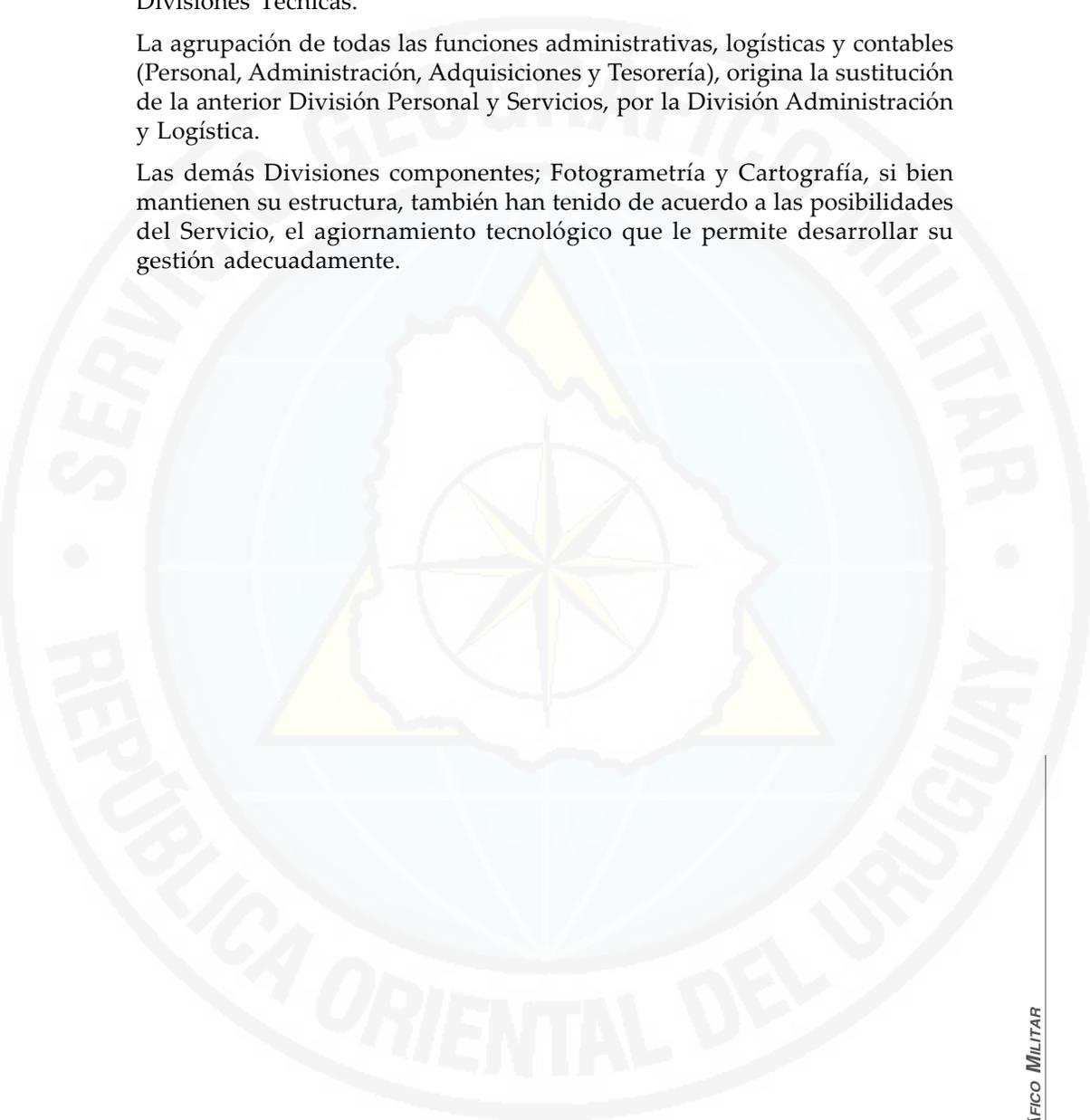
En cuanto al nivel de producción, dependiente directamente de la Sub Dirección, la aparición y generalización del uso del GPS, lo que implica una simplificación en lo que refiere al trabajo de campo, ha hecho que las Divisiones de Geodesia y Topografía se fusionaran con un único comando, bajo la denominación de División Geodesia y Topografía, racionalizando así el empleo de personal y medios materiales.

La evolución hacia un sistema informatizado en todas las áreas de actividad del Servicio, ha determinado la necesidad de jerarquizar al Centro de Procesamiento de Datos creando la División Sistemas, encargada de dar el

soporte informático a toda la red, así como el desarrollo, aplicación y mantenimiento del Sistema de Información Geográfica para todas las Divisiones Técnicas.

La agrupación de todas las funciones administrativas, logísticas y contables (Personal, Administración, Adquisiciones y Tesorería), origina la sustitución de la anterior División Personal y Servicios, por la División Administración y Logística.

Las demás Divisiones componentes; Fotogrametría y Cartografía, si bien mantienen su estructura, también han tenido de acuerdo a las posibilidades del Servicio, el agiornamiento tecnológico que le permite desarrollar su gestión adecuadamente.



## PRIMER OFICIAL FEMENINA DESTINADA A PRESTAR SERVICIOS EN EL SERVICIO GEOGRÁFICO MILITAR

*Autores: Tte.Cnel. Juan da Luz  
Tte. 2º Anastasia Hornes*

Celebramos este año la llegada de la primer Oficial femenina al Servicio.

Nuestro Ejército tiene su origen en la lucha de nuestro pueblo por ganar el derecho a la libertad y a la igualdad ante las demás naciones del mundo. Nos debe resultar natural, pues, que la mujer logre luego de mucho tiempo de esfuerzo, coraje y pasión, la equidad que le permita tener las mismas oportunidades que los hombres.

Si bien hace ya bastante tiempo que las mujeres sirven codo a codo con los hombres en nuestros Cuarteles, Institutos, Servicios y aún en tierras lejanas cumpliendo misiones de paz, la incorporación de las mismas a los cuadros superiores de nuestra Fuerza como Oficial de carrera formadas en la Escuela Militar, es bastante reciente.

Inicialmente destinadas a las Unidades de Combate, hoy le toca al Servicio Geográfico Militar, recibir con agrado y expectativa a una joven Oficial, pionera en su condición de mujer, en incursionar en las importantes y múltiples tareas técnicas que determinan el cumplimiento de nuestra Misión.

He aquí su presentación, así como sus primeras impresiones del nuevo destino que le ha asignado el Superior.

### **Tte. 2º ANASTASIA HORNES**

Nacida en Montevideo, el 11 de octubre de 1980. Fue una de las primeras mujeres en ingresar al Liceo Militar General Artigas en el año 1996. Ingresó a la Escuela Militar en febrero del año 1999, egresando como Alférez del arma de Artillería el 20 diciembre de 2003, siendo junto con otra camarada las primeras dos mujeres en su Arma.

Sus destinos como Alférez fueron el Grupo de Artillería 105mm N°3 (en la ciudad de Paso de los Toros) y el Grupo de Artillería de Defensa Antiaérea N°1 (en Piedra del Toro); y como Tte. 2° y destino actual el S.G.M.

Realizó el curso Básico de Artillería en el C.I.A.C.A y el Curso de Defensa Antiaérea en el Grupo de Artillería de Defensa Antiaérea N°1.

Actualmente se encuentra realizando un Curso de Capacitación Estadística en el Instituto Nacional de Estadística y profesorado de Matemáticas en el Instituto Profesores Artigas.

En cuanto a su experiencia dentro del Ejército sus manifestaciones nos dicen que esta ha sido un poco especial, al igual que sus camaradas mujeres, ya que fueron las que abrieron el camino para la inserción de la mujer como Oficial Combatiente en el Ejército Nacional. Admite que fue un poco duro al principio pero asegura que siempre estuvieron rodeadas de buenos camaradas que valorando su esfuerzo y dedicación supieron reconocer el lugar que se habían ganado.

El 17 de Enero de este año comenzó a prestar servicios en el Servicio Geográfico Militar, encontrándose actualmente en la División Fotogrametría. Sobre su nuevo destino expresa que es una experiencia diferente, pues la Escuela Militar no brinda este tipo de preparación que requiere una capacitación distinta, más técnica, ya que aquí las actividades son diferentes. Hay una interacción fluida con los medios civiles y es más tangible la importancia del conocimiento de la informática y de las ciencias en general, obligando así a estar al día con el mundo y sus avances tecnológicos, tratando dentro de los medios disponibles, de acercar al Servicio a esos avances buscando superar sus productos.

Como meta personal espera poder llegar a lograr la capacitación adecuada para contribuir así a la consolidación de los objetivos trazados para alcanzar el éxito de la misión.

## GENERAL JOSÉ MARÍA REYES

*Autor: Tte.Cnel. Juan da Luz*

Militar de las guerras de la independencia, distinguido geógrafo y cartógrafo, autor del primer mapa de la República, nació en una población de indígenas, en Córdoba del Tucumán el 3 de mayo de 1803. Hijo de Don Rafael de los Reyes, Oficial Real del Gobierno de la Provincia de Córdoba y Doña Francisca Solano de Amero.

Recibió una esmerada educación orientando sus estudios especialmente hacia las ciencias exactas, obteniendo varios premios honoríficos y el merecimiento del título de Alférez de Ingenieros. Transferido luego al Arma de Artillería, asciende a Teniente el 23 de octubre de 1819. Con este grado tomó parte en las discordias intestinas que conmovieron las Provincias Unidas después del año 20, llegando a Ayudante Mayor y Capitán.

Sus primeros trabajos geográficos datan de los años 1822-1824 cuando actuó en las zonas de la Pampa, Río Negro y Bahía Blanca.

Fue ascendido a Sargento Mayor graduado después de la batalla de Ituzaingó, el 20 de febrero de 1827. Cuando se proclamó la independencia de la República, ya vinculado a la nueva Nación por su matrimonio en Maldonado, amparado al Decreto del 11 de marzo de 1829, se incorpora al Ejército Uruguayo con el mismo grado con que revistaba en el de las Provincias Unidas.

En 1830 el General Rivera, Presidente de la República, le confiere el puesto de Oficial Mayor del Ministerio de Gobierno y Relaciones Exteriores, como así también la Presidencia de la Comisión Topográfica. Teniente Coronel graduado el 28 de julio de 1831, asciende a Coronel graduado el 1º de diciembre de 1834. Con fecha 4 de noviembre de 1836 asciende a Coronel de Ingenieros efectivo.

Participó en el sitio de Montevideo trazando las fortificaciones del Cerrito de la Victoria, así como las líneas de ataque y defensa delante de la capital asediada.

Puesto al frente del Escuadrón de Artillería Volante el 31 de enero de 1847, procuró la reorganización del Arma, empeñándose en formar Oficiales científicamente preparados.

Durante la Guerra Grande presenta a Oribe la primera Carta Topográfica de la República trazada por su mano y producto de su ahincada labor de muchos años.

Después de la pacificación del 8 de octubre de 1851, es designado Comisario uruguayo para dirimir la cuestión de las fronteras con el Brasil. Principiada la labor por el lado de la Laguna Merim, Reyes dio por terminado el trabajo desde la desembocadura del Cuareim en el Uruguay el 13 de marzo de 1857, después de cinco años habiendo demarcado ente 600 y 700 millas de fronteras. Los planos originales de este trabajo- considerados por Carlos Pérez Montero como una maravilla de precisión y de dibujo topográfico- se conservan en el Archivo General de la República.

Dardo Estrada señala que la obra de Reyes alcanza la importancia científica de similares contemporáneos a la suya, realizadas en Venezuela por el Coronel Agustín Codazzi, en Ecuador por el Dr. Manuel Villavicencio y en la Argentina por V. Martín de Moussy.

Coronel Mayor desde el 30 de agosto de 1859, fue nombrado Director Interino de la Escuela Militar y en el mismo año Inspector del Ejército. Participó además en la Comisión redactora del Código Militar. Su último destino fue como miembro del Tribunal Militar Permanente. Falleció en Montevideo el 5 de agosto de 1864.

El Servicio Geográfico Militar atesora un retrato del realizador de la Primer Carta Geográfica del Uruguay, pintado por el pintor de la Patria, Juan Manuel Blanes, el que fuera donado por sus descendientes luego de haber sido expuesto al público en junio de 1941, en el Teatro Solís de Montevideo, en un evento auspiciado por el entonces Ministerio de Instrucción Pública (Comisión Nacional de Bellas Artes), donde se realizó una gran exposición retrospectiva de toda la obra existente del maestro de la pintura nacional Juan Manuel Blanes.

En los catálogos de dicha exposición figura entre otros el citado retrato del Gral. Don José María Reyes, realizado en técnica de óleo en medidas 0,99 x 0,75 cm. perteneciente por esos momentos al ingeniero Agr. Don Julio A. Reyes.

Este retrato pertenece a la época primitiva del maestro Blanes, con una técnica aún poco desarrollada, ingenua, propia de los comienzos (seguramente anterior a 1868 ya que en el retrato se aprecia bajo su libreta de anotaciones, la carta de la República Oriental realizada durante la Guerra Grande) en la que el maestro no había desarrollado sus obras más conocidas y magistrales (1873 en adelante)

Este retrato muestra a un Blanes preocupado ya por demostrar detalles de ornamentación muy cuidados, a pesar de ciertas durezas anatómicas que se repetirían en obras similares en ese período.

Esta obra tiene valor testimonial, por el personaje que nos muestra así como también por ser un cuadro representativo de un período no poco valioso de la obra de Juan Manuel Blanes.



### Bibliografía

- Diccionario Uruguayo de Biografías
- Apuntes del Sr. Aldo Curto

# ANÁLISIS DEL AJUSTE 1998 DE LA RED GEODÉSICA URUGUAYA

**Walter Humberto Subiza Piña**  
**Universidade Federal do Paraná**

Setor de Ciências da Terra-Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas  
Caixa Postal 019001, CEP: 81531-990, Curitiba, Pr.  
Correo electrónico: [whsubiza@geoc.ufpr.br](mailto:whsubiza@geoc.ufpr.br)

**Sonia Maria Alves Costa**

**Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**

Av. Brasil 15671, Parada de Lucas, Rio de Janeiro, RJ. CEP: 21241-000  
Correo electrónico: [soniamaria@ibge.gov.br](mailto:soniamaria@ibge.gov.br)

## Resumen

En 1908 comenzaron los trabajos de establecimiento de la Red Geodésica de Uruguay, los que se completaron en su orden de mayor precisión en 1961. En 1965 es realizado el primer ajuste general de la red, dando origen al Datum Yacaré (Elipsoide Internacional de 1930), base de la cartografía uruguaya hasta nuestros días.

En 1997 se efectúa un ajuste preliminar de la Red Geodésica en el marco del sistema SIRGAS (basado en el SGR80), siendo seguido en 1998 de un ajuste definitivo, integrando nuevas observaciones. Un total de 417 estaciones geodésicas incluyendo 12 GPS fueron ajustadas.

El ajuste general y simultáneo de la Red Geodésica Uruguay 1998, es evaluado principalmente en los resultados estadísticos. Se calcularon las elipses de error absolutas y relativas entre estaciones, con el fin de evaluar la calidad de la red.

Finalmente fue calculado un conjunto de siete parámetros de transformación entre los sistemas Datum Yacaré y SIRGAS, con propósitos de control geodésico y cartográfico.

## 1. Introducción

Los sistemas geodésicos de referencia, han sido la estructura en la cual se basan todos los sistemas que necesitan de georreferenciamento, comenzando por la propia cartografía. La evolución en tecnología y metodología, ha llevado en muchos casos a que las redes geodésicas sufran diversos ajustes y transformaciones, siendo difícil estimar la exactitud de las coordenadas, obtenidas en cada nueva materialización del sistema.

A pesar que la tendencia actual es de establecer estaciones geodésicas 'activas', la preocupación en el aprovechamiento de las redes geodésicas 'clásicas' (establecidas por los conocidos métodos de triangulación, poligonación y densificación de órdenes) y su ajuste a sistemas geodésicos geocéntricos, lleva a hacer consideraciones en cuanto a los errores obtenidos en la integración de esas observaciones de diferente naturaleza y precisión.

La precisión de las coordenadas obtenidas en un ajuste, está relacionada con factores internos del propio ajuste (cualidad y geometría de la red, redundancia de las observaciones, etc.), la exactitud en cambio se relaciona con factores externos a la propia red (errores sistemáticos normalmente). La variancia a posteriori de un ajuste, puede ser usado como factor de escala para la integración de coordenadas provenientes de diferentes ajustes (especialmente cuando se integran métodos de observación clásicos con satelitales), pero es un parámetro general que no refleja la precisión de una estación o de un par de estaciones cualesquiera. Las elipses de error, absolutas y relativas van a proporcionar esa información en una forma más simple e intuitiva de comprender. A partir de la matriz de variancia-covariancias (MVC) de las observaciones, es obtenida luego del ajuste, la MVC de las incógnitas, la cual posee todas las informaciones para obtener las elipses mencionadas.

En este trabajo se analizan las elipses de error absolutas y relativa, de un conjunto de estaciones, a partir de la MVC obtenido del ajuste 1998 de la Red Geodésica Uruguay en el sistema geodésico SIRGAS.

## 2. Desarrollo Histórico

La geodesia como herramienta para cartografía y posicionamiento, nació en Uruguay en 1908, con los primeros levantamientos sistemáticos en el centro del país. Los teodolitos Bamberg y Huetz, el método de las direcciones y las mediciones de bases geodésicas, caracterizaron las operaciones de campo geodésicas, que hoy denominamos de "clásicas" [Gros, 1908].

A pesar que el objetivo inicial de los levantamientos, fue realizar el catastro del país, con divisiones departamentales, rápidamente se notó la necesidad de un planeamiento concebido a nivel nacional y con finalidades cartográficas más amplias. Es así que en 1913 se creaba el Servicio

Geográfico Nacional (SGN), con las atribuciones de planear y ejecutar la cartografía básica de Uruguay y consecuentemente de realizar todas las operaciones geodésicas y topográficas necesarias a ese fin. En particular la red geodésica de planimetría de 1er. Orden, fue establecida aproximadamente en unos 60 años, incluyendo más de 400 estaciones. La Figura 1 muestra los puntos determinados y las zonas generales de trabajo

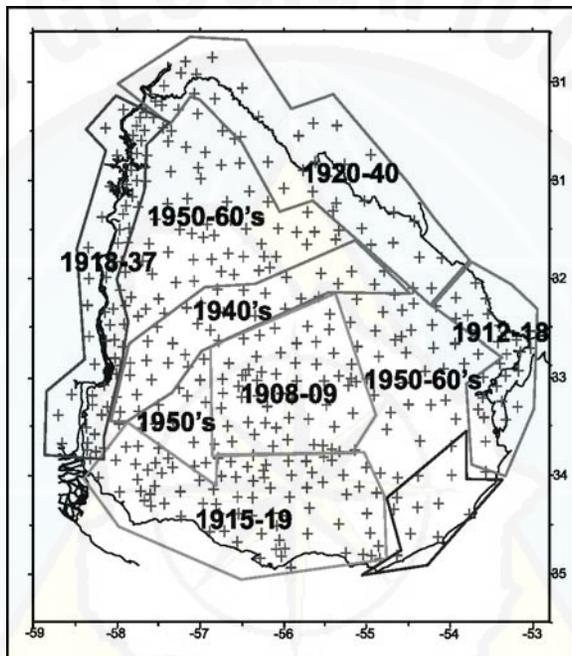


Fig. 1 - Evolución histórica de la Red Geodésica uruguaya de Planimetría

Las principales etapas cumplidas hasta el día de hoy son:

- 1908 primeros trabajos geodésicos
- 1913 se crea el SGM y comienzan las operaciones de campo con fines cartográficos. Se planea la red fundamental de triangulación, que incluía cuatro cadenas meridianas y cinco paralelas. Se adopta el elipsoide de Clarke de 1888 como superficie de referencia.
- 1912-1918 fue medida la Cadena Internacional Laguna Merín, en la frontera con Brasil.
- 1917-1919 se efectúa el levantamiento en los alrededores de la capital del país.
- 1918-1937 fue medida la Cadena Internacional del Río Uruguay en la frontera con Argentina.
- 1945 se efectúa el enlace entre las cadenas con Argentina y Brasil, a lo largo del Río Negro, en una extensión de 400 km.

- 1946 se adopta como referencia el elipsoide Internacional de 1930 y como punto Datum el vértice I-Yacaré (diferencia geoide-elipsoide es arbitrada a 0 m), ajustándose las cadena de Brasil y Argentina con método de Mínimos Cuadrados.
- 1950-1961 se concluye la red de 1er. Orden Fundamental (246 vértices), planeada a principios del siglo.
- 1965 primer ajuste simultáneo de la Red Fundamental, creación del sistema geodésico de referencia ROU-USAMS, datum I- Yacaré y elipsoide Internacional de 1930.
- 1969 se incrementan las observaciones astronómicas y de bases geodésicas, a fin de participar en el ajuste SAD-69, primer datum sudamericano.
- 1993 se finaliza la cartografía a escala 1/50.000. Se realizan las primeras mediciones GPS
- 1995 se participa de la campaña SIRGAS para determinación de un sistema geocéntrico de referencia para América del Sur.
- 1997 se ajusta la red de 1er. Orden en el sistema SIRGAS, con elipsoide 1980.
- 1998 segundo ajuste de la red en el sistema SIRGAS, incorporando parámetros físicos del modelo geopotencial EGM96.

### 3. Ajuste 1965 ROUUSAMS

El primer ajuste general y simultáneo de la red geodésica del Uruguay, fue ejecutado en 1965 en los Estados Unidos, por el Servicio Cartográfico de Ejército de ese país y se denominó ROU-USAMS, usándose el método de Variación de Coordenadas [US Map Service, 1965] [DMATC, 1973].

Los datos enviados consistieron en una lista de posiciones astronómicas y azimutes de Laplace, bases y desarrollos de bases medidas y un resumen de las direcciones horizontales observadas en cada vértice. Asimismo se seleccionó el vértice I-Yacaré como punto Datum, definiéndose a éste, por su posición astronómica y azimut astronómico al vértice I-LA QUISILLA, mediciones éstas realizadas por el SGM en el año 1939 y que tenían los siguientes valores

I-Yacaré: Latitud - 30° 35' 53",68  
 Longitud - 57° 25' 01",30  
 Azimut 87° 34' 26",28S

La ondulación del geoide fue fijada en 0 m en el punto Datum.

Las estadísticas resultantes del ajuste fueron:

- vértices geodésicos: 248 (1 fijo)
- estaciones de Laplace: 8
- bases geodésicas: 15
- número de triángulos: 325
- cierre medio de triángulos: 4,33" (antes)
- cierre medio de triángulos: 1,46"(ajustados)
- cierre máximo de triángulo: 15,98"(antes)
- cierre máximo de triángulo: 7,38" (ajustados)
- corrección media a una dirección: 1,14"
- corrección máxima a una dirección: 3,95"

La Figura 2, presenta la distribución de los diferentes elementos intervinientes, en cadenas meridianas y paralelas.



Fig. 2 - Red Geodésica Fundamental en 1965

Las diferentes líneas de triangulación, comprendidas entre dos bases geodésicas y vértices de Laplace, fueron categorizadas en tres clases, to-

mando como cierre normal el valor relativo de 1/50.000, así se obtuvo que de las 21 líneas:

- 48% (10 líneas) tuvieron cierres regulares
- 19% (4 líneas) cierres buenos o normales
- 33% (7 líneas) cierres muy buenos

Como complemento del ajuste, fue adoptado para cartografía, la proyección Gauss-Krueger modificada, con meridiano de contacto en la longitud de  $- 55^{\circ} 48'$ .

#### 4. Ajuste SAD69

En 1969 se midieron cuatro estaciones astronómicas y siete bases geodésicas, con la finalidad de reforzar la red e incluirla en un nuevo ajuste a nivel sudamericano. El ajuste continental realizado, dio origen al sistema geodésico de referencia SAD69 (South American Datum 1969), teniendo como punto datum el vértice Chuá (Brasil). En dicho ajuste, 36 estaciones de la frontera Uruguay - Brasil permanecieron fijas, ajustándose las restantes 212 (IAGS, 1971). En Uruguay, este sistema solo es usado, en los trabajos que realiza la Comisión Mixta Demarcadora de Límites Uruguay-Brasil.

#### 5. Análisis de la redefinición de la Red Geodésica uruguaya en el marco SIRGAS

##### 5.1 Trabajos previos

En 1990, la red geodésica se componía de unas 420 estaciones de Triangulación de 1er. orden, y unas 3000 de 2do., 3ro. y 4to. Orden, determinadas todas por diferentes instrumentos y métodos de densificación (Subiza, 1990). La tecnología de posicionamiento por satélite, comenzó en 1993, con receptores GPS de precisión topográfica (Magellan NAV 5000 Pro), usados para densificación topográfica.

En 1995, ya con receptores GPS geodésicos (Ashtech Z-XII y Wild Leica SR299), Uruguay participa en el Proyecto SIRGAS (Sistema de Referencia Geocéntrico para América del Sur), observando tres vértices de Laplace durante diez días y otros cinco durante tres días.

En 1997 se realiza otra campaña de densificación GPS, observando tres vértices adicionales durante dos días y vinculando éstos a los vértices SIRGAS.

##### 5.2 Procesamiento de los datos GPS

El software usado en el procesamiento de los datos GPS, fue Bernese versión 4.0, desarrollado por la Universidad de Berna, Suiza. Las dos campañas se procesaron por separado, usando el criterio de montar las líneas de base más cortas [Subiza et all, 1998]. En la campaña 1995, se procesaron ocho estaciones, con una tasa de registro de 30 segundos y ángulo de elevación de 15°. En la de 1997, fueron procesadas cinco estaciones con 60 segundos de registro y la misma elevación. Todas las líneas de base estuvieron entre 100 y 250 Km de largo, siendo procesadas en la observable L3 (solución libre de efecto ionosférico). La combinación final de las campañas (once diferentes estaciones), fue realizada usando las coordenadas obtenidas en el procesamiento y las respectivas matrices de variancia-covariancia, introduciendo las coordenadas de la estación Montevideo, con las coordenadas SIRGAS y su desvío estándar. Las diferencias máximas halladas entre los dos procesamientos fue de 4 mm en las líneas de base y 3 mm en las coordenadas.

Un ajuste separado, efectuado con el software GHOST (Geodetic adjustment using Helmert blocking Of Space and Terrestrial data, Geomatics of Canada), escalando las dos campañas, resultó en un factor de variancia de 1,392, mostrando un acuerdo muy estrecho entre ellas.

### 5.3 Ajuste final en el marco del sistema SIRGAS

El ajuste final de la red geodésica, denominado ROU98 fue de tipo libre, no fijándose ninguna estación y obtuvo una variancia de 1,66. Los datos del ajuste en el sistema SIRGAS (SGR80) son los siguientes:

- 3 ecuaciones de posición SIRGAS, inyuncionadas;
- 417 estaciones geodésicas (12 GPS);
- 417 alturas geoidales y componentes de desvío de la vertical (modelo geopotencial EGM96);
- 2337 direcciones horizontales;
- 66 distancias electrónicas;
- 12 azimutes astronómicos;
- 81 ecuaciones de diferencia tridimensional de posición ;
- 1342 ecuaciones normales generadas;
- 1154 grados de libertad del sistema
- 4 parámetros a determinar: 3 para distanciómetros y 1 para azimutes

La contribución de cada tipo de observación al ajuste fue:

- 92,31 % direcciones horizontales
- 3,49 % ecuaciones de diferencia de posición
- 3,12 % distancias electrónicas
- 1,07 % azimutes astronómicos
- 0,01 % posiciones inyuncionadas

El residuo máximo de las *direcciones* fue de 4,47". Los *azimutes astronómicos* no fueron reducidos a un catálogo común, teniendo un residuo máximo de 1,63" y siendo en algunos casos menores que la propia desviación estándar inicial. Las *distancias* se clasificaron en tres grupos, de acuerdo al ppm (error relativo en partes por millón) obtenido. Entre 0 y 1 ppm estuvieron 16 distancias; entre 1,01 y 3 ppm se ubicaron 48 estaciones y finalmente entre 3,1 y 12 ppm se encontraron 2 distancias.

La diferencia de posición entre la materialización ROUUSAMS y ROU98 (denominados vectores de distorsión), se presenta en la siguiente Tabla 1 y figura 3, mostrando una dirección general de aproximadamente 260° de azimut.

TABLA 1 Diferencias entre las materializaciones ROUUSAMS y ROU98.

Componente	Máx.	Mín	Media	Desv.est.
Latitud	8,20 m	-4,70 m	2,35 m	2,95 m
Longitud	0,01 m	-46,83m	-38,12m	5,77 m
Altitud (12)	1,10 m	- 1,13 m	0,31 m	0,67 m

### Vectores horizontales de distorsión Datum Yacaré - GRS 80

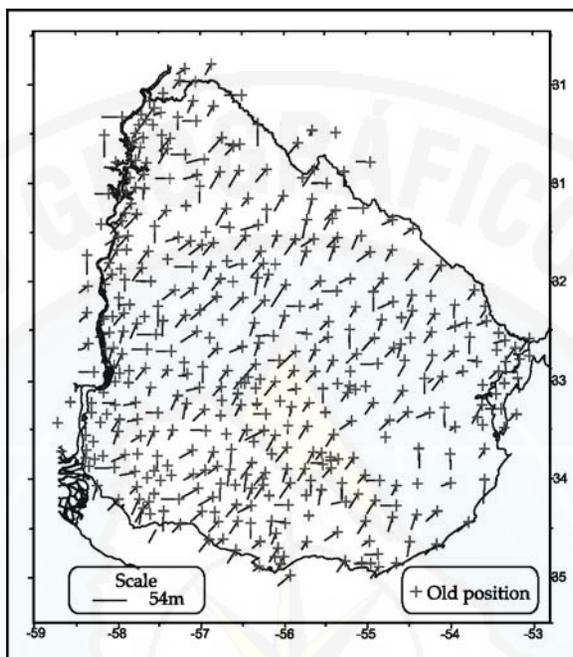


Fig. 3 - Vectores de distorsión entre Datum Yacaré (ROUSAMS) y SIRGAS (ROU98)

## 6. Análisis estadístico de las precisiones alcanzadas

Con el objetivo de evaluar en forma más detallada la calidad de la red obtenida fueron realizados diversos testeos.

A partir de la matriz de variancia-covariancias resultantes del ajuste, es posible calcular las elipses de error de cada estación a través de la ecuación (Gemael, 1994)

$$F = \sigma_x^2 \sigma_y^2 - \sigma_{xy}^2 \quad (1)$$

donde  $\sigma_x$  y  $\sigma_y$  se refieren a las variancias de las coordenadas en los ejes  $x$  e  $y$  y  $\sigma_{xy}$  a la respectiva covariancia.

Las elipses de error absolutas de las 417 estaciones ajustadas son presentadas en el Gráfico 1.

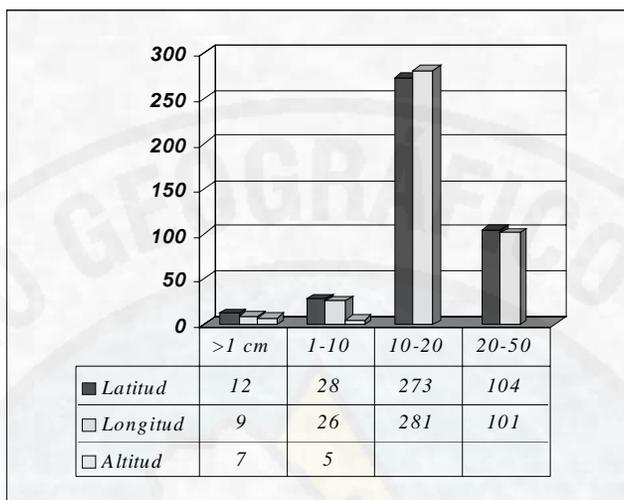


Gráfico 1. Evaluación de las elipses de error de las 417 estaciones ajustadas

Obsérvese que la mayoría de las elipses de error están entre los 10 y 50 cm, lo que caracteriza una red establecida por métodos clásicos.

Se evaluó también el error relativo de las líneas de base entre estaciones (unidad de cuantificación es el ppm), usando dos criterios diferentes, a saber:

- líneas observadas entre estaciones (total de 1195);
- estaciones adyacentes, en un radio de 80 km de cada estación (2799 líneas)
- Los Gráficos 2 y 3 presentan los criterios expuestos, hallándose la mayoría de las líneas entre 10 y 20 ppm.

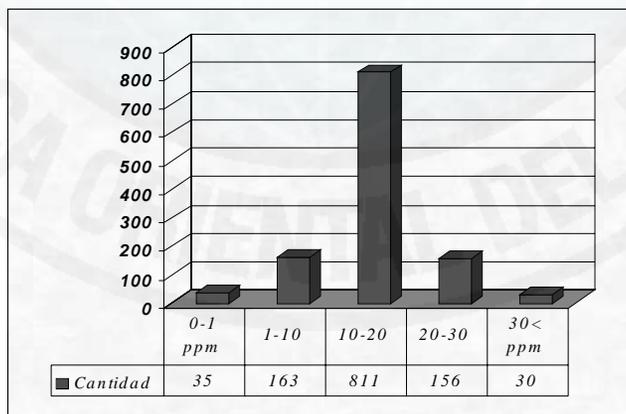


Gráfico 2. Error relativo de las líneas observadas (1195)

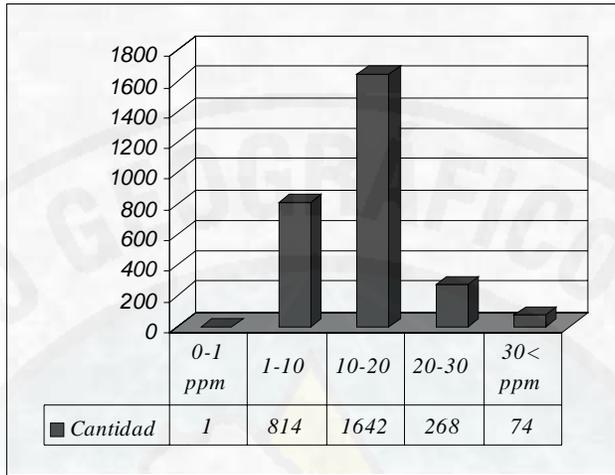


Gráfico 3. Evaluación de 2799 líneas de base. Criterio de estaciones adyacentes hasta 80 km

La obtención de las elipses relativas de error entre estaciones se realiza em forma semejante a las absolutas, pero la matriz relativa, extraída de la MVC general es de la forma (Gemael, 1994):

$$\sum_{\Delta} = \begin{bmatrix} \sigma_{x1}^2 + \sigma_{x2}^2 - 2\sigma_{x1x2} & \sigma_{x1y1} + \sigma_{x2y2} - \sigma_{x1y2} - \sigma_{x2y1} \\ \sigma_{x1y1} + \sigma_{x2y2} - \sigma_{x1y2} - \sigma_{x2y1} & \sigma_{y1}^2 + \sigma_{y2}^2 - 2\sigma_{y1y2} \end{bmatrix} \quad (2)$$

A continuación se seleccionó la estación No. 22 denominada Cerro Chato, localizada cerca de la frontera Uruguay-Brasil y perteneciente a la cadena internacional de límites. La estación fue observada en la década de 1940, siendo reobservada en ocasión de efectuarse la densificación de primer orden.

La siguiente Tabla 2, muestra las elipses de error relativas de las 7 estaciones **observadas** a partir de la estación No. 22. Las elipses se cuantifican por su semieje mayor (SM), su azimuth (Az E), semieje menor (sm) y el error relativo de la línea (ppm). Las distancias varían entre 20 y 47 km, distribuyéndose en los cuatro cuadrantes, como se deduce de la columna Az.

TABLA 2. Elipses de error de las líneas observadas

Est.	Dist	Az	SM	Az E	sm	ppm
024	23,49	58,6	0,435	72,4	0,26	18
021	24,44	314,5	0,372	109,5	0,30	15
133	24,70	223,0	0,386	49,1	0,26	15
020	28,79	284,4	0,387	108,9	0,27	13
027	32,04	163,2	0,504	162,1	0,29	16
418	38,84	170,3	0,486	12,2	0,37	12
026	47,82	117,4	0,505	139,4	0,4	11

La siguiente Fig. 4 presenta la información mencionada en forma gráfica, notándose claramente la tendencia de las elipses a tener la misma orientación de las líneas observadas. Este hecho es una característica de las redes clásicas, donde la observación predominante es la dirección horizontal y contiene pocas distancias observadas. También es de destacar el tamaño de las elipses, entre 25 y 50 cm de semieje mayor de elipse.

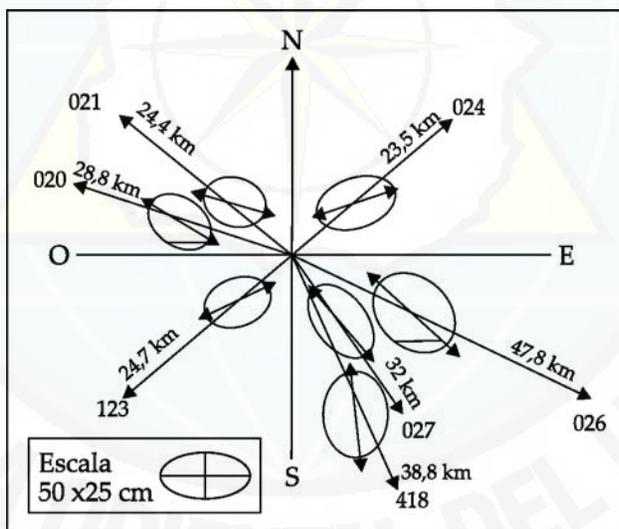


Fig. 4 - Elipse de error relativas de las líneas observadas a partir de la estación Cerro Chato.

TABLA 3. Elipse de error relativas de las líneas ubicadas entre 50 y 80 km.

Est.	Dist	Az	SM	Az E	sm	ppm
150	78,99	197	0,191	98	0,17	2
131	73,07	247	0,190	114	0,16	2
419	72,44	211	0,216	104	0,161	2
0,29	70,02	147	0,23	132	0,17	2
152	70,81	172	0,20	118	0,17	2
417	64,08	193	0,182	91	0,16	2
416	61,54	169	0,188	89	0,18	3
023	58,14	10	0,291	42	0,25	4
025	55,17	65	0,223	130	0,20	3
132	52,94	254	0,186	101	0,15	3

Asimismo la Fig. 5 presenta gráficamente parte de esta información para algunas estaciones seleccionadas.

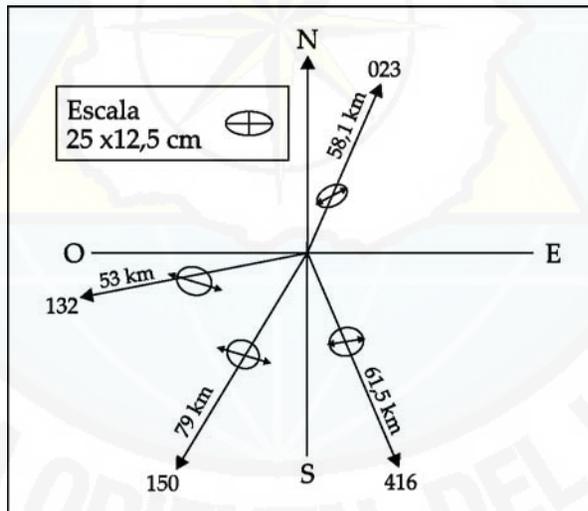


Fig. 5 - Elipses de error relativas en un radio de entre 50 y 80 km a partir de la estación Cerro Chato.

Nótese en este caso, que la orientación de las elipses no acompaña la dirección de las estaciones involucradas, lo que revela la menor correlación entre las observaciones que fueron usadas en la obtención de las coordenadas. Asimismo se comprueba que las elipses de error, poseen aproximadamente la mitad del tamaño de las anteriormente generadas.

Finalmente fue calculado dos conjuntos de parámetros de transformación entre los sistemas ROUUSAMS y ROU98, usando las 11 estaciones comunes a ambos sistemas. Este conjunto de parámetros, permite la transformación de coordenadas entre ambos sistemas, sirviendo por la distribución de las estaciones, para todo el país. Los errores producidos en la transformación en testeos realizados, están a nivel sub-métrico.

Los parámetros fueron calculados a partir de una transformación de Helmert de 4 y 7 parámetros, resultando en los siguientes valores:

TABLA 4. Parámetros de transformación entre los sistemas ROUUSAMS y ROU98.

Parám.	Valor	$\sigma$	Valor	$\sigma$
$\Delta X$	-124,455	$\pm 14,432$	-154,469	$\pm 4,577$
$\Delta Y$	+183,741	$\pm 11,382$	+162,355	$\pm 6,799$
$\Delta Z$	+ 44,645	$\pm 12,506$	+ 46,201	$\pm 5,266$
Rot. X	- 0,4384	$\pm 0,001$	-----	-----
Rot. Y	+ 0,5446	$\pm 0,001$	-----	-----
Rot. Z	- 0,9706	$\pm 0,001$	-----	-----
Esc. ppm	- 2,1365	$\pm 1,527$	- 2,1365	$\pm 1,527$

## 7. Conclusiones

El ajuste de la Red Geodésica de Uruguay de orden superior, fue realizado con éxito, inyuncionando las coordenadas de las tres estaciones SIRGAS de Uruguay a sus respectivos desvíos estándar.

El uso del software canadiense GHOST, junto con modernos modelos de geopotencial, permitieron una buena combinación de datos geodésicos clásicos con datos GPS tridimensionales.

Un nuevo conjunto de coordenadas, materializa el sistema geodésico SIRGAS en Uruguay, siendo compatible cartográficamente con el sistema WGS84.

Se dispone de un conjunto de parámetros de transformación, entre los sistemas geodésicos, que permite el control de la cartografía de media y gran escala. Este nuevo sistema geodésico ha sido recomendado como sistema de referencia geodésico para Uruguay.

Las estaciones clásicas, presentan elipses de error menores a 50 cm. y elipses relativas algo menores, lo que caracteriza la precisión esperable de una red geodésica clásica de primer orden.

## 8. Referencias Bibliográficas

DMATC Defense Mapping Agency Topographic Center, 1973. Accuracy Evaluation of the Major Geodetic Network of Uruguay. Geodetic Memorandum No. 1685.

Gemael, C. 1994. Introdução ao Ajustamento de Observações- Aplicações geodésicas. Editora UFRP

IAGS, Inter-American Geodetic Survey, 1971. Posiciones Geográficas y UTM en SAD69 para Uruguay.

Subiza, W. 1990. La compensación de Redes de Triangulación. Disertación para la obtención del Título Técnico de Operador Geógrafo. Servicio Geográfico Militar, Uruguay.

Subiza, W. y otros 1998. The Redefinition of the Geodetic Reference System of Uruguay into SIRGAS frame. In: International Association of Geodesy Symposia Advances in Positioning and References Frame. Rio de Janeiro, Brasil pp. 217-222

US Army Map Service, 1965. Red de Triangulación básica de Uruguay.

## ENSAYOS REALIZADOS SOBRE UN SISTEMA DE CONTROL DE PIRATERÍA DE MAPAS VECTORIALES

*Autores: Coronel (R) Artigas Bacci  
Dr. Ing. Carlos López*

### *Resumen:*

Recientemente el Servicio Geográfico Militar (SGM) del Uruguay ha completado la cartografía digital de las áreas urbanas para todo el país (aprox. 300 unidades). Esta información será comercializada bajo la modalidad de licencia de uso a compañías e instituciones públicas y privadas como parte de una estrategia de recuperación de costos. Para ser exitosa, deben preverse algunos mecanismos para la protección contra la copia ilegal o *piratería*.

El más prometedor está basado en Esteganografía (también denominada Marcas de Agua) que es una técnica que inserta un número de serie (NS) único, imperceptible, en cada instancia del mapa vectorial entregado a cada cliente. Se espera que el NS sea colocado de forma que sobreviva en el mapa incluso cuando se cambia su formato (de DGN a DWG, por ejemplo), se realicen pequeñas ediciones, se borren partes, etc.

Este trabajo describe los procedimientos de ensayo aplicados al sistema propuesto. Para verificar su funcionalidad, el SGM entregó al proveedor del servicio un mapa original correspondiente a una ciudad. Éste devolvió cinco ejemplares marcados con diferentes números de serie, correspondientes a cinco hipotéticos clientes. En el SGM se seleccionó uno al azar, y se le aplicaron un conjunto de acciones que se describen en el trabajo. El archivo resultante fue devuelto al proveedor de la marca de agua sin otra información adicional. El proveedor fue capaz de identificar correctamente el cliente original del cual se había generado el archivo, demostrando así la factibilidad del uso de esta técnica para rastrear el origen de un ejemplar

pirata hasta su fuente. El proceso fue repetido dos veces, usando mapas correspondientes a áreas urbanas y rurales, lográndose en ambos la correcta identificación.

Se estima que el ensayo realizado es representativo de una situación real, con algunas decenas de clientes que poseen todos mapas formalmente idénticos. En el caso que se logre localizar una copia ilegal, si se pudiera vincular ese ejemplar con un cliente específico serían aplicables los términos del contrato que se firma en forma rutinaria al momento de la compra. La situación previa era que no había posibilidad de probar en un tribunal de justicia que el mapa pirata provenía de un cliente en particular, por lo que los contratos eran en la práctica inútiles a estos efectos.

Se espera que esta tecnología opere desalentando a los clientes legítimos a hacer copias de sus mapas, limitando así el riesgo y las consecuencias de la piratería.

### *Motivación*

La diseminación de medios y técnicas de comunicación de datos a nivel mundial tiene en la Internet un resultado muy tangible. Con las ventajas asociadas a la fácil comunicación de información, datos e ideas también han aparecido algunos problemas. El proceso de intercambio de información en formato digital es simple, rápido y eficaz, al menos para archivos de tamaño razonable. Una vez transferido, tecnologías ya muy populares como el copiador de CD permiten generar copias locales a muy bajo costo e idénticas al archivo original. Estas dos características son novedosas, e intrínsecas a la información digital. No es posible realizar la copia de otros bienes sin un costo sensible, o con un deterioro de su calidad. Esta barrera técnica funciona en especial para cartografía, ya que (para muchas aplicaciones) una fotocopia no luce equivalente al original impreso, y una impresora tradicional es algo que está fuera del alcance de muchos individuos. Las barreras legales de protección de propiedad intelectual unidas a la dificultad práctica para hacer copias de buena calidad han permitido el desarrollo de modos de operación para los servicios cartográficos en los que la inversión en creación del primer original para un mapa papel se amortiza por las ventas de muchos ejemplares. Este *modelo de negocios* en que la inversión se amortiza por ventas está siendo cuestionado al presente por varios frentes. En el frente político-institucional hay corrientes de pensamiento que proponen seguir el ejemplo de los EEUU y otros países que postulan que el mejor resultado para la sociedad es la diseminación amplia y casi gratuita de la información geográfica. No es el objetivo de este trabajo el analizar este aspecto, el que ha sido considerado recientemente por Lemmens (2003).

El otro frente es el técnico. La hipótesis de trabajo de muchos organismos europeos, latinoamericanos y probablemente de otras regiones es que las inversiones en cartografía en general, y en particular, en cartografía digital

deben generar ingresos por venta con el fin de amortizar los mismos y habilitar nuevos emprendimientos. Este modelo (relativamente reciente en algunos países) ha venido a sustituir total o parcialmente situaciones previas, en las que los servicios nacionales productores de cartografía tenían esencialmente cubierto sus costos con el presupuesto del Estado. Los ingresos por ventas directas constituían una parte menor y no eran el núcleo de actividad, la que estaba concentrada en planes de producción cartográfica de largo plazo.

La necesidad de tener ingresos sustanciales por ventas, unido al desarrollo tecnológico de la cartografía digital han puesto en entredicho la aplicabilidad del nuevo modelo. Por una parte, las sociedades reclaman información en formato digital, la que puede manipularse en la computadora permitiendo un uso más amplio y sofisticado de la misma. Simultáneamente, y en ausencia de medidas específicas, al producir la información en formato digital se está permitiendo desde un punto de vista técnico la copia de la misma, impidiendo la recuperación de costos ya que la copia ilegal de los datos es ahora tremendamente sencilla y económica, y sin desmedro de la calidad de la misma. Este trabajo describe los ensayos realizados sobre una tecnología de protección de la propiedad intelectual de mapas en formato vectorial basada en Esteganografía.

El resto del trabajo se organiza como sigue: en *Alternativas técnicas* se describen brevemente algunos sistemas de protección contra la copia, caracterizados porque impiden la operación misma. En breve introducción a la Esteganografía se describen aspectos básicos de la técnica y cómo usarla. En *El experimento* se plantea el ensayo realizado en Uruguay sobre una implementación de la técnica precedente, describiéndose los datos utilizados, hipótesis asumidas y procedimientos seguidos en el ensayo. Los últimos tres capítulos describen respectivamente los resultados que arrojó el ensayo, las conclusiones a las que se llegó así como las referencias consultadas.

### *Alternativas técnicas*

Las medidas de protección técnicas contra la piratería pueden clasificarse en tres grupos: a) las que intentan impedir la operación de copia, b) las que apuntan a impedir el uso de la copia y c) las que intentan desalentar la operación de copia. Las diferencias entre ellas pueden ser sutiles. Con la popularización del PC, y luego del copiador de CD, las barreras prácticas para la primera protección se han bajado drásticamente. Algunos CD tienen marcas que hacen fallar la copia pero no impiden el uso; SONY recientemente lanzó un sistema de protección con esa idea pero que fue rápidamente violado. La segunda alternativa se usa bastante con el software; el mismo puede copiarse sin dificultad, pero al ejecutar requiere una clave de activación que puede ser provista manualmente, o leída de un dispositivo físico denominado llave de hardware. En el caso de datos geográficos este esquema ha sido usado

en el pasado por algunos SIG, y se basa en criptografía. Los datos se conservan en disco encriptados, y se decodifican utilizando las claves apropiadas en el momento que se les lee. Tiene como inconveniente fundamental que la protección de los datos es tal mientras no pueda cambiarse el formato nativo de los archivos de datos. Además, obliga al usuario a utilizar un software de SIG particular.

El tercer enfoque admite varios matices. La copia en formato analógico va degradando la calidad del mapa o dato y por lo tanto disminuye la utilidad o interés para el potencial pirata lográndose así una *protección* por la vía del desinterés. Otra alternativa es la de coordinar el dato con el software de SIG de forma que al usarse se despliegue un anuncio indicando el legítimo propietario del dato. La información necesaria puede incluirse en un archivo auxiliar, o en campos específicos a esos efectos disponibles en algunos formatos de archivos. Para algunas aplicaciones esto tiene un poder disuasivo relevante. Como contrapartida requiere una colaboración del productor de software para buscar, interpretar y desplegar esa información, aspecto que no necesariamente es de su interés. Por último, este tipo de información adjunta como comentario en el archivo mismo suele desaparecer al realizar una conversión de formato, ya que no todos los estándares soportan comentarios o información adicional.

En esta última categoría puede localizarse la tecnología que se describirá a continuación. La misma intenta incluir en el archivo información que permite asociar al mismo con un cliente particular. Esa información no es visible ni está localizada en una parte específica del archivo de datos, sino distribuída en el mismo. Al no ser visible el pirata no puede estar seguro que la misma ha sido removida aunque intentara hacerlo. Si el legítimo propietario conoce que esa información existe y no sabe como removerla, será mucho más cuidadoso al momento de permitir o tolerar la copia de los datos, ya que por contrato será el responsable en caso de piratería.

### ***Breve introducción a la Esteganografía***

La Criptografía es una ciencia antigua cuyo principal objetivo es la comunicación de información secreta entre dos partes. Se contempla que exista una tercera parte capaz de tener acceso al mensaje intercambiado; simplemente, hay que lograr que aún así no sea comprensible. La Criptografía permite guardar información sensible o transmitirla en forma segura de forma que nadie excepto el que se espera que lo reciba lo pueda entender. La protección sólo opera durante la transmisión de la información; una vez decodificada y guardada en el disco carece totalmente de protección. Es útil para probar que el cliente legítimo es el único que pudo haber recibido el archivo, pero nada puede hacer si ese cliente hace luego copias del mismo.

El problema que aquí se plantea es un poco diferente: cómo hacer para que un archivo digital conteniendo la información que le fue entregada al cliente

A tenga algo que permita determinar unívocamente el origen del mismo cuando el señor C (a quien nunca se le vendió nada) tiene una copia idéntica del producto. Nótese que A pudo haber recibido el archivo vía una transacción segura, a la que es posible asegurar que C no pudo tener acceso (ya que el canal era criptográficamente seguro). Una vez recibido el archivo por A, él estuvo libre de hacer todas las copias que quisiera, y eventualmente, regalarle o venderle una a C. Cuando existe más de un cliente A1, A2,...,AN, etc. el problema consiste en distinguir entre los posibles proveedores de copias piratas e identificar al autor de la misma.

Por ello que es necesaria otra técnica para intercambiar mensajes, en la cual el hecho de ser interceptado e inspeccionado no genere en sí mismo sospechas. Esa técnica se denomina *esteganografía* (del griego *esteganos* = ocultar, y *grafía* = escritura) y en muchos aspectos es pariente cercano de la criptografía. El mensaje oculto se inserta en otro sin que sea notorio; por ejemplo, si se oculta en un texto, el mismo tendrá sentido por sí mismo aunque encierre información adicional. Si el mensaje está en un archivo de música, el mismo puede ser escuchado e idealmente no se notará nada raro. Es por ello que se dice que la esteganografía permite operar durante el uso del bien, mientras que la criptografía opera durante el transporte o transmisión del mismo. Ambas técnicas son complementarias, y en algún caso convendrá su uso simultáneo. El mensaje oculto se denomina también Marca de Agua.

La técnica ha sido presentada en general en Bender (1996) y en particular para cartografía vectorial digital por López (2002, 2003). Para la aplicación de cartografía vectorial digital, el mensaje oculto es un número de serie, el que puede asociarse con un cliente específico. El portador del mensaje oculto es el propio mapa vectorial, y el destinatario del mensaje es un juez o perito que podrá, mediante lectura del mismo, identificar al cliente específico que recibió el primer ejemplar legítimo.

### *El experimento*

Para comprobar la viabilidad del esquema se diseñó un experimento específico. El proveedor del servicio de marcado suministró cinco ejemplares de una cartografía urbana (descrita más adelante) correspondientes a cinco clientes ficticios. Cada ejemplar tenía una marca diferente sólo conocida por el proveedor. El SGM recibió esos ejemplares, y seleccionó uno al azar y le cambió el nombre. Se realizaron una serie de operaciones sobre el mismo (descritas más adelante) y el archivo resultante fue devuelto al proveedor para su evaluación, sin otra información adicional. El éxito del sistema requería que fuera posible identificar cuál de los ejemplares originales había sido utilizado para producir la versión modificada, aspecto que se trata en el capítulo de resultados.

## ***Datos utilizados***

### *Datos urbanos*

Se tomó como representativa la localidad de José E. Rodó, de 456 hectáreas de planta urbana, a escala 1:5.000, y que se representa en la Fig. 1. El archivo posee información plani-altimétrica organizada en 60 capas. Es parte de la colección de localidades urbanas del SGM. Para su generación se utilizó Microstation 95/SE, y para su análisis fue exportado al formato DWG.



Fig. 2 Ejemplo de planta urbana. Se incluyen las curvas de nivel

### *Datos rurales*

Se utilizó una cartografía conteniendo información de hidrografía y curvas de nivel, correspondientes a una región de 30 km<sup>2</sup> localizada cerca del valle del Cauca, cerca de Cali, Colombia. Las alturas representadas están comprendidas entre los 1000 y 2200 m y el área está atravesada por dos importantes ríos. La escala de la información es 1:10.000 y fue elaborada en ArcInfo 7.1. En la fig. 2 se representa únicamente la capa de curvas de nivel.



Fig. 2. Curvas de nivel de la zona rural analizada

### ***Hipótesis asumidas***

Los Usuarios requieren cartas digitales con diferentes motivos: cartografía temática, ubicación de elementos en áreas urbanas como rurales (Ejemplo: ubicar hospitales, estaciones de servicios, alumbrados), posicionarse o dar posiciones precisas mediante coordenadas, como mapa guía, determinación de la topografía del terreno (pendientes, caídas de aguas, etc.). Basados en ésto, se asumió que las manipulaciones válidas a ensayar deberían considerar que:

- *El archivo modificado debe ser funcionalmente equivalente al archivo original.*
- *El número de ejemplares circulando entre clientes legítimos es un número pequeño (algunas decenas), por lo que se descartan acciones que requieran la participación de un número considerable de ejemplares diferentes.*
- *Se asume que el valor comercial del dato está asociado a su precisión planimétrica. Por lo tanto fue descartada como razonable cualquier transformación o manipulación que afecte seriamente o degrade la misma.*

### ***Modificaciones realizadas***

En ambos casos los archivos eran de tamaño similar, difiriendo en unos pocos Kb. Para el caso urbano se realizó una transformación del formato DWG a DXF, importación en Microstation Versión 95/SE y una

transformación interna de 3D a 2D ya en formato DGN. Estando en ese formato se corrió el programa EDG con el objeto de validar la coherencia interna y posibles errores. A continuación los archivos fueron referenciados conjuntamente en Microstation con el fin de comprobar visualmente la equivalencia entre los mismos. Se seleccionó arbitrariamente uno de ellos, el que fue nuevamente transformado a formato DWG y entregado al proveedor.

En el caso rural se partió del formato DGN y se realizó una compactación dentro del Microstation. Al archivo resultante se le analizó con el EDG. Luego se realizaron algunas labores de edición de cortar y pegar, así como una georreferenciación deformante. El archivo fue luego convertido a formato DXF y entregado al proveedor sin explicitar los parámetros de la transformación aplicada.

### *Resultados*

Tanto para el caso urbano como el rural el proveedor recibió archivos en formato de AutoCAD, similar al originalmente suministrado. En el caso rural se debieron realizar transformaciones inversas de la proyección del archivo para analizar el mismo, lográndose incluso así detectar sin problema la marca y pudiendo identificar el original del cual había procedido. En el caso urbano el proceso resultó también exitoso.

### *Conclusiones*

Las organizaciones productoras de información cartográfica están al presente presionadas por demandas conflictivas. Por una parte, la sociedad a la que se integran reclama más y mejores productos, los que deben ser entregados en formato digital para su fácil aprovechamiento por sistemas informáticos. Estos esfuerzos requieren inversiones en tecnología, personal capacitado y horas de trabajo. Por otra parte, en muchos países especialmente en el tercer mundo la realidad económica ha forzado a los gobiernos a limitar a un mínimo las inversiones del presupuesto del estado y obligando o estimulando a cada una de las dependencias que puedan generar ingresos genuinos a hacerlo para financiar una parte sustancial de su operación.

La producción de cartografía vectorial digital es así una meta para todos, pero con ella aparece el problema de la piratería, casi inexistente en el medio papel. Una vez entregado el segundo ejemplar de una cartografía digital es necesario discernir cuál fue la fuente de cualquier ejemplar ilegal que pudiera localizarse. Sin el uso de tecnologías específicas, todos los ejemplares entregados son idénticos y por lo tanto hay un dilema legal al momento de asignarle responsabilidades a el o los clientes que pudieron haber participado. Este anonimato facilita y estimula la irresponsabilidad de los clientes legítimos, con grave perjuicio para el productor de cartografía.

La esteganografía provee una solución técnica que evita el anonimato, al insertar un número de serie diferente en cada ejemplar de la cartografía digital. A diferencia de otras soluciones, este número de serie es invisible, por lo que su remoción es más difícil. Tampoco se guarda en un lugar conocido del archivo, sino que se distribuye en la información misma. Esto permite que sobreviva a cambio de formatos (del tipo DGN==>DXF) que suelen ignorar los comentarios y otra información accesoria incluida en el archivo original.

Para validar la tecnología ofrecida, en el SGM de Uruguay se realizaron dos ensayos en que se simuló la existencia de cinco clientes para cartografía urbana y rural respectivamente. En forma independiente del proveedor, el SGM seleccionó al azar uno de ellos, y realizó transformaciones al archivo seleccionado similares a las que se espera realicen los clientes típicos. El archivo modificado fue entregado al proveedor de la marca de agua con el fin que identificara al original del cual se había derivado el ejemplar entregado, tarea que pudo ser cumplida sin contratiempos. Ello permitió comprobar la utilidad de la protección con marcas de agua, lo que permitirá encarar la comercialización de la nueva cartografía con un respaldo técnico que se agrega a la protección legal ya existente en el país.

### *Bibliografía*

- Bender, W. Gruhl, D., Morimoto, N and Lu, A., 1996. "Techniques for data hiding". IBM Systems Journal, 35, 3&4, 313-336
- Lemmens, M. , 2003. "Free of Charge or Revenue Generation", GIM International, 17, 2, 40-49
- López, C., 2003. "Digital Rights Managements of Geo-Datasets: Protection against Map Piracy in the Digital Era", GIM International, 17, 2, 51-53
- López, C., 2002. "Watermarking of Digital Geospatial datasets: a review of Technical, Legal and Copyright issues", International Journal of Geographic Information Science, 16, 6, 589-607.

## LA ISLA BRASILEIRA, LAS AGUAS JURISDICCIONALES DEL RÍO URUGUAY Y ¿DÓNDE ESTA EL TRIFINIO?<sup>1</sup>

*Autor: Cnel (R) Yvho Acuña*

### **Introducción**

Han transcurrido cuatro años desde que publicara un pequeño trabajo sobre este mismo tema, en tanto la situación general del mismo no ha cambiado en lo sustancial, han surgido nuevos elementos de juicio, algunos documentales, así como nuevas ideas obtenidas del análisis de dichos elementos, con el inevitable intercambio de opiniones a la luz de todo lo anterior, y en consecuencia nuevos enfoques, para tratar de encontrar una solución a este "Tema Pendiente".

Como siempre nos anima la defensa de nuestra soberanía, así como el espíritu de alcanzar una solución decorosa y realizable, cuyo objetivo final no puede ser otro que el de sellar definitivamente, nuestros límites para integrarnos a un mundo dinámico y cambiante sin el lastre de estos pequeños problemas, que puedan afectar nuestras relaciones internacionales.

La solución de los temas limítrofes, ha pasado por muchas circunstancias traumáticas en América, más de una vez han llevado a tensiones políticas y diplomáticas o la guerra, sin arribar en definitiva a soluciones satisfactorias para las partes involucradas, dejando en cambio una secuela de problemas sociales y económicos.

Nuestro país tiene jurídicamente resuelto, el 99% de sus problemas fronterizos, permanecen inconclusos, por lo menos desde nuestro punto de vista, dos que citaremos por orden de extensión territorial, en primer lugar, los

---

<sup>1</sup> Tomado de la Revista del Instituto Histórico y Geográfico del Uruguay. Tomo XXVIII año 2002. Pags. 443 a 455

relativos al “Rincón de Artigas”, ese triángulo formado por el arroyo de la Invernada, su afluente el Arroyo Maneco desde sus nacientes en el marco de Masoller, y la cuchilla Negra o de Haedo, con una superficie aproximada de 25000 hectáreas, y en segundo lugar, la denominada “Isla Brasileira” en el río Uruguay, inmediatamente aguas abajo de la desembocadura del río Cuareim, con una superficie del orden de las 280 hectáreas.

Podría parecer que la pequeñez de esta última, le quitaría trascendencia al reclamo, pero además de la soberanía sobre la Isla, se encuentra en juego la de las aguas que la rodean, y la ubicación del punto común a las tres soberanías que allí concurren, punto que en el léxico especializado se denomina el trifinio.

Además de lo que se desprende del sentido común, sobre la necesaria materialización de la concurrencia de tres soberanías, demarcada mediante un hito acordado a donde deberían concurrir, existen abundantes ejemplos de casos similares en América del Sur, como es el caso de la frontera de Argentina – Paraguay – Brasil, o Bolivia – Paraguay – Brasil, y otros casos semejantes, basta con realizar una rápida mirada al mapa de nuestro continente.

Decíamos al principio, nuevos elementos de juicio, nuevas ideas y análisis, surgidos del intercambio de opiniones, dentro de la Comisión Demarcadora de Límites, con el C/N Julio Lamarthée, quien emitiera la siguiente opinión: “Si dejamos momentáneamente fuera de discusión la soberanía sobre la Isla ¿Qué pasa con las aguas circundantes?”; o con personas especializadas en el tema como el Dr. Edinson González Lapeyre, quien sostiene: “Toda la zona es área no delimitada”.<sup>1</sup>

En cuanto a los nuevos elementos, nos referimos a protocolos aprobados entre Argentina y Brasil, y los actos demarcatorios de ellos derivados; a consecuencia de los cuales y para atenuar la inconveniencia para sus intereses de esos actos, se pretende acordar y consumir una demarcación que ignora la existencia de tres soberanías concurrentes y su consecuente materialización en un trifinio.

Para los lectores de este trabajo, que no han leído el anterior *ISLA BRASILEIRA (Frontera, Uruguay – Argentina – Brasil) UN TEMA PENDIENTE*, realizamos un replanteo total del mismo. Con el fin de redondear esta aproximación al asunto que nos ocupa, debemos decir explícitamente, que los límites, al igual que todos los demás aspectos de las relaciones internacionales, relativos a las zonas fronterizas, son permanentemente cambiantes, por lo tanto se deben actualizar y perfeccionar constantemente, como en realidad se hace, sin estridencias, sin darle más trascendencia que la debida; basta como ejemplo el uso intensivo que se realiza de las aguas comunes, en los cursos de agua limítrofes, o los desechos que en ellos se vierten, tarea que a veces se realiza a través de las comisiones mixtas internacionales. Abundan los ejemplos, del uso inadecuado del entorno, dentro y fuera de fronteras de los ecosistemas, desechos industriales vertidos en los cursos de agua o en la

atmósfera, y obviamente cuando estas acciones se realizan afectando países limítrofes, su corrección sólo puede provenir de acuerdos diplomáticos, o de acciones tomadas por órganos binacionales creados a esos efectos.

### Consideraciones Preliminares

La existencia del Estado, implica algunos presupuestos para que alcance valor y reconocimiento en el ámbito internacional; aunque la concepción política ha evolucionado a través de la historia pasando por diversas formas de organización, tales como la teocrática, la absolutista, la democrática, etc., esos presupuestos se han mantenido invariables a través del tiempo constituyendo en todos los casos la existencia de tres elementos básicos; un grupo social - el pueblo, un principio de autoridad - el gobierno, y un elemento material - el territorio.

En nuestro caso nacimos a la vida independiente, en un proceso que se desarrolla desde antes del inicio de la gesta emancipadora de 1825, pasando por la declaratoria de la Florida, el Tratado Preliminar de paz del 4 de octubre de 1828, para culminar en la Jura de la Constitución de 1830; los historiadores han derramado ríos de tinta investigando y justificando las raíces de este proceso que pasa por los orígenes de la Banda Oriental desde las invasiones inglesas, luego la época Artiguista y se continúa con la ocupación lusitana primero y brasileña después; como culminación de él logramos dos objetivos claros, pueblo y gobierno y un área territorial no muy bien definida, por aquel entonces. El proceso político que siguió a continuación, propio de naciones jóvenes, trae como corolario, nuestro primer Tratado de Límites con el Brasil acompañado de todas sus imperfecciones.

Veamos una de las acepciones, que viene al caso, del diccionario de la Real Academia "Estado - Forma específica de agrupación social, *asentada sobre un territorio determinado* y en la que existe un poder autónomo o soberano actuado por unos órganos que gobiernan sobre la totalidad de los ciudadanos...etc.". El subrayado nuestro, destaca uno de los elementos básicos condición sine qua non, para la existencia y el reconocimiento del mismo. Hoy cuando han transcurrido mas de 170 años de la jura de nuestra primera constitución que perfeccionara y reconociera los dos primeros elementos básicos, pueblo y gobierno, cuando la evolución de la economía y la política internacional nos ha hecho ver primero e implementar después la necesidad de integrarnos en bloques regionales como el Mercosur, tenemos todavía una asignatura pendiente, el cierre definitivo de nuestros límites, demarcación que no pretende aislarnos, sino integrarnos reconociendo nuestras propias identidades, por otra parte los instrumentos jurídicos que fueron buenos para el siglo pasado, obviamente ya no lo son, es pues imperioso perfeccionarlos adecuándolos a los imperativos de la hora, tal como sucede con los derechos del mar, o con el uso de recursos naturales comunes, como el agua de los cursos limítrofes, la preservación del medioambiente, el espacio exterior, etc.

Ha llegado a nuestro conocimiento, por trascendidos que perciben los que permanecen atentos a estos acontecimientos, que nuestros dos grandes vecinos se aprestan a demarcar definitivamente el sector del río Uruguay allende a la desembocadura del Cuareim, es por ello que sin perder de vista toda la problemática pendiente en el resto de éste río, urge tomar iniciativa en este aspecto que pasamos a detallar, sin olvidar por ello nuestros derechos en la zona del Rincón de Artigas y el imprescindible perfeccionamiento del régimen del Cuareim.

En el vértice noroeste de nuestro territorio, sobre el río Uruguay, frente a la desembocadura del río Cuareim, confluyen también tres soberanías, Argentina, Brasil y Uruguay, con sus respectivas líneas demarcatorias (aún no demarcadas); a primera vista parecería claro y fácil el establecimiento de éstas, pero no ha sido así, las desinteligencias que se originaron desde el Tratado de Límites de 1851 y sus posteriores intentos de demarcación, aún persisten. El diccionario de la Real Academia Española, define como límites arcifinios al territorio que tiene límites naturales y por supuesto, tanto el río Uruguay como el Cuareim lo son, proporcionando a priori una solución precisa de la línea fronteriza, también es claro que en esa zona debe encontrarse un punto trifinio adonde concurren las líneas demarcatorias de las tres fronteras.

En el Río Uruguay aguas abajo de la desembocadura del Cuareim, se ubica una isla denominada "Brasilera", que no ha sido objeto todavía de un acuerdo definitivo de límites. Este pequeño territorio se halla ocupado injustamente por Brasil desde 1860 momento en que se construyó por parte de la delegación de ese país en forma unilateral un hito fronterizo. El estudio detallado de este delicado tema se debe encarar desde diversos puntos de vista, a nuestro entender geográficos, históricos y jurídicos.

## 1. Aspectos y fundamentos históricos - jurídicos

Comencemos por analizar algunos instrumentos jurídicos, en primer lugar el que se destaca por su trascendencia:

### 1.1. El tratado de límites del 12 de octubre de 1851

Entre nuestra República y el Imperio del Brasil, en el cual se establece:

Artículo 3º inciso 2º:

" .....

*.....y continuará la línea divisoria por el dicho arroyo San Luis arriba, hasta ganar la cuchilla de Santa Ana; sigue por esa cuchilla y gana la de Haedo hasta el punto que comienza el gajo del Cuareim denominado arroyo de la Invernada por la carta del Vizconde de San Leopoldo y sin nombre en*

*la carta del Coronel Reyes, y descendiendo por el dicho gajo hasta entrar en el Uruguay; perteneciendo al Brasil la isla o islas que se hallan en la embocadura del dicho río Cuareim en el Uruguay".<sup>2</sup>(el subrayado es nuestro)*

La frase subrayada es una anfibología; dice el diccionario "1)Vicio de la dicción por el que una misma frase o palabra puede tener varios significados ej. *Juan fue a la hacienda de Pedro en su coche* (¿en el coche de quién?) en vez de *Juan en su coche fue a la hacienda de Pedro* etc. 2) Figura que consiste en emplear adrede voces o cláusulas con doble sentido"

Por su parte ¿el tratado cuando se refiere "*a la isla o islas que se hallan en la embocadura del dicho río Cuareim en el Uruguay*" entiende que las islas están en el Cuareim o en el Uruguay?; obviamente cabe una única respuesta, este instrumento sólo puede determinar jurisdicción en la frontera común, es decir entre los límites de ambos países y dado que el río Uruguay no es accidente limítrofe entre ellos, resulta claro que se refiere a la isla o islas que se encuentren en el río Cuareim.

Por otra parte el sector del río Cuareim nunca fue demarcado, a menos que se acepte el dislate que una demarcación unilateral es jurídicamente válida, porque esa y no otra ha sido la única demarcación practicada en ese sector desde la vigencia del tratado de límites del 12 de octubre 1851 hasta la fecha, la demarcación de referencia se realizó por parte de funcionarios brasileros, mucho después que la delegación uruguaya había cesado, cosa que aconteció en abril de 1857 cuando por decreto del Gobierno basado en "la necesidad que tiene el Poder Ejecutivo en las actuales circunstancias de omitir todas las erogaciones que puedan evitarse". En esas circunstancias a mediados de 1861 y en conocimiento de que se estaban realizando trabajos de demarcación por parte de personal brasilerero, el Gobierno de la República se dirige al del Imperio en los siguientes términos " Ha llegado a conocimiento de este Gobierno, que por un empleado brasilerero y sin intervención de ninguna autoridad oriental, se están colocando irregularmente marcos que indican la línea divisoria entre los dos Estados ... .... por lo que el Gobierno Oriental considera ilegal cuanto en aquel sentido se hubiera hecho o se viniera a hacer por parte del Imperio sin la concurrencia de la República"<sup>3</sup>

## 1.2. Límites entre Argentina y Brasil

El 6 de octubre de 1868 se convino una demarcación entre Argentina y Brasil sobre el río Uruguay, como consecuencia del laudo arbitral del Presidente de los Estados Unidos y el convenio complementario de 2 de agosto de 1900, estos dieron lugar a la erec-

ción de dos marcos, uno en la margen izquierda junto a la desembocadura del Cuareim y otro argentino enfrentado al anterior en la margen derecha del Uruguay, uniendo una línea sensiblemente perpendicular a ambos márgenes de este último, la inauguración se realizó el 4 de abril de 1901. (ver mapa adjunto).

El 27 de diciembre de 1927 se acuerda una “Convención Complementaria de Límites entre Argentina y Brasil” que reza en su artículo 3º :

“El Artículo 1º del Tratado de Límites del 6 de octubre de 1899, queda sustituido por el siguiente: *La Línea divisoria entre el Brasil y la República Argentina, en el Río Uruguay, comienza en la línea normal entre las dos márgenes del mismo río, y que pasa un poco aguas abajo de la punta sudoeste de la isla Brasilera del Cuareim, también llamada Isla Brasilera, sigue, subiendo el río, por el canal navegable de éste, entre la margen derecha, o argentina, y las márgenes occidental y septentrional de la Isla del Cuareim o Brasilera, pasando frente a la boca del río Cuareim, que separa al Brasil de la República Oriental del Uruguay, y prosiguiendo del mismo modo por el río Uruguay, va a encontrar la línea que une los dos marcos inaugurados el 4 de abril de 1901 uno brasilero en la barra del Cuareim; otro argentino, en la margen derecha del Uruguay.*”<sup>4</sup>

De la letra del texto citado surge claramente que la “Isla Brasilera” se halla aguas abajo de la desembocadura del Cuareim en el río Uruguay, repetimos dice: “ *sigue, subiendo el río, por el canal navegable de éste, ...etc. y más adelante., pasando frente a la boca del río Cuareim, que separa el Brasil de la República Oriental del Uruguay, y prosiguiendo del mismo modo por el río Uruguay, va a encontrar la línea que une los dos marcos inaugurados el 4 de abril de 1901 uno brasilero en la barra del Cuareim; otro argentino, en la margen derecha del Uruguay.*”

Vale la pena resaltar y no es del caso el temor a pecar de reiterativo, que este texto está aprobado, ratificado y vigente por parte de ambos estados y en él se reconoce en forma explícita que la línea sigue subiendo el río y luego pasa frente a la desembocadura del Cuareim, en cuya barra colocaron a fin de materializar la demarcación, los marcos del 4 de abril de 1901(ver mapa).

En oportunidad de la ratificación de la Convención Complementaria de Límites entre Argentina - Brasil, el 8 de setiembre de 1940, nuestro país presentó reservas ante las cancillerías de ambos países.

### 1.3. Demarcación sobre el Río Uruguay entre Argentina y Brasil - Protocolo del 2 de agosto de 1900<sup>5</sup>

Transcribimos textualmente a continuación las instrucciones convenidas y consignadas en acuerdo diplomático subscripto en Río de Janeiro el 2 de Agosto de 1900, con el siguiente texto:

*“Convenio con el Brasil relativo a las instrucciones que servirán a la Comisión Mixta, que debe proceder a la demarcación de los límites entre ambos países”*

“Los abajo firmados, respectivamente, Enviado Extraordinario y Ministro Plenipotenciario de la República Argentina y Ministro de Estado de Relaciones Exteriores de la República de los Estados Unidos del Brasil, debidamente autorizados, convienen en las siguientes instrucciones para gobierno de la Comisión Mixta que, de acuerdo con los protocolos de 9 de Agosto de 1895 y 1º de Octubre de 1898 y el Tratado de 6 de Octubre del mismo año de 1898, debe proceder a la demarcación de los límites entre los dos países.

1º Los comisarios tendrán la representación de sus respectivos gobiernos para resolver los incidentes de la demarcación, procediendo de acuerdo en una parte con los protocolos del 6 de agosto de 1895 y 1º de Octubre de 1898, que se refieren a la colocación de hitos, de acuerdo con el laudo arbitral del Presidente de los Estados Unidos de América referente al límite, comprendido entre los ríos Pepirí – Guazú y San Antonio, y por la línea del terreno más alto que une en el interior, las cabeceras principales de estos ríos; y en otra parte, de acuerdo con el Tratado de 6 de octubre de 1898, que se refiere a las zonas del río Uruguay, desde la desembocadura del Río Cuareim hasta el Pepirí – Guazú, afluentes del Uruguay, el primero por la margen izquierda y el segundo por la derecha; y del río Iguazú, de la boca del río San Antonio, hasta la desembocadura del primero en el Paraná.

2º En la primera parte la Comisión .....

.....

3º La segunda parte, es decir, en la demarcación sobre los ríos Uruguay é Iguazú, la Comisión se atenderá al Tratado de 6 de Octubre de 1898 y determinará la línea divisoria por la dirección del thalweg del río respectivo de manera que, excluida la isla que se encuentra próxima a la boca del Cuareim y en la cual se halla el último hito de los límites entre el Brasil y la República del Uruguay, las otras islas, aguas y tierras adyacentes, que se hallaren a uno y otro lado del thalweg, serán argentinas o brasileñas, según se hallaren comprendidas entre esa dirección divisoria y la costa firme respectivamente argentina o brasileña.

4º El thalweg será determinado por el canal principal de mayor caudal y .....

.....

5º La demarcación será hecha en el terreno por medio de hitos cuyo material y forma serán determinados por los Gobiernos. Además de

los mencionados en los protocolos de 1895 y 1898, los Comisarios pondrán dos en puntos convenientes y próximos a la boca del Iguazú, uno en la lengua de tierra formada por los ríos Cuareim y Uruguay<sup>6</sup>, y otro enfrente, en la margen argentina del Uruguay.

.....  
Hecho en la ciudad de Río de Janeiro, en dos ejemplares, a los dos días del mes de Agosto de mil novecientos.

(L.S.) Manuel Gorostiaga.

(L.S.) Olyntho Máximo de Magalhães

Ministerio de Relaciones Exteriores y Culto.

*Buenos Aires, Agosto 16 de 1900*

*Aprobado*

ROCA.

A. ALCORTA

Hemos subrayado en el texto del protocolo que transcribimos, algunas frases que demuestran, mas allá de toda duda a que isla se refiere y es por demás elocuente, al reconocer explícitamente, que la isla está próxima a la desembocadura del río Cuareim, lo que la constituye en un accidente geográfico perteneciente al río Uruguay.

Cuando en 1901 Argentina y Brasil colocaron los dos hitos que limitaban ese sector “*desde la desembocadura del río Cuareim hasta el Pepirí – Guazú*” de su frontera común, aguas abajo de dicho sector, es decir al sur del mismo, un hito en la desembocadura del Cuareim, margen derecha y el otro en la ribera opuesta, materializaron en el terreno un acto de reconocimiento jurídico favorable a los intereses orientales; error que el Brasil trató de salvar por medio de la Convención Complementaria de 1927.

#### **1.4. Tratado de límites sobre el río Uruguay, entre la República Oriental del Uruguay y la República Argentina**

En el acto de suscribir el Tratado de Límites sobre el río Uruguay, entre nuestro país y la República Argentina el 7 de abril de 1961, el canciller uruguayo, Tte. de Navío (R) D. Homero Martínez Montero, presentó la siguiente nota Reserva:

“En el acto de firmar, como plenipotenciario de la República, el Tratado de Límites en el Río Uruguay, con mi ilustre colega de la República Argentina, y, en mi carácter de Ministro de Relaciones Exteriores de la República Oriental del Uruguay, debo, por expresa instrucción de mi Gobierno, reiterar del modo más solemne - como así lo

hago - la reserva ya formulada en 1940 de los derechos que corresponden a mi país en la zona del río Uruguay deslindada entre la República Argentina y los Estados Unidos del Brasil, por la Convención Complementaria de Límites Sagarna - Rodríguez Álvarez de 27 de diciembre de 1927:

Porque en esta última Convención no intervino Uruguay, a pesar de sus indiscutibles derechos a parte de esa zona, siendo por consecuencia, esa Convención, con respecto a mi país, **res inter alías acta**:

Porque en la referida Convención Complementaria, se atribuye a la soberanía de Brasil, la llamada Isla Brasilera, por una interpretación y aplicación a la realidad geográfica manifiestamente errónea, del Tratado de Límites Uruguay - Brasil de 12 de octubre de 1851; y

*Porque, en aquella oportunidad y por la referida Convención Complementaria, se dispuso de parte del espejo de aguas del río Uruguay, también indudablemente uruguayo, por una interpretación y aplicación erróneas del citado Tratado de Límites Uruguay - Brasileño del 12 de octubre de 1851.”<sup>7</sup>*

## 2. Aspectos y Fundamentos Geográficos

La isla Brasilera se encuentra ubicada en un meandro del Río Uruguay casi al final de su curso medio, entre los 30° 10' de y 30° 14' de latitud sur y entre los 57° 36' y los 57° 40' de longitud oeste Greenwich, con su mayor extensión del orden de tres kilómetros de este a oeste y un ancho que oscila alrededor de los 900 m de norte a sur, en tanto que su superficie alcanza las 280 hectáreas aproximadamente, casi tres Km<sup>2</sup>, al referirse a ella nuestro primer geógrafo y también primer Comisario de Límites, el General de Ingenieros José María Reyes dice lo siguiente:



Extractado de la carta 1:50.000, con el agregado los símbolos siguientes:

- · - · - · - · - Río Uruguay - Tratado del 7 de abril de 1961, línea media.
- — — — — Río Uruguay - Canal Navegable Convención del 27 - XII - 1927
- \* Río Cuareim - Álveo - Tratado del 12 de octubre de 1851

I. "Las primeras islas que por la elevación de su suelo y la gala de sus bosques muestran una grande importancia en la navegación del río Uruguay, son las que dominan la embocadura del río Cuareim, dividiendo por su situación en dos brazos el canal del mismo Uruguay. El lado occidental, ancho y explayado, representa su verdadero cauce; y el opuesto, estrecho y profundo, formado en gran parte por el desagüe de aquel río, es el mas frecuentado por los transportes de cabotaje, que encuentran en él de 12 a 16 pies de sonda; mientras que en el otro sólo pueden navegar los que no calen mas de 5 o 6, cuando bajan las aguas."<sup>8</sup>

La afirmación que antecede realizada alrededor de 1850, es el primer enfoque geográfico que se registra, concordando con él veremos cuan fácil es demostrar que la isla denominada "Brasilera" se halla en el río

Uruguay algo al sur de la desembocadura del Cuareim, en primer lugar es el canal natural de navegación, y una simple apreciación de los documentos cartográficos antiguos y actuales, de las fotografías aéreas, imágenes del satélite Landsat etc., convencerán al más desprevenido observador de este aserto.

En la fotografía aérea escala 1/40000, N<sup>a</sup> 28001 tomada en 1966, que se adjunta y cuyo negativo se conserva en el Servicio Geográfico Militar, se aprecia un marcado y brusco cambio de tonalidad en el color de las aguas entre el curso del Cuareim y ambos canales del Uruguay alrededor de la Isla Brasilera, las aguas del Uruguay aparecen claras mientras las del Cuareim se presentan muy oscuras; en la imagen subsiguiente, es decir la N<sup>o</sup> 28002, la tonalidad se invierte apareciendo claras las del Cuareim y oscuras las del Uruguay; el cambio de una a otra imagen se debe a la diferente inclinación y consecuente reflejo de los rayos solares con el desplazamiento del avión en cada toma fotográfica, pero lo común a ambas imágenes es el citado cambio de tonalidad, lo cual implica distintos componentes en suspensión en cada curso y, en definitiva dos cursos de agua inequívocamente diferenciados, con clara predominancia de las aguas del Uruguay a ambos lados de la Isla brasilera, a pesar del aporte del Cuareim.

El mapa esquemático que se adjunta está extractado de la carta 1:50.000 hoja O/N 3 "Isla Brasileña", al cual le he agregado las líneas demarcatorias de los tratados vigentes, los meridianos y paralelos en grados y minutos sexagesimales y una escala gráfica, dado que la reducción necesaria para la publicación inutiliza la analítica; en esa imagen se ha destacado con una rayado diferente a la Isla con la finalidad de invitar al lector a hacer abstracción de ella e imaginarse el Río Uruguay despojado de éste accidente geográfico, nos preguntaremos entonces ¿donde está la desembocadura del río Cuareim?.

La línea del "Canal navegable por la convención del 27 de diciembre de 1927" se apoya en la margen argentina, margen derecha del río Uruguay, por el lado occidental y en la isla Brasilera por el oriental ¿Cuales son las márgenes sobre las que se pretende demarcar el río Uruguay? La respuesta es obvia y única, no puede considerarse la isla como margen de apoyo demarcatorio. Por el enfoque geomorfológico que antecede también se deduce claramente y sin ambigüedades, que la Isla se halla en el río Uruguay y en aguas uruguayas.



En conclusión, tanto el análisis que se desprende de los documentos jurídicos vigentes y aceptados por Argentina y Brasil, donde en forma explícita se reconoce que la Isla se encuentra en el río Uruguay, como los aspectos geográficos apuntados, demuestran los derechos de nuestro país a ese pequeño territorio insular, se podrá esgrimir el gastado argumento de su poca importancia, de su pequeñez, pero al definir nuestra integridad territorial y asumir nuestros derechos debemos ser muy puntillosos, ha llegado el momen-

to de desarrollar las acciones diplomáticas tendientes a solucionar los problemas pendientes en el sector del río Cuareim, uno de los cuales lo constituye el tema expuesto, en el entendido que sólo de esta forma sellaremos definitivamente los lazos de amistad, bases imprescindibles para la integración regional que se pretende.

Montevideo, 27 de enero de 2002.

Cnel. (R) Yvho R. Acuña

## **BiBliografía**

- 1 LOS LÍMITES DE LA REPÚBLICA ORIENTAL DEL URUGUAY – 2<sup>da</sup> Edición – Edison González Lapeyre – Ediciones Jurídicas – Amalio Fernández – Montevideo - 3 de agosto de 1992. De la página 287 y 288, transcribimos:

IX. Notas diplomáticas intercambiadas.- El 17 de agosto de 1988, por nota suscrita por el Canciller Luis Barrios Tassano al Señor Embajador del Brasil acreditado ante el gobierno uruguayo, se manifestó el deseo del gobierno de la República Oriental del Uruguay “de iniciar, en oportunidad a convenir, las negociaciones dirigidas a fijar adecuadamente la precisa y correcta delimitación de jurisdicciones entre nuestros países” en la zona del Río Uruguay donde desemboca el Cuareim.

Por nota del 4 de diciembre de 1989 suscrita por el Señor Embajador del Brasil acreditado ante el gobierno uruguayo dirigida al Canciller Barrios Tassano, se expresó: “Con vista a habilitar, en el marco del Tratado de Límites del 12 de octubre de 1851, instrumento jurídico fundamental que establece los límites entre el Brasil y el Uruguay, dar al asunto la acogida compatible con el alto nivel de las relaciones entre nuestros dos países, agradecería a Vuestra Excelencia la gentileza de agregar informaciones adicionales sobre el objeto de la citada nota”.

En los primeros meses de 1990, el entonces Canciller Héctor Gros Espiel dio respuesta a esta solicitud de mayor información sobre el punto expresando que el “Río Uruguay, en el tramo contiguo a la desembocadura del Río Cuareim en el mismo es zona de frontera entre la República federativa del Brasil y la República Oriental del Uruguay. En esa área existe una zona de contacto entre las respectivas jurisdicciones que nunca ha sido debidamente delimitada. En efecto, el Tratado de Límites Uruguay –Brasil del 12 de octubre de 1851 estableció los límites entre ambos países exclusivamente, hasta la desembocadura del Río Cuareim en el Río Uruguay. Siendo este último río un curso fluvial internacional de carácter sucesivo, es preciso determinar los límites entre los Estados que ejercitan soberanía en forma contigua sobre una de las riberas del mismo”.

Asimismo se destacó que “la indefinición actual puede dar lugar a cuestiones jurisdiccionales inconvenientes referidas a la intervención de las respectivas autoridades en actividades de policía fluvial y en cuanto a la competencia de los tribunales de una u otro país para reconocer respecto a los hechos jurídicos que pueden verificarse en esa zona”.

La nota uruguaya del 17 - VIII - 1988 con la ampliación proporcionada en los primeros meses de 1990 no ha sido hasta la fecha de publicación de esta obra, respondida por el gobierno de la República Federativa del Brasil.

- 2 TRATADOS Y CONVENIOS INTERNACIONALES - República Oriental del Uruguay - Secretaría del Senado - Documentación y Antecedentes Legislativos - Tomo 1 pág. 46 a 49 inclusive; y 448 a 452 inclusive.
- 3 EL ESTATUTO DEL RÍO URUGUAY - Edison González Lapeire - Yamandú Flangini - Nota del Uruguay al Brasil 1º de Junio de 1861- pág. 59
- 4 Ibid. pág. 60
- 5 PROTOCOLO DEL 2 DE AGOSTO DE 1900.- Zacarías Sánchez, Buenos Aires, Talleres Gráficos de la Penitenciaría Nacional - 1910
- 6 Ver en mapa adjunto los hitos de 1901
- 7 EL ESTATUTO DEL RÍO URUGUAY, obra citada- . pág. 64
- 8 DESCRIPCIÓN GEOGRÁFICA del Territorio de la REPÚBLICA ORIENTAL DEL URUGUAY -  
Colección de Clásicos Uruguayos - José María Reyes - 1860 - Vol. 7 pág. 132

## ARROYO DE LA INVERNADA – LÍMITE CONTESTADO

*Autor: Cnel. (R) Yoho Acuña*

Esta reseña pretende ilustrar brevemente, no por ser menos importante, los hechos que determinaron que nuestro país en el año 1934, realizara una “Reserva” referente a la interpretación de los Comisarios de límites actuantes, en el proceso demarcatorio del Tratado de Límites de 1851. Este asunto amerita desarrollar ampliamente el tema en base a los documentos existentes, con la finalidad de comprender y esclarecer debidamente la acción realizada por la Cancillería uruguaya en relación al límite en cuestión, nos ocuparemos oportunamente de ello.



*El mapa esquematizado está referido a las coordenadas de la carta 1:500.000 del SGM, la zona “Contestada” se ha simbolizado con rayas y puntos horizontales y tiene un área estimada en 25000 hectáreas. En el vértice sur oeste el marco de Masoller, se encuentra en el nudo de la Cuchilla de Haedo que desprende hacia el oeste la de Belén.*

RESERVA DE ARTEGAS “límite contestado”, croquis demostrativo tomado de la carta 1:500.000 del SGM, se agregó la escala gráfica por las variaciones de la reproducción.

El Tratado de Límites del 12 de Octubre de 1851, firmado entre la República Oriental del Uruguay y el Imperio del Brasil, establece en su Artículo 3º. “ ... sigue por esa cuchilla (*de Santa Ana*) y gana la de Haedo **hasta el punto en que comienza el gajo del Cuareim denominado Arroyo de la Invernada por la Carta del Vizconde de San Leopoldo y sin nombre en la Carta del Coronel Reyes**”, ...

### 13<sup>avo</sup> Sector “Arroyo de La Invernada” *Límite contestado*

En este sector, la demarcación de 1858 llegó hasta el marco de Masoller, constituyendo esta línea divisoria sobre la Cuchilla de Haedo, las vertientes donde las aguas fluyen hacia el Arroyo de la Invernada, demarcación ésta que nuestra cancillería entendió errónea y en el año 1934 diera lugar a una nota “Reserva” presentada ante el embajador del Brasil. El denominado “Rincón de Artigas”, tiene una forma aproximadamente triangular, la base de este triángulo la forma la línea divisoria citada sobre la Cuchilla Negra o de Haedo y sus lados respectivamente son el arroyo de la Invernada, y el arroyo Cuaraguatá que desemboca en el Maneco y éste en la Invernada cerrando el triángulo. El límite continúa por el Cuareim, con una extensión estimada<sup>1</sup> de 296 km. hasta su desembocadura en el Uruguay, el régimen para todos estos cursos de agua es el álveo.

Estudios posteriores han determinado que el Arroyo de la Invernada, nace donde está actualmente la Señal Piria, ubicada sobre la Cuchilla de Haedo a 37 km. del marco Intermedio 44-I. Más hacia el Oeste, siguiendo la línea de la Cuchilla de Haedo, en la intersección con la Cuchilla de Belén -en las nacientes del Ao. Caraguatá- está ubicado el marco Intermedio 49-I (Paraje Masoller), materializado en ese punto como interpretación del Tratado de 1851.

#### “RESERVA” SOBRE LA DETERMINACIÓN DEL ARROYO DE LA INVERNADA

COPIA.- “MINISTERIO DE RELACIONES EXTERIORES.- Montevideo, 10 de agosto de 1934.- No. 1471/1916-2047.- A su Excelencia, el Señor Embajador de los Estados Unidos del Brasil, Don LUCILLO BUENO.- Señor Embajador: Verbalmente tuve el honor de exponer a V.E., en dos conferencias celebradas en mi despacho en días anteriores, el deseo de mi Gobierno de obtener del de V.E. la adhesión y conformidad necesarias para que -previa firma de los

<sup>1</sup> La distancia fue medida por el autor de estos apuntes, con curvímetero sobre la carta 1:500.000. Dada la cantidad de meandros que tiene el río, se hace difícil y engorrosa esta tarea, por lo que después de varias mediciones adoptamos el promedio y el error probable puede estimarse en kilómetros.

acuerdos que correspondan – comisionados brasileños y uruguayos reunidos en Comisión Mixta puedan hacer en común los estudios requeridos para una determinación científica del curso de agua que en el Artículo 3º del Tratado de Límites de 12 de Octubre de 1851 se denominó por “Arroyo de la Invernada” y en las nacientes del cual – como es notorio a V.E.- debe estar ubicado según el referido Acto Internacional el postrer mojón de la línea seca de nuestras fronteras.- En las conferencias a que aludí y que he reconstruido en lo sustancial y fielmente para que acompañen esta comunicación como anexos aclaratorios, di a V.E. un esquema de las razones que fundamentalmente legitiman el deseo de mi Gobierno y que sin temor espero ha de justificar el de V.E., porque ni uno ni otro se mueven en menguadas gestiones de interés material, sino por principios de justicia y derecho que son los que hacen holgada la cordialidad amistosa entre las Naciones.- A V.E. debo expresar, además, señor Embajador, que la negociación que dejo abierta formalmente con esta comunicación y los documentos agregados, no importa de nuestra parte el más mínimo propósito de desconocer unilateralmente ninguna de las obligaciones estipuladas en la Convención de 27 de Diciembre de 1916.- Dispuestos estamos a cumplir y cumpliremos puntualmente lo allí pactado y en tal sentido puedo adelantar desde ya, a V.E. que he dado las órdenes pertinentes para la aprobación de la caracterización últimamente efectuada en el sector Pilar-Piria, Marco 48.-

Pero ello, señor Embajador, entiendo que no priva en nada esta gestión que seguirá por cuerda separada y cuyo propósito final y estricto es pasar por encima de los errores de hecho en que pudieron haber incurrido los demarcadores de 1856 –por explicables deficiencias del instrumental científico- para llegar a la seguridad de que alcanzamos la exacta línea del límite en que libremente convinieron los negociadores del Tratado de 1851 al referirse al “Arroyo Invernada”.- Saludo a V.E. con mi más alta consideración. (Firmado) Juan José de Arteaga”.-

(Hay un sello de Secretaría del Ministerio de Relaciones Exteriores).-

# EL SISTEMA GLOBAL DE POSICIONAMIENTO(GPS)PARA LA NAVEGACIÓN

*Autor: Tte.Cnel. Héctor Rovera*

Durante la década de los ochenta, el Departamento de Defensa de los Estados Unidos (DOD) desarrolló el segundo Sistema de Posicionamiento sobre la base de una Constelación de Satélites, el Sistema NAVSTAR, más conocido como GPS.

Reseña del Sistema: básicamente está compuesto por tres sectores:

## A. La constelación

Consta de 24 Satélites (en adelante SV, hoy son 30 con los de reemplazo), girando en 6 planos orbitales separados cada 55°.

El período Orbital es de 12 horas, es decir, se completan 2 vueltas a la Tierra por día, a una altura de aproximadamente 20.000 Km.

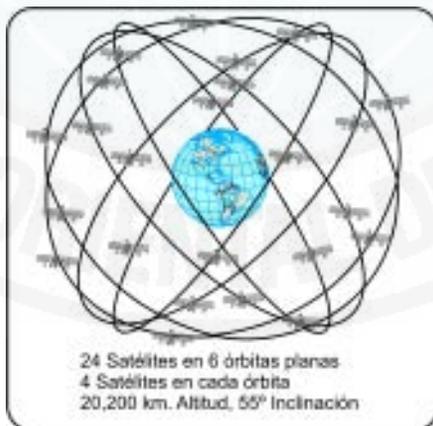


Fig.1: La constelación GPS.

Estos vehículos espaciales emiten ondas de radio en la banda L (1575.42 y 1227.60 MHz.) orientadas hacia la tierra, las que pueden ser recibidas siempre y cuando, nuestra antena receptora se encuentre **lo más libre posible de obstrucciones**, tanto sean construcciones, follaje espeso, etc. La recepción es posible en cualquier punto del planeta, a cualquier hora y bajo cualquier condición meteorológica. Cada SV es identificado por su "ruido", Pseudo Random Noise (PRN) el cual se expresa por un número.

### B. La Red de Estaciones de Control

La constelación es monitoreada, realimentada y mantenida permanentemente por 5 estaciones de control distribuidas en la zona ecuatorial terrestre, Colorado Springs (USA), es la Estación Maestra.

### C. Los Usuarios

Somos los que utilizamos el sistema para **diversos fines**, entre éstos la navegación en tierra, mar o aire, para ello contamos con receptores diseñados especialmente para este fin. Son de bajo precio, pequeño tamaño y relativamente fáciles de usar, siempre y cuando tengamos una idea de lo que estamos haciendo y conozcamos sus limitaciones.

Encontraremos cientos de marcas y modelos, unos y otros cumplen casi las mismas prestaciones y llegan a resultados similares.

### ¿Qué es un GPS navegador y como trabaja el Sistema?.

Un receptor navegador es capaz de recibir las señales de 4 o hasta 12 SV a la vez, procesarlas y mostrar en pantalla las coordenadas de su propia antena, es decir las de nuestra posición. En todo momento en el cielo podemos encontrar por lo menos 7 satélites (a veces hasta más de 12) disponibles; el

navegador elegirá en forma automática, con cuáles de ellos va a trabajar y los irá cambiando acorde a sus necesidades y a sus posibilidades de vista directa.

En grandes líneas, el sistema trabaja en base al cálculo de **tiempo** entre emisión y recepción, transformando luego estas magnitudes en **distancia** y computando estas distancias con los parámetros orbitales que son ya conocidos y anticipados, llegando a una solución o resultado (fix), que será desplegado en pantalla del receptor.

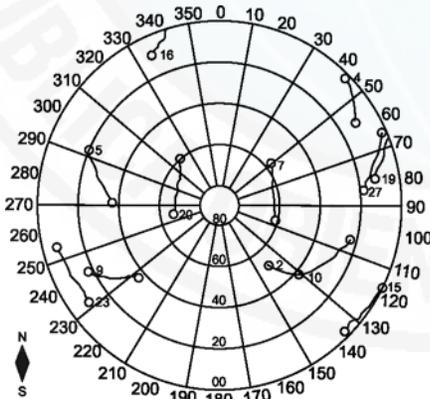


Fig.2. Satélites en el cielo y su desplazamiento en 1 hora. El centro es el zenit del usuario, el borde el horizonte

En principio se necesitan 3 satélites como mínimo para poder llegar a un resultado, pues vamos a tener 3 incógnitas a resolver:

Latitud ( $\varphi$ )                  Longitud ( $\lambda$ )                  Altitud (h)

Pero además necesitaremos comparar el reloj (u oscilador) del receptor, de mediana calidad, (su marcha) con los relojes muy precisos, (sistema de tiempo) de la Constelación, surgiendo así una **cuarta** incógnita: el **tiempo**.

Por esta razón si queremos las 3 coordenadas, x, y, z necesitamos receptionar al menos 4 satélites (4 incógnitas a resolver).

La altitud **no va a estar directamente referida al nivel medio del mar**, y a nuestros fines poco agregará. En caso de que se prescindiera de esta altitud, opción siempre disponible, (2D), la exigencia se reduce a 3 Satélites.

La **posición relativa, figura o geometría** de los SV en el cielo debemos revisarla, nos daremos cuenta que no es lo mismo tener todos los SV en un “rinconcito” del cielo que tenerlos distribuidos “idealmente”, esto sería: uno arriba de nuestra cabeza (zenit) y 3 o más por encima del horizonte cada 120 grados.

Esto es importante para lograr buenos resultados, la geometría de los SV se expresa como un número llamado **DOP** (Dilution of Precision) el cual **cuanto menor sea, mejor**. Se aceptan como buenos valores los menores al **número 4** (rango del 1 al 4). Este número algunas veces se puede ver en el receptor, otras es el mismo receptor que despliega un mensaje en su pantalla, haciendo notar que está operando con una mala geometría y sus resultados no son confiables, o simplemente da un entorno en m de su error probable.

La precisión final de una **solución o juego de coordenadas** es de alrededor de **4 o 5 m** para la mayoría de los casos, pudiendo llegar en un caso extremo a 32m, quiere decir que puedo estar como máximo a **32 m de mi posición real**.

Como vemos **esto nos limita**: no podemos marcar exactamente un punto o una dirección a una corta distancia. Sin embargo, el navegador resuelve la gran mayoría de las necesidades.

Esto es: si nos perdemos sabremos en qué coordenadas estamos, podremos conocer la dirección y distancia a todos aquellos puntos (Waypoints o Landmarks) previamente grabados en el receptor, así como también nuestra velocidad, azimut (bearing), el tiempo estimado de llegada (ETA), la distancia que nos apartamos del azimut directo (XTE), se puede además programar rutas, senderos, señalar lugares, hasta podremos hacer “cartas” donde no las hay, etc.

Todo esto con o sin luz natural, lloviendo o nevando, cualquier día del año.

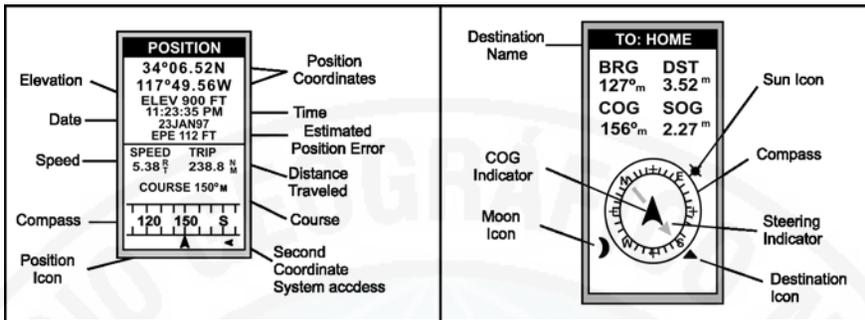


Fig.3: Un ejemplo de dos Pantallas de un receptor, podemos ver en la primera: coordenadas, fecha, hora, error estimado en las coordenadas, velocidad, distancia recorrida, curso, brújula. En la segunda: destino, azimut magnético, distancia al destino, dirección del movimiento, velocidad, fase lunar, etc.

### El Sistema de Referencia y la Proyección Cartográfica.

Otro problema se nos presenta cuando tomamos una carta y pretendemos navegar con el receptor GPS.

Las cartas de nuestro país están referidas a un **sistema propio, singular**. Lo mismo sucede con la proyección cartográfica.

En las últimas versiones de navegadores existe la posibilidad de un ajuste (seteo) de ambos.

Debemos asegurarnos que nuestra carta y nuestro receptor “hablen” en una misma lengua, en otras palabras que el Sistema de Referencia y la Proyección cartográfica deben coincidir en ambos.

El Sistema Global de Posicionamiento como su nombre lo indica se aplica para la totalidad del globo (respondiendo a las necesidades por las que fue creado). Es por ello entonces tener presente que el sistema **trabaja en WGS 84** (World Geodetic System 84).

En cuanto a coordenadas planas nos vamos a encontrar la mayoría de las veces con el Sistema de proyección **UTM** (Universal Transverse Mercator) compatible con todos los receptores.

El ajuste o seteo del receptor navegador debe contemplar lo siguiente para trabajar con la cartografía escala 1/25.000, 1/50.000, y 1/100.000 anterior a 1996 del SGM:

#### Tabla de Seteo para Receptor GPS Navegador

Definir una grilla o cuadrícula del usuario que corresponda a proyección TRANSVERSAL DE MERCATOR con los siguientes parámetros:

- Latitud de origen	00.00000N
- Latitud de origen	055.80000W
- Factor de escala	1.0000000
- Conversión de unidad a metros	1.0000000
- Falso Este en el origen	00500000.0
- Falso Norte en el origen	10002288.0

Definir como datum **YACARÉ**

## **A tener en cuenta cuando vamos a usar un receptor GPS.**

### **1. Alimentación.**

Es fundamental. Generalmente trabajan con pilas alcalinas comunes o de níquel cadmio recargables. Conviene tener un juego sin uso siempre disponible para cada receptor. Pueden traer conector para la toma del encendedor del vehículo, (12 voltios).

Si dejamos un rato el receptor sin pilas o alimentación, éste perderá la memoria, habrá que encenderlo nuevamente, setearlo (inicializarlo) nuevamente y dejarlo a cielo abierto más de 15 minutos para que comience a funcionar otra vez (dar posiciones).

### **2. La antena.**

En la mayoría de los casos es incorporada (está dentro de la carcasa), es muy útil una antena de techo para el vehículo (dentro del vehículo se coloca sobre el parabrisas, de manera de tener mejor cielo).

Cuidar las conexiones y los cables siempre, son delicados.

### **3. El Seteado (ajuste).**

Es fundamental indicarle al receptor cómo queremos que trabaje, en millas o kilómetros, **en que sistema de referencia, en que proyección**, en metros o pies, etc.

### **4. Dónde está el manual?**

Es la pregunta que debemos hacer **antes de**: Dónde está el GPS?

Como dijimos existen muchos modelos, con el manual y el receptor en la mano se puede y se debe hacer muchas pruebas **antes de depender de los resultados de un buen manejo.**

## 5. Dónde están las cartas?

Fundamental es fijarse de antemano en la información marginal sobre el sistema de referencia y proyección.

## 6. La Geometría

Como dijimos tener presente que con un **DOP mayor a 4 no podremos trabajar con confianza**. Nuestras referencias están ahora en el cielo, la constelación brinda en todo momento una geometría excelente, las obstrucciones la degradan.

## 7. Interferencias

El sistema para el usuario es pasivo, quiere decir que solamente se reciben señales de radio.

La radio del vehículo al hacer placa puede cortar la recepción si tiene buena potencia, es por ese motivo que las antenas se ubicarán lo más separadas posible; con los equipos handy no habrá problemas. Algunos manuales dicen que evitemos líneas de alta tensión y fuentes de radiación pero la experiencia dice que mayormente no hay inconvenientes, de todos modos puede perderse la señal por un momento solamente.

## 8. GPS y Brújula.

El receptor tiene en su memoria un Modelo Magnético de toda La Tierra, lo que permite usarlo además como brújula. No es común referirse a Azimuts Magnéticos teniendo la posibilidad de trabajar con Azimuts Geográficos de mucha mayor precisión.

### Algunos Términos

**Almanac Data.** Es un archivo digital que la constelación transmite donde se incluyen el estado y la posición de todos los SVs. Este archivo es almacenado y actualizado automáticamente por el Sistema. Sin éste no hay resultados, se borra unos pocos minutos después de quedar el receptor sin alimentación (sin pilas). Para volver a cargarlo debemos dejar el receptor encendido en cielo abierto por lo menos unos 15 minutos.

**Bearing.** Azimut magnético desde nuestra posición a nuestro destino en particular.

**Cross Track Error (XTE).** La distancia que en un momento puntual nos apartamos de un curso directo deseado.

**DOP (Dilution of Precision)** Número que representa la geometría de la constelación para un lugar determinado.

**Estimated Time of Arrival (ETA).** Hora estimada a la que llegaremos a destino.

**Estimated Time Enroute (ETE).** Tiempo estimado de arribo a la velocidad instantánea o promedio.

**Ground Speed,** (o SOG) Velocidad relativa de un móvil referida a un punto en tierra.

**Leg.** Segmento o “pierna” de una Ruta, distancia que une dos puntos (Wpts) de la misma.

**Track (TRK).** Es un archivo guardado automáticamente en la memoria con los últimos cientos o miles de puntos últimos donde el receptor obtuvo soluciones.

**Route.** Es una función de los receptores que permite crear rutas o rutinas de navegación uniendo puntos (waypoints) previamente archivados en su memoria.

**Waypoint (WPT).** Coordenadas de un punto (base, destino, puerto, helipuerto, etc.) archivadas en la memoria del receptor y que pueden ser seleccionadas para navegar, crear rutas, etc.

**XTE** distancia que nos apartamos de la dirección directa, (menor entre dos puntos).

Sin duda el Receptor GPS es un gran aliado del navegante, siempre y cuando la persona esté capacitada y familiarizada con el aparato, el Sistema y con la Carta.

**Bibliografía consultada:**

- Apuntes del GPS para Curso Observadores Militares (División Geodesia S.G.M.) 1998

# RED NACIONAL PERMANENTE Y ACTIVA DE REFERENCIA GEODÉSICA

*Autor: Tte.Cnel. Héctor Rovera*

## **Introducción**

La tendencia mundial marca la utilización de los sistemas de Posicionamiento Global a través de Satélites. Hoy es posible determinar la coordenada de un objeto fijo o en movimiento en un entorno que va desde 4 a 5m con un pequeño receptor navegador.

Cuando los requerimientos son más ajustados, es necesario recurrir a técnicas que implican la ocupación e instalación de otro receptor satelital en una estación base con coordenadas perfectamente determinadas. Esta técnica es lo que se conoce como GPS Diferencial o método diferencial.

Esta necesidad es resuelta en todo el mundo por redes de estaciones convenientemente emplazadas en el territorio, de manera de facilitar a los usuarios una referencia permanente, un servicio que facilita sensiblemente la obtención correcta y exacta de la información, abriendo nuevas oportunidades al reducir significativamente los costos en equipamiento para el usuario.

El concepto de Estaciones Permanentes entonces comprende la instalación de receptores de señales satelitales, con capacidad de rastrear los satélites disponibles de uno o varios sistemas las 24 horas del día los 365 días del año y de diseminar esos datos.

Estas redes resultan de menor costo y mantenimiento en la perspectiva de largo plazo, sin embargo, las estaciones requerirán un mantenimiento regular.

Las técnicas de cartografía asistida por computadoras, los sistemas de información geográfica y el posicionamiento por satélite, fruto quizás de la falta de recursos, o del propio tamaño del país, comienzan cada vez más a ponerse al alcance de los diversos usuarios nacionales.

Es tiempo de modernización, máxime teniendo en cuenta que es claro que la Red Geodésica Nacional es una responsabilidad que legal e históricamente le pertenece al SGM.

Existen dos opciones de funcionamiento (que responden a los métodos de levantamiento o navegación, etc.) para ese tipo de estaciones :

Post-Proceso y Tiempo Real.

El primero es el caso en el que los usuarios acceden a los archivos de la estación para efectuar el cálculo de procesamiento posterior en su ordenador y en el segundo, el usuario recibe los datos de la corrección vía transmisión inalámbrica (internet, radio, etc), para lo cual se requiere un mayor equipamiento, pero se obtienen otras ventajas.

### **Finalidad para el SGM:**

1. Actualizar la tecnología en lo que respecta a la implementación de un Marco de Referencia Geodésico Nacional.
2. Obtención de datos para aplicaciones del SGM, FFAA, Intendencias, Entes, Ministerios, Empresas privadas, profesionales como por ejemplo:
  - Información orientada al SIG, referenciación de objetos, etc
  - Navegación (terrestre, marina y aérea)
  - Topografía y Cartografía
  - Catastro
  - Ingeniería
  - Control de flotas, emergencia médica, seguridad, logística
  - Agricultura inteligente, forestación
  - Localización de redes de saneamiento, agua potable, gas
  - Recreación, turismo, pesca, senderismo, etc
3. Permitir la participación en el desarrollo científico a través de la integración a redes internacionales de monitoreo continuo. Por ejemplo:
  - Verificar la integridad del Sistema Global de Posicionamiento a través del análisis de los datos adquiridos por el rastreo.

- La obtención de modelos de corrección locales de refracción atmosférica para usuarios de receptores GPS monofrecuencia.
- Determinación y seguimiento de las variaciones del nivel del mar.
- Estudio de tectónica de placas continentales, terremotos e investigaciones de la atmósfera.

### Estado actual en la Región

El desarrollo de la utilización de GPS en la región ha tenido un amplio crecimiento en los últimos años, es así que los países vecinos han desarrollado redes de estaciones permanentes, si bien aún no activas.

El siguiente esquema muestra las estaciones más próximas al territorio nacional. Los círculos tienen un radio de 250 Kmts



El Instituto Brasileño de Geografía y Estadística (IBGE) es responsable por la red nacional, parte de nuestro territorio está cubierto por las estaciones Porto Alegre y Santa María, es posible usar archivos disponibles en el sitio web respectivo. Del mismo modo el Instituto Geográfico Militar de la República Argentina (IGM), administra la Red del vecino país. Las estaciones más próximas son: el propio IGM, La Plata y Rosario, estas dos últimas a través de las Universidades respectivas.

Como se puede deducir se necesitan al menos 3 estaciones (Montevideo, Santa Teresa y Tacuarembó) por ejemplo.

Hay que tener en cuenta, que a mayor disponibilidad de estaciones mejores serán los resultados para el usuario.

El elemento crítico para el buen éxito del proyecto es seleccionar y proporcionar la capacitación necesaria al personal.

Se pretende así brindar una herramienta moderna que permitirá al usuario abaratar sensiblemente sus costos y al mismo tiempo potenciar sus rendimientos y resultados.

### **Bibliografía**

- Desarrollo e implementación de un Marco Geodésico para El Salvador Guatemala, Honduras y Nicaragua. U.S. Department of Commerce, National Geodetic Survey.
- IBEREF-GPS Red de Estaciones Permanentes GPS en España.
- The Ordnance Survey National GPS Network online services, UK.
- CORS Electronic Newsletter, <http://www.ngs.noaa.gov/CORS>.
- Proyecto RAMSAC IGM Rep Argentina.

# MODELO DIGITAL DE ELEVACIÓN

*Autores: Capitán Juan J. Croquis  
Cabo 2<sup>a</sup> Ruben Gómez*

## Introducción

En el correr del año 2004 surge como proyecto la viabilidad del desarrollo de un MDE (Modelo Digital de Elevación) en base a archivos vectoriales (2D y 3D) de los que el Servicio dispone.

Se comenzó entonces con el proceso de búsqueda de información e investigación exclusivamente en Internet, realizando pruebas de ensayo/error con los software disponibles comentados más adelante en este informe. En principio se determinarán los conceptos teóricos (definición, estructuras, usos) para posteriormente pasar al software utilizado para realizar los MDE.

## Definición

El Modelo Digital de Elevación (MDE) es una estructura numérica de datos que representa la distribución espacial de la elevación de la superficie del terreno.

La unidad básica de información de un MDE es un valor de elevación  $Z$ , al que acompañan los valores correspondientes de  $X$  e  $Y$ , que expresados en un sistema de proyección permiten una precisa referenciación espacial.

Existen varias formas de representar estos modelos de elevación de acuerdo a la estructura y organización de los datos. Clásicamente dos formas son las más comunes de presentar los modelos:

**Vectorial:** basado en entidades u objetos geométricos definidos por las coordenadas de sus nodos y vértices.

**Raster:** basado en las localizaciones espaciales sobre una retícula regular de puntos a los cuales se le asigna el valor de elevación.

## **Estructuras vectoriales**

### **Contornos**

Es un vector compuesto por un conjunto de pares de coordenadas que describen la trayectoria de una línea isométrica (curvas de nivel), donde el número de elemento de cada vector es variable. En este caso el MDE está constituido por el conjunto de curvas de nivel que pasan por una zona, separadas generalmente por intervalos constantes de altitud.

### **Redes de triángulos irregulares**

Es una estructura cada vez más utilizada, que se representa como conjunto de triángulos irregulares adosados. Los triángulos se construyen ajustando un plano a tres puntos cercanos no colineales y se unen sobre el terreno para formar un mosaico que se adapta a la superficie con diferentes grados de detalle, en función de la complejidad del relieve.

Normalmente la distribución de puntos es aleatoria, pero es posible partir en base a los puntos de isolíneas.

## **Estructuras raster**

### **Matrices regulares**

Es el resultado de superponer una retícula sobre el terreno y extraer la altitud media de cada celda o asociar un valor puntual de altura para el centro de la celda. La retícula puede ser una grilla regular de filas y columnas. Cada dato está implícitamente localizado según su situación en la matriz. Las matrices de altitud suelen provenir de la interpolación de modelos previos de contornos o por métodos fotogramétricos o radargramétricos.

### **Matrices de resolución variable**

En este tipo de matrices los elementos pueden estar ordenados como en las matrices regulares o bien organizados en submatrices a resolución diferente. La estructura final es como un árbol jerárquico y dinámico de submatrices con profundidad en principio arbitraria y cuya resolución espacial se duplica en cada nivel. Este tipo de modelo posibilita solucionar el problema de la resolución espacial prefijada, como es en el caso de las matrices regulares, manteniendo en principio las ventajas de sencillez conceptual y operacional.

Los usos de un MDE son varios

### **Turismo**

Vuelos virtuales interactivos y realistas con aplicaciones de texturas, etc. sobre zonas de interés turístico donde el cliente pueda apreciar la morfología del lugar. Esto facilita la información, es muy atractivo, y podría mostrar infraestructuras de la zona con información de las mismas.

## Obras públicas

Se puede mostrar como quedará una futura obra en tiempo real, antes de haber empezado su construcción.

Realizar perfiles de terreno.

Cálculos de volúmenes de excavación.

## Educación

Se puede utilizar en escuelas o liceos para mostrar zonas atractivas y características del país adaptados al programa educativo siendo más atractivo y fácil de asimilar que el método tradicional.

## Militar

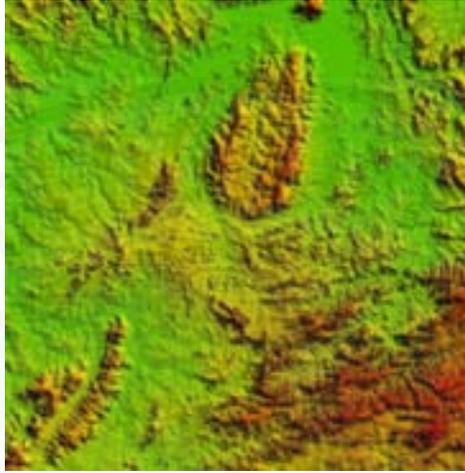
Tácticas, maniobras, accesos, conocimientos general del terreno para diferentes aplicaciones militares.

## Ejemplos:

Uno de los más importantes ejemplos en desarrollo de Modelos Digitales de Elevación, es el Proyecto co-patrocinado por la NASA (National Aeronautic and Space Administration) y el NGA (National Geospatial-Intelligence Agency) denominado SRTM 90m - DTED ( Shuttle Radar Topographic Misión - Digital Terrain Elevation Data) que ha provisto de datos de elevación por sobre el 80% del Globo. Es una matriz uniforme de valores de elevación indexado a puntos específicos en la tierra. Creado en el sistema Geodésico Mundial (World Geodestic System 1984 (WGS84). Estos datos son distribuidos en forma gratuita por USGS y disponible para descargar desde el National Map Sampless Data Distribution System. Los datos están con una resolución aproximada de 90m de resolución y con un error vertical menor a 16m.



SRTM 90 m Digital Elevation Data



SRTM DTED® (central Brazil)

## NUESTRA EXPERIENCIA

Basado en el Software Geoterrain para el cual se cuenta con la licencia correspondiente, se realizaron varios proyectos generando diferentes MDE y Perfiles de los mismos.

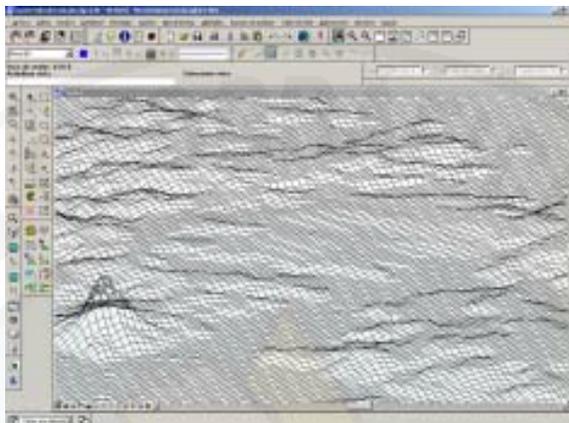
### 1er. Proyecto

En base a un archivo 3D se generó un mallado 3D y se realizó un corte sobre este para obtener un perfil del terreno, se exportó a un formato que pueda ser utilizado por el público en general (DWG de Autocad) como posible producto con curvas, perfil, puntos acotados, y mallado 3D separados por niveles. Este modelo luego fue importado en 3D Studio Max, al cual se le asignó una textura y se realizó un recorrido virtual.



Captura de recorrido virtual del proyecto

## 2do.Proyecto:



Captura del Mallado a partir de curvas de nivel en Geoterrain de una zona de Montevideo

En este proyecto se utilizaron archivos vectoriales 2D, de la cartografía a escala 1:50.000. Se procedió a tomar cuatro cartas con la información hipsográfica (Curvas de Nivel) de dichos archivos, las cuales se las unió y posteriormente catalogaron las curvas por altura, asignándole un nivel a cada grupo de curvas de manera de facilitar la asignación de su Z. Una vez colocadas todas las alturas (Z) se generó el MDE.

Mediante el mismo procedimiento que el anterior se realizan pruebas con un archivo vectorial 1:20.000 con un intervalo de curva de 10 m, generando el MDE para una posterior edición en 3D Studio Max, donde se le colocó el amanzanamiento a título demostrativo.



Edición centro urbano en 3D studio max con alturas demostrativas

## CONCLUSIÓN

Visto que en este tiempo los grandes avances en el desarrollo de Modelos Digitales de Elevación en otros países así como también la solicitud llegada a este Servicio sobre la realización de los mismos, se hace necesario contar con este producto adicional a los ya existentes.

La experiencia obtenida en el desarrollo y aplicación de MDE son escasas debido a la falta de capacitación sobre los softwares y potencialidad de los mismos.

No obstante, y gracias a la gran capacidad técnica e iniciativa de nuestro personal, en base a pruebas de ensayo/error e investigación vía Internet hemos logrado desarrollar un MDE como se mencionara anteriormente.

Seguimos estudiando, buscando y solicitando información sobre el tema de manera de crecer cada vez más en la medida de las posibilidades, agotando los medios a nuestro alcance para lograr un producto de calidad que pueda llegar al público y/o Entidades tanto estatales como privadas.

### Bibliografía

- The CGIAR for Spatial Information (CGIAR-CSI) (<http://srtm.csi.cgiar.org/Index.asp>)
- USGS ([www.usgs.gov](http://www.usgs.gov))

## ACTUALIZACIÓN CARTOGRÁFICA

*Autores: Sgto. Giselle Bottazzi  
Sgto. Luisa Fumega  
Cabo 2ª Fernando Martínez  
Cabo 2ª Nicolás Silvera*

El desarrollo económico y social impone diferentes modalidades en el uso de la tierra; los cambios demográficos alteran las áreas urbanas y la explotación de los recursos modifican la superficie del planeta, resultando así cambiante.

Los mapas, que no son otra cosa que un retrato de la superficie terrestre en períodos variables, llegan a ser obsoletos. Esta obsolescencia se presenta cuando los cambios ocurridos y no mostrados en el mapa, exceden ciertos parámetros preestablecidos.

Desde este punto de vista, la actualización cartográfica puede definirse como el proceso mediante el cual el cartógrafo adecua el contenido de información del mapa a las especificaciones cartográficas aceptadas por el país, tratando de alcanzar la exactitud absoluta.

Actualizar los mapas cartográficos nunca ha sido una tarea fácil.

Actualmente se ha venido desarrollando varios métodos para la actualización de mapas que garantizan la exactitud de la base original de datos. Las diversas técnicas que se emplean para la actualización parcial cartográfica se reflejan en los procedimientos que varían según el tipo de información con que se cuenta.

La utilización de diversas fuentes de información traen consigo un grado de deformaciones e inexactitudes que tienen que ser corregidas al máximo para la perfecta utilización de toda esta información.

La actualización puede variar desde la inclusión de una simple edificación hasta la actualización de toda una red vial.

La decisión referente al tipo de actualización y la característica de la revisión que ha de efectuarse dependen de varios factores adicionales. En todo caso los mapas están sujetos a una constante actualización.

También se considera el tipo de actualización combinada, en la que intervienen tanto la actualización con trabajos de campo conjuntamente con la revisión del resto del mapa con algún otro tipo de información.

Sabemos que la Cartografía base del S.G.M. escala 1:50.000, se desarrolló con información proporcionada por vuelos de los años 1966/67 en lo que respecta a imágenes y con el procesamiento de la información obtenida de trabajos de campo.

Toda esta información base se ha venido actualizando en forma parcial con la utilización de distintos tipos de información, que son:

- **Información de Campo:**

Obtenido de las campañas del Servicio y de Unidades en el interior. El S.G.M. está realizando un esfuerzo en la colección de la información y para ello ha contado con la ayuda de Unidades en el interior aportando información sobre: rutas, caminos, puentes, escuelas, etc. El aporte se realiza mediante formularios específicamente confeccionados y graficados en cartas digitalizadas; confirmando, agregando, suprimiendo y/o rectificando información geográfica existente.

Por lo general la compilación se realiza en zonas sub-urbanas y rurales donde el acceso es difícil y donde la existencia de la información es escasa.

Estas actualizaciones cuentan con un buen grado de exactitud.

Para los levantamientos realizados por métodos clásicos, se estableció una tolerancia de 10m.

Además se cuenta con actualizaciones realizadas mediante la utilización de GPS incorporados en los vehículos, relevando carreteras, caminos y también objetos que requieran una mejor precisión.

Ejemplo de actualización mediante la utilización de GPS



El GPS es una herramienta útil para la Teledetección. Se ha demostrado la viabilidad de esta información en el registro de coordenadas sobre puntos de control, necesarios para geocorregir imágenes satelitales para la actualización cartográfica.

En fotogrametría las técnicas de GPS diferencial sustituyeron a las observaciones clásicas para la corrección y restitución de fotografías aéreas determinando de manera rápida y eficaz los puntos de control.

- **Planos de Rutas, Proyectos habitacionales, Obras de ingeniería, etc:**

Obtenido de distintas oficinas públicas, como ser M.T.O.P. (Ministerio de Transporte y Obras Públicas) son de gran importancia, básicamente consiste en la utilización de planos de nuevas rutas, planos con rectificaciones en trazados, confirmación de kilómetros carreteros, los cruces de rutas, el tipo de pavimento, etc., toda información necesaria para complementar todo lo anterior. También, en lo que corresponde al I.N.C. (Instituto Nacional de Colonización) y a M.E.V.I.R. (Movimiento Pro Erradicación de la Vivienda Insalubre Rural), la utilización de planos con los límites de colonias y planos de centros poblados recientemente construidos. Esta información cuenta con un grado mayor de dificultad a la hora de realizar la actualización ya que muchas veces se ofrecen a otra escala y con precisión variable. Se debe tener mucho cuidado ya que los proyectos no siempre son materializados en la realidad.

- **Informes del I.N.E., A.N.E.P.:**

Obtenido de las mencionadas oficinas públicas, consiste en la utilización de informes del I.N.E. (Instituto Nacional de Estadística) para actualización de las categorías de centros poblados, los de A.N.E.P. (Administración Nacional de Educación Pública) que corresponden al Nomenclator de Escuelas de todo el país, que se utiliza para la actualización de Escuelas y la localización de centros poblados o parajes.

- **Leyes, decretos y resoluciones departamentales y nacionales:**

Básicamente utilizado en la actualización del nomenclator de las ciudades y centros poblados del interior. También la utilización de éstos en las designaciones de nombres oficiales a distintos sitios y lugares de interés.

- **Imágenes fotográficas:**

Obtenidas de la Fuerza Aérea Uruguaya (Años 94 y 96) a escala 1/10.000 correspondientes a centros poblados de todo el país, utilizadas para la actualización de Cartografía Urbana y Trabajos especiales.

También contamos con fotografías aéreas correspondientes al departamento de Maldonado (Años 2003 y 2004) a escala 1/10.000 que abarcan los principales centros poblados, como Piriápolis, Maldonado y

Punta del Este. Estos vuelos permiten actualmente realizar trabajos en este sentido.

Para el presente año se contará con fotografías aéreas nuevas a escala 1/40.000 de la zona suroeste del territorio, serán utilizadas para la actualización en los departamentos de Colonia, San José, Canelones y Montevideo.

- **Imágenes Satelitales:**

Las ventajas de la utilización de las imágenes satelitales consiste en un recubrimiento más extenso de un área de terreno con respecto a la utilización de fotografías aéreas, reduciendo así el costo por km<sup>2</sup> de la captura de datos del terreno.

Otra cualidad de dichas imágenes es su actualización ya que el sensor satelital constantemente está captando los cambios que se suceden en la superficie terrestre.

Mediante la adquisición de programas específicos para la manipulación de imágenes y de éstas, se logra una optimización de la información.

Se debe tener en cuenta la relación entre la escala de la carta a actualizar y las especificaciones de las imágenes.

Para que estas imágenes puedan ser utilizadas en la actualización cartográfica deben de ser sometidas a diferentes tratamientos y procesamientos, entre los cuales se destacan la geocorrección que consiste en la transformación de coordenadas imagen a coordenadas terreno, tomando como referencia puntos de control de campo que posteriormente son identificados en la imagen para crear el nexo entre la imagen y el sistema de coordenadas. Otro de los tratamientos es la utilización de filtros para el realce de la imagen y la definición de límites de diferentes áreas.

Los requisitos para que las imágenes sean apropiadas para la utilización en la actualización de la cartografía base 1/50.000, exigen una resolución acorde, que requerirá como máximo 12,5 m de tamaño de pixel. Algunos de los sensores que pueden captar estas imágenes son IKONOS, SPOT, QUICKBIRD, etc.

Una vez procesadas las imágenes y cumpliendo los requisitos anteriormente descritos se procede a la captura de la información mediante un programa que nos permite su visualización y la vectorización de los nuevos elementos y/o aquellos que hayan cambiado contenidos en la misma, para su posterior inclusión en la carta ya digitalizada.

# CUESTIÓN DE LAS ZONAS UTM PARA LA REPRESENTACIÓN DE LA REPÚBLICA ORIENTAL DEL URUGUAY

*Autor: Tte.Cnel. Héctor Rovera*

## 1. Los sistemas de proyección cartográficos

Rápidamente refrescaremos algunos conocimientos.

Una Proyección Cartográfica es exactamente una correspondencia biunívoca entre los puntos de la superficie terrestre y los puntos de un plano llamado Plano de proyección.

Puesto que cualquier punto del elipsoide, está definido por sus coordenadas geográficas (latitud  $\phi$  y longitud  $\lambda$ ), asimismo cualquier punto del plano lo está por sus coordenadas cartesianas (X, Y), existirá una serie infinita de funciones o relaciones que ligen ( $\phi, \lambda$ ) con (X, Y). Cada una de estas infinitas relaciones será un sistema de proyección Cartográfico.

Para determinar un lugar, para medir una dirección o distancia, se utiliza siempre un sistema de ejes cartesianos (perpendiculares u ortogonales) que sustituyen a los arcos de paralelos y meridianos, se sobrepone así una grilla o cuadrícula. La misma, no tiene significación geográfica y se construye de modo que todas las coordenadas tengan valores positivos, evitando así posibles fuentes de error. Como en todo sistema cartesiano los valores se incrementan hacia la derecha y hacia arriba (Norte y Este en nuestro caso).

### *Mantenimiento de las propiedades*

En el pasaje desde el elipsoide al plano resultará imposible mantener todas las propiedades geométricas de los elementos: ángulos, superficies y distancias se verán siempre, en alguna medida, distorsionadas.

### *Conformidad*

Si un mapa mantiene los ángulos que las líneas forman en la superficie terrestre, se dice que la proyección es conforme.

El requerimiento para que haya conformidad es que en el mapa los meridianos y los paralelos se corten en ángulo recto y que la escala se mantenga en todas las direcciones alrededor de un punto, cualquiera sea éste.

El término “mapa conforme” es a veces erróneo pues las condiciones de conformidad pueden mantenerse sólo en pequeñas áreas de un mapa plano (cartas topográficas). Las formas continentales mostradas en el plano conforme, difieren notablemente de la realidad.

### *Equivalencia*

Equivalencia es la condición por la cual una superficie en el plano de proyección mantiene las mismas superficies que en el elipsoide. La equivalencia no es posible sin deformar considerablemente los ángulos originales. Por lo tanto, ninguna proyección puede ser equivalente y conforme al mismo tiempo.

### *Equidistancia*

Cuando una proyección mantiene las distancias entre dos puntos situados sobre la superficie del Globo (representada por el arco de Círculo Máximo que las une) se denomina equidistante.

Es posible diseñar mapas que tengan estas características, pero las distancias correctas sólo podrán ser medidas desde un punto, o una recta como máximo. Las distancias entre otros puntos se verán siempre, de algún modo u otro, afectadas.

### *Mantenimiento de las direcciones*

Algunos autores toman en cuenta la propiedad de algunas proyecciones de mantener y representar las reales direcciones las que son llamadas Azimutales. No confundir con conformidad.

Si bien la mayoría de las cartas topográficas conservan las formas y alteran las superficies, la escala reduce los efectos de las deformaciones que se producen, principalmente en las distancias y también en las direcciones, pero si se es conforme se debe ser consciente que las áreas se deforman y viceversa.

La cartografía básica a escala 1:50.000 permite prácticamente ignorar gráficamente las alteraciones de una proyección, sin embargo es necesario tenerlas siempre presentes cuando se manejan los valores de coordenadas.

## **2. Los Sistemas de Proyección utilizados en el Uruguay**

Vamos a dar una idea de los sistemas adoptados a partir de la fundación del Servicio Geográfico Militar.

## A. Poliédrica o Policéntrica (ortogonal)

Cuando se emplean múltiples planos tangentes al esferoide, el conjunto forma un volumen de superficie poliédrica, de ahí el nombre de esta proyección.

Las razones de su adopción están suficientemente explicadas en el Boletín técnico N° 1 del S.G.M.:

“La poliédrica, por ser la más simple y la que presenta mayores ventajas para la rápida construcción de las hojas, será la adoptada en nuestra carta”.

La simplicidad del cálculo es primordial para la época.

Son proyecciones ortogonales sobre planos tangentes a la superficie del esferoide en cada centro de las hojas. Las proyecciones se realizaban sobre planos tangentes al elipsoide de Clarke de 1880.

En la misma publicación se determina la división y escala de las hojas (más adelante en el tiempo modificadas).

Finalmente se adoptan los arcos, tomados de 80' de paralelo por 40' de meridiano, para la escala 1:100.000, 40' por 20' para la escala 1:50.000 y 20' por 10' para la escala 1:25.000, siempre hablando en grados centesimales.

Este sistema de proyección, no siendo conforme ni equivalente, presenta sin embargo anamorfosis de distancias, superficies y ángulos insignificantes dentro de cada hoja por lo que permite establecer una cuadrícula plana en cada una de ellas sin que prácticamente se aprecien errores.

El problema aparece al tratar de unir las hojas, ya que no cubren todo el espacio dejando un ángulo vacío (son trapecios isósceles), puesto que cada una de ellas es representada por un trapecio regular afectado por la convergencia de meridianos que varía en función de la latitud (aumento en relación directa).

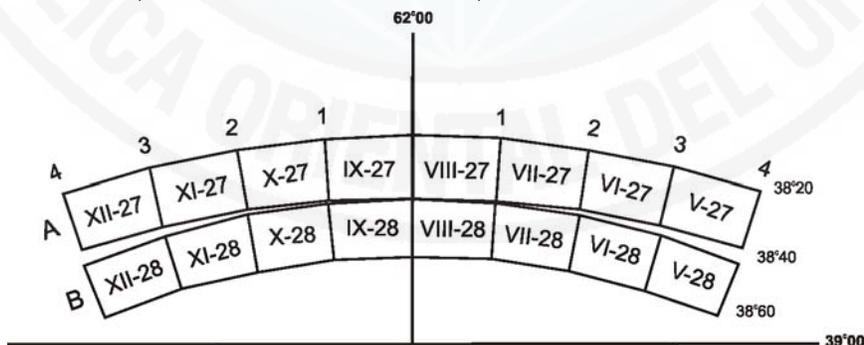


Fig.1 Bandas paralelas de forma de asegurar aberturas mínimas entre las hojas

Los contactos se mejoraron introduciendo bandas paralelas. Las cartas se unieron por sus meridianos a partir del 62 grados centesimales.

La separación máxima es calculada para la octava fila de hojas es de 17,13 m, lo que representa un poco más de tercio de mm a escala 1:50.000 (mayor a lo que el ojo humano puede apreciar, 0,2 mm.).

### B. Proyección Transversa Mercator o Gauss Krüger (cilíndrica transversal conforme y modificada).

Gerardo Kremer (1512-1594, más conocido por su nombre latinizado, Mercator) utilizó un cilindro normal tangente en el Ecuador para representar su carta mundial en el año 1569.

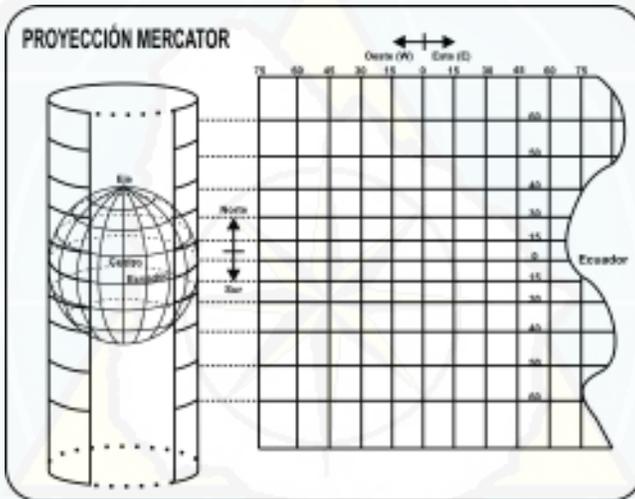


Fig. 2 Cilindro normal tangente en el Ecuador

Como se aprecia tanto meridianos como paralelos aparecen como rectas perpendiculares, ideal para la navegación pero variando rápidamente la escala a medida que nos alejamos del Ecuador.

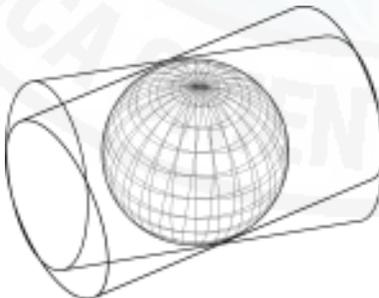


Fig.3 Cilindros transversales tangentes a un meridiano

El problema de pérdida de escala con la latitud se resuelve más adelante en el tiempo, girando 90° el cilindro (poniéndolo transversal, de allí su nombre), para que de este modo sea tangente con un meridiano.

Esto permite que la proyección se mantenga conforme y la escala no se vea afectada al variar la latitud.

La variante, fue inventada por el cartógrafo y matemático Johan Heinrich Lambert (1728-1777), los trabajos de Lambert continuaron hasta producir una tabla de coordenadas y un mapa de las Américas proyectado de este modo, como se presenta en la figura anterior.

Fue Carl Friedrich Gauss (1777-1855) el matemático que la desarrolló a partir de 1822 y L. Krüger que entre 1912 y 1919 publicó las fórmulas relativas al elipsoide.

Por ello en Europa es conocida como Proyección Gauss - Krüger mientras que en Estados Unidos se la denomina Transversa Mercator.

Existen fórmulas válidas para calcular coordenadas de cualquier punto del elipsoide, aunque no son prácticas debido a las grandes deformaciones con la longitud, y de ahí que su utilización sea restringida a husos o bandas de hasta 4º de ancho, normalmente 3º.

Se trata de sucesivos cilindros que dividen a la tierra en husos o zonas.

Los meridianos y paralelos ya no son rectas sino curvas complejas, salvo el Ecuador y el meridiano tangente. La escala varía al aumentar la distancia al meridiano central, y permanece constante en el meridiano tangente (factor de escala 1,0000, no existe deformación).

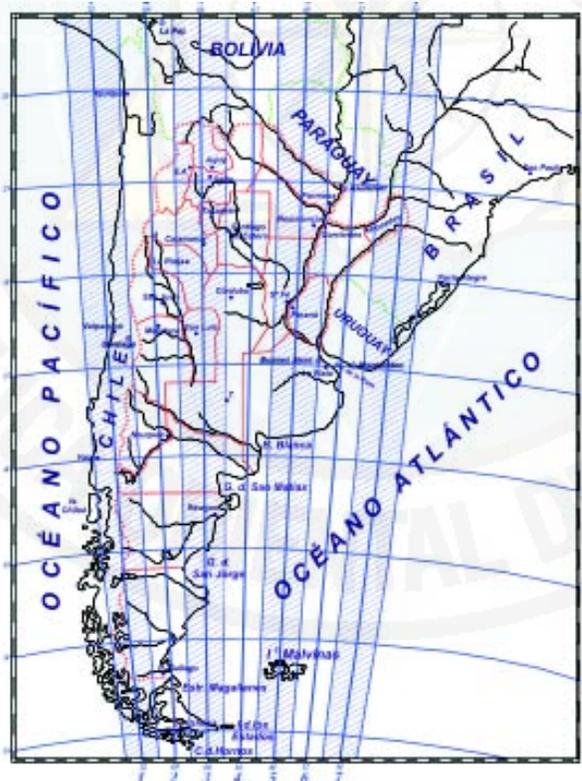


Fig. 4 Zonas de la proyección Gauss Krüger para la RA según Müller

Con el fin de resolver el inconveniente de la proyección poliédrica, en la década de los 40 se adopta para nuestro país.

Infortunadamente el área terrestre de la República queda comprendida en dos Husos distintos: los correspondientes a los meridianos 57° y 54° Oeste.

La solución para su época fue:

El elipsoide de Hayford se proyectaba en un cilindro transversal y tangente a un meridiano en particular el 62 grados centesimales (55,8°, o lo que es lo mismo 55° 48' sexagesimales), que divide casi exactamente en dos mitades al Territorio Nacional. Por esta razón decimos que es una proyección **modificada**, ya que no respeta los meridianos estándar (cada 3° en longitud) para representar La Tierra.

Se desarrolla una cuadrícula en grados centesimales, quedando determinada, representada y definida por los siguientes parámetros:

Elipsoide: Internacional o de Hayford 1924.

Latitud de origen : 0° en el Ecuador

Longitud origen : Meridiano de Greenwich

Sistema de Proyección: Gauss-Krüger (Transverso Mercator) modificado, meridiano de contacto 62 grados centesimal, (55° 48' sexagesimal).

Cilindro tangente al meridiano central (de contacto)

Origen de las Y: en el Polo Sur, Falso Norte en el Ecuador  
10.002.288,299 m

Origen de las X: 500 km al Oeste del Meridiano de Contacto (MC), Falso Este en el MC: 500.000 m

Factor Escala: 1,00000 en el meridiano de contacto

Unidades de Medición: metros

De ese modo se evita duplicación de grillas, coordenadas, más los inconvenientes del momento para el cálculo y la cartografía en los límites de huso a costa de una mayor distorsión para las áreas más alejadas del meridiano tangente (ver anexo B).

### C. Proyección Universal Transversa Mercator (U.T.M.)

Descripción

Si bien se basa en la proyección anterior, su "universalidad" se consigue también empleando distintos cilindros a varios meridianos, separados entre sí 6°.

Ésta consiste en una proyección cilíndrica transversal pero **secante al elipsoide**. Esto significa que un número finito de cilindros (60) cuyos ejes son perpendiculares al eje de rotación terrestre, son utilizados como superficies donde se proyectan los puntos de La Tierra, pero ya no tangentes sino que cortan al elipsoide a ambos lados de un meridiano.

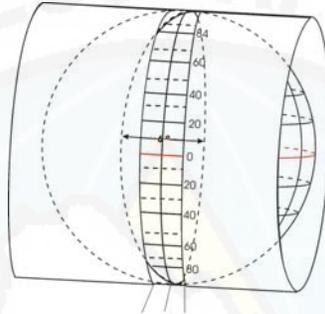


Fig. 5 Proyección a 60 cilindros secantes a ambos lados del Meridiano Central

En la enciclopedia Británica de 1911 no se la describe, pues se la tenía como “proyección raramente usada”.

En 1934, ya se habla de ella como “ligeramente usada”.

La proyección Universal Transversa Mercator (UTM) y su cuadrícula (C UTM) es adoptada por el ejército norteamericano en 1947, para disponer de mapas militares con coordenadas rectangulares de cualquier parte del mundo.

Durante 1979 fue escogida como mapa base de Norteamérica a escala 1:5.000.000.

El SGM la utiliza por primera vez en nuestro país para la cartografía escala 1:250.000 y luego en la primera carta vectorial de Montevideo del año 1996.

Siendo la proyección lo suficientemente difundida y adoptada representa hoy una muy importante herramienta para el intercambio de información geomática (Término moderno que incluye las ciencias, ingenierías y tecnologías relacionadas a la medición y determinación de información georreferenciada).

La Tierra entre latitudes 84° N y 80° S queda dividida en **60 husos o fajas** de 6° de Longitud, numerados de 1 a 60 desde el antimeridiano de Greenwich de forma que el meridiano 0° separa los husos 30 y 31.

A su vez, cada uno de estos husos se divide en “rectángulos” los que llamaremos zonas de 6° de latitud (ancho) por 8° de longitud (alto),

las últimas de la fila del extremo Norte son de 6° por 12°. Estas zonas se identifican por medio de letras y de números (fig. 7).

Los números de las columnas, corresponden al número del huso (1 al 60).

Las filas se designan con letras mayúsculas desde la C, a la X excluyéndose la letra I y la O a fin de no confundirlas con los números cero y uno, (en total son 20 zonas para cada huso). Se comienza a partir del paralelo 80° Sur con la letra C, hasta el 84° Norte, letra X. Se evita así la duplicación de coordenadas entre husos e internamente en cada huso, entre los hemisferios Norte y Sur.

La designación de cada zona del cuadrículado general se hace leyendo primero el número de huso y luego la letra que corresponde.

El sistema se completa con dos proyecciones polares estereográficas para las latitudes mayores (Universal Polar Stereographic, UPS).

En cada proyección (en cada cilindro secante, faja o huso) , sólo el meridiano central y el Ecuador aparecen como líneas rectas.

El meridiano central del huso se dibuja a una escala reducida (menor a la unidad), en este caso, 0.9996, en la proyección aparecerán dos líneas automecóicas (que no son exactamente líneas rectas sobre las cuales el factor escala vale 1,0000). Éstas son aproximadamente paralelas y se encuentran situadas 180 Km al Este y Oeste respectivamente de cada meridiano Central.

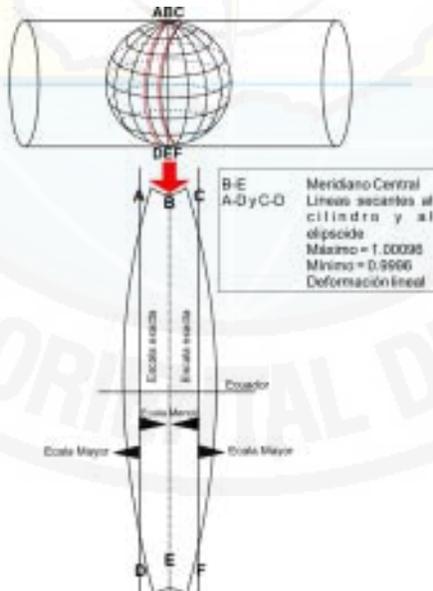


Fig 6 Comportamiento de la escala en un huso

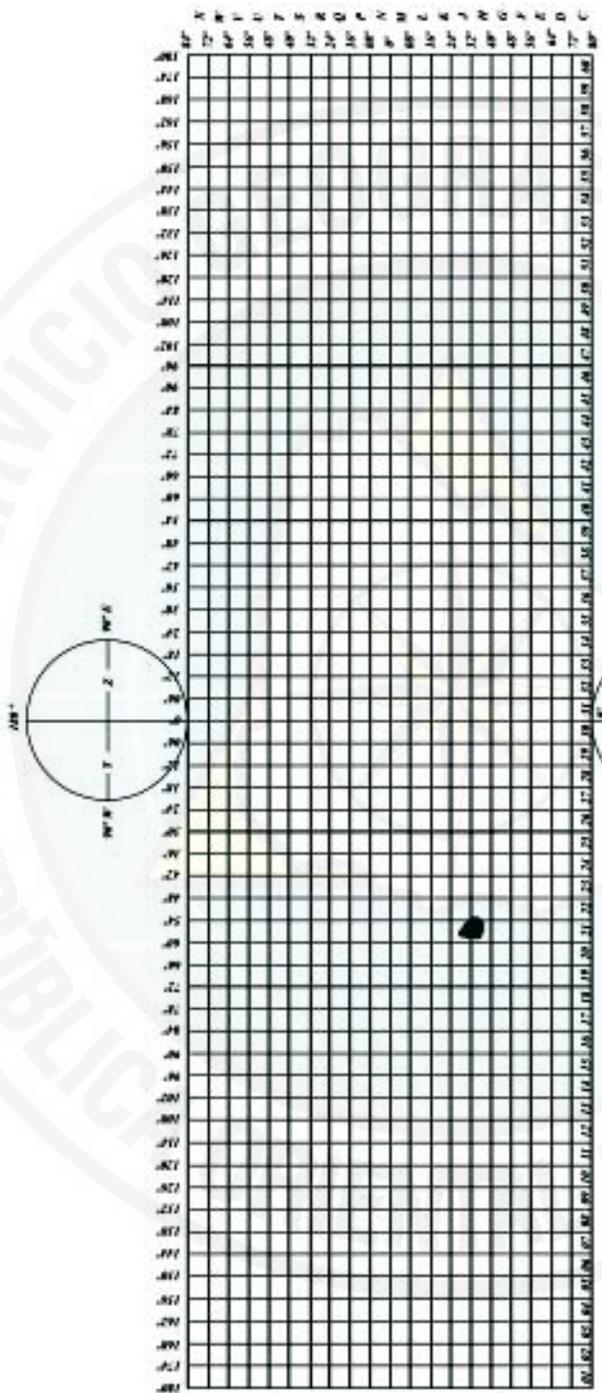
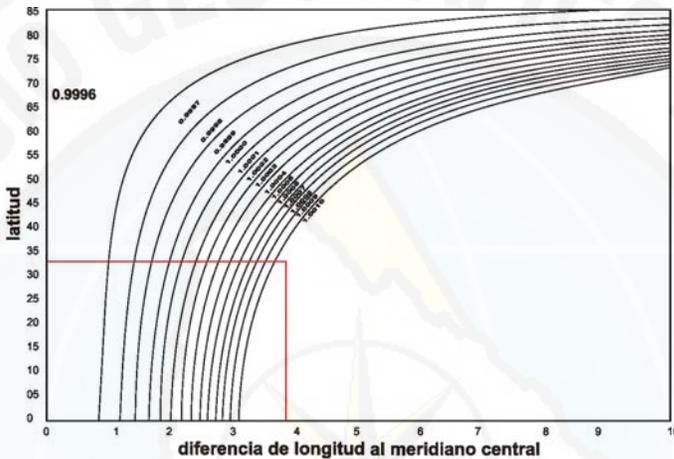


Fig. 7 División e identificación de los Husos y Zonas , ubicación del Uruguay

Entre ambas líneas la escala es inferior a 1, mas allá de ellas la escala se hace mayor, alcanzando un factor de 1,001 en los meridianos bordes de cada huso, para nuestra latitud.

De esta forma se está introduciendo una pequeña deformación en la zona central pero se reduce en los extremos aunque en el otro sentido (mayor a la unidad, factores de escala superiores a 1.000).



Isótopas de factor escala. Los valores van desde 0,9996 en el meridiano central hasta 1,001

Fig. 8 Sobre el lado derecho el vértice en rojo representa la ubicación relativa de Punta Muniz, una de las zonas del País más alejada del meridiano 54° central del huso 21.

El artificio de manejar los valores de escala, permite aumentar el ancho de las fajas o husos, lo que disminuye su número total de 120 en la

TM a la mitad, en la U.T.M., simplificando el trabajo y obteniendo mejores resultados al controlar mejor los factores de escala.

Se mantienen así las distorsiones (de escala y azimutes) dentro de un límite aceptable dentro de la faja correspondiente.

Para el Uruguay los zonas correspondientes son: 21J, 21H, 22J y 22H.

Nótese que si bien existen dos husos, no aparecen coordenadas repetidas debido a que en el peor caso (extremo Este de

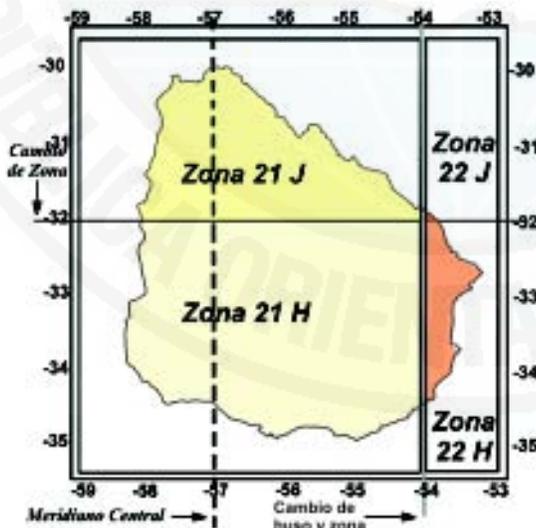


Fig.9 Cuadrículado general UTM para el Uruguay

Punta Muniz) no existe réplica dentro de nuestro territorio en el extremo Oeste del Huso 21.

Coordenadas Planas

El origen de las abscisas "x" o Easting (E) siempre se encuentra a 500.000 m al Oeste de cada Meridiano Central del huso.

Para el origen de las ordenadas "y" o Northing (N) existen dos posibilidades:

En el Hemisferio Sur, la lectura en el Ecuador es de 10.000.000 m.

Para el Hemisferio Norte, el 0 m está sobre el Ecuador.

Estas serán las coordenadas que un receptor GPS nos mostrará en pantalla.

Para el SGM : 21    577610        E (no confundir con Este)  
                          6139881        N (no confundir con Norte)

Como podemos deducir las cifras se podrían repetir en cada huso, este es el motivo por el cual se debe introducir una identificación para cada uno de ellos (su número). Las coordenadas vienen dadas siempre en metros.

### 3. El problema

Para nuestro país, se deben usar dos husos diferentes (Figura 9). La primera, faja 21, tiene meridiano central en los 57º, con letras J y H; la segunda, faja 22 tiene meridiano central en los 51º de longitud y letras J y H.

Cada una de ellas tiene su propio sistema de coordenadas, se repiten las X e Y.

A los efectos internos para el país, no sería de importancia el uso de las letras identificatorias (ya que no hay repetición).

La representación de un área que atravesase ambos husos, (por ejemplo los mapas departamentales de Treinta y Tres, Rocha y Cerro Largo) presentará un salto significativo de coordenadas, no existiendo continuidad en la cuadrícula.

### 4. Soluciones

Para solucionar el problema en principio, cabrían al menos 3 soluciones:

A La primera será extender una de ellas (la zona 21) extrapoliéndola artificialmente sobre la otra, lo que significa abandonar la proyección y cuadrícula UTM.

En realidad sólo a algo más del 6 % de nuestro territorio le corresponde en el huso 22, para simplificar, se podría trabajar solamente con el 21, extendiéndolo hacia el este.

De todos modos los estudios se dificultarían debido a las deformaciones introducidas.

- B** La segunda sería considerar una proyección TM secante con meridiano central convenientemente seleccionado como para minimizar la distorsión. Significa prácticamente usar la proyección anterior, aunque con otro Sistema de Referencia ROU SIRGAS 98 (SRG 80).
- C** La última solución es respetar la proyección UTM y sobreponer dos cuadrículas en el contacto o en la totalidad del área que corresponde al huso 22. Esto es válido para los productos impresos a escala 1:50.000 y 1: 25.000 y es común en todo el mundo.

La conversión y transformación de coordenadas se hace hoy automáticamente y sencillamente por medios informáticos.

## 5. Análisis de las ventajas y desventajas del sistema UTM.

### A Ventajas

- 1) Desde el punto de vista técnico, la proyección UTM tiene las siguientes ventajas:

Conserva los ángulos.

No distorsiona las superficies significativamente.

Las coordenadas de los puntos se designan fácil y concretamente.

- 2) Es el sistema de proyección usado en la región y el mundo.
- 3) Complementa la concordancia con los requerimientos modernos en cuanto a navegación, ya que ésta viene además incorporada en los receptores GPS en su software, lo que facilitaría la obtención de coordenadas por el usuario común y su rápido traspaso a una carta en el mismo sistema eliminando fuentes de error.
- 4) Mantiene deformaciones admisibles a todas las escalas y usos de la cartografía tanto en el medio rural como urbano y con los trabajos del catastro. Mantiene la coherencia de las diferentes escalas y productos ya desarrollados por el SGM.
- 5) Ideal para los trabajos de las comisiones demarcadoras de límites. En nuestro caso la CLUB.
- 6) Existe otra ventaja que en principio es difícil de imaginar, pero al trabajar en cartografía surge de forma espontánea.

La inconsistencia entre las proyecciones puede crear problemas.

Por ejemplo imágenes satelitales pueden ser superpuestas sobre modelos digitales del terreno (MDT o DTM en inglés) de manera de crear los MDT con gran realismo.

Estas imágenes frecuentemente aparecen distorsionadas por lo que se deben rectificar (proceso conocido como ortorectificación que requiere el conocimiento de datos de altitud). Es importante en este caso, o simplemente cuando las utilizamos para actualizar una carta, que ambas, carta e imagen estén definidas en la misma proyección.

Para estos procesos se deberán utilizar programas que muchas veces no permiten trabajar en proyecciones no estándares.

## **B. Desventajas**

- 1) Se rompe la unidad de cuadrícula cartesiana, teniendo que recurrir a transformaciones de coordenadas para realizar cálculos sencillos.

Este inconveniente queda salvado, considerando áreas de solape en el borde del cambio de zona, allí deberá duplicarse además el cuadrículado a unos 30 minutos de arco, más de 46 km de cada lado, para fines prácticos como medidas de distancias, traslado de coordenadas y trabajos topográficos. Traducido esto, involucra a 30 cartas de la escala 1/50.000 y constituye la mayor desventaja a afrontar si utilizamos el sistema.

Un hecho común en las cartas de todo el mundo es la presencia de doble grilla o cuadrícula.

Una puede ser impresa totalmente y la otra se puede representar con pequeños trazos sobre los bordes con el fin de no complicar la lectura (gratícula).

Otra opción posible es representar ambas con un color distinto.

- 2) Existe el problema de actualización de la cartografía papel en el antiguo sistema al oficial. Dicha transición debe de ser progresiva y en muchos casos habrá que limitarse a sobreimponer la CUTM sobre el mapa papel.
- 3) En el ámbito de cartografía digital y bases de datos, la mayoría de los programas no permiten trabajar al mismo tiempo con cuadrículas (proyecciones) diferentes. Tal problema se podría resolver mediante la generación de dos grillas separadas si la finalidad del producto es la impresión.

De hecho la mayoría de los Sistemas de Información Geográfica (GIS) trabajan con el sistema de coordenadas geográficas, al elegir en los menú la opción "non projection" en realidad, las imágenes son proyectadas ortogonalmente. Como "estrategia cartográfica" durante la preparación y edición del trabajo con mapas, en las lati-

tudes medias es un buen consejo mantener los dibujos en proyección "Latitud y Longitud". Este nombre es dado a los mapas "no proyectados".

La mayoría de la información de los GIS está relacionada de esta forma, de manera de permitir un fácil intercambio.

Cartas que contienen imágenes o fotografías aéreas deben ser mantenidas en una proyección ortográfica, ya que este formato será por defecto el nativo.

## 6. Conclusiones y Recomendaciones

### A. Conclusiones

Muchos usuarios no se dan cuenta que cada Huso UTM es en realidad, una proyección diferente, con diferente sistema de coordenadas.

Existe la tendencia a combinar mapas creados en husos adyacentes, algunas veces esperando que dichos trabajos mostrarán distorsiones aceptables. El factor principal de motivación es el hecho de que áreas de trabajo atraviesan los meridianos borde de husos.

Se debe tener en cuenta que la proyección UTM es intrínsecamente un sistema inflexible, el mismo asume que los objetos que se proyectan en husos diferentes nunca deben aparecer en un mismo mapa.

Parece ser coherente adoptar un sistema que sea mundialmente aceptado y usado, aún sacrificando algunas comodidades, como tener un sistema local en una zona única de proyección.

El sistema cartográfico más difundido y que aparece como más conveniente, teniendo en cuenta su universalidad y facilidades, es el UTM.

### B. Recomendaciones

Se recomienda utilizar la proyección Universal Transversa de Mercator de fajas de 6° de ancho, con las siguientes especificaciones para nuestro País:

Elipsoide WGS84

Longitud de origen: meridiano central de cada huso o faja.

Husos 21 (meridiano central 57°) y 22 (meridiano central 51°) según corresponde a la distribución de Husos y Zonas Internacionales.

Latitud de origen: 0° (el Ecuador)

Unidad: metro

Falso Norte: 10:000.000 m

Falso Este: 500.000 m

Factor de escala en el meridiano central: 0,9996

Se prevé una sobreposición de cuadrículas de la longitud de una carta escala 1:50.000 a ambos lados del cambio de Huso.

Esto facilitará los trabajos de topografía, levantamientos y problemas del tiro, no se utilizará esta cuadrícula para informar la localización de los puntos.

#### **Tareas a encarar :**

Se debe ampliar la instrucción referente a la proyección UTM incorporándola a los programas en las asignaturas militares correspondientes.

Se debe producir un manual de lectura, cálculos y uso práctico de receptores GPS sobre la nueva carta.

Para el SGM, en particular, de hecho desde el año 1996 toda su producción se ajusta a esta proyección. Se debe prever la actualización de los viejos productos, en principio, a través de la sobreimpresión del nuevo sistema en un color diferente.

Deberá darse el máximo de difusión posible, de manera de que sea adaptado por la comunidad lo más rápido posible.

#### **C. Conclusión final**

Todo cambio es siempre resistido, más cuando se siente que hay posibilidad de perder identidad. La interrelación entre instituciones, el intercambio nacional, regional e internacional de información en el mismo idioma y por otro lado la satisfacción de las necesidades del País, de los usuarios y de la propia Institución, deben pesar al momento de tomar decisiones.

#### **7. Documentos Anexos**

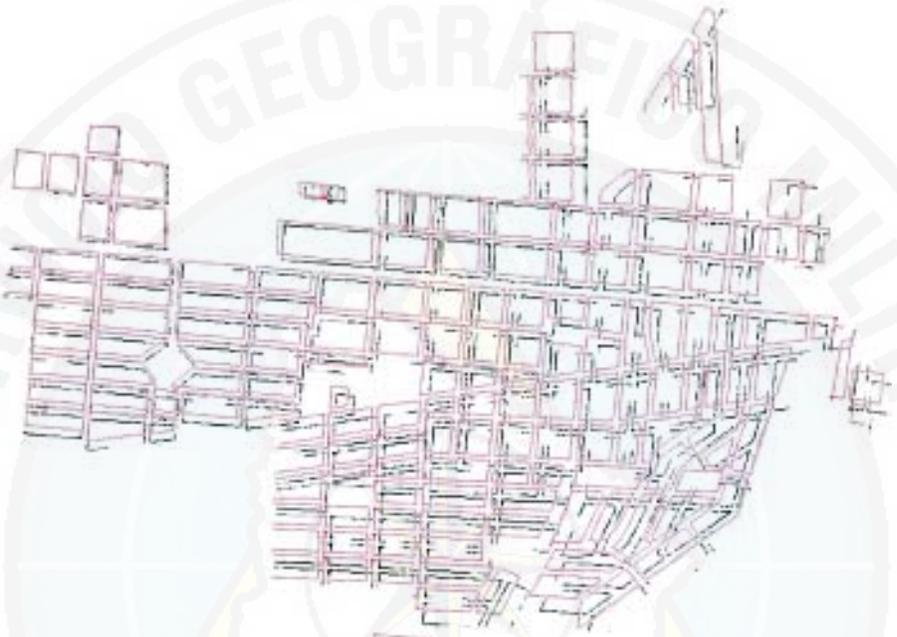
- A. Factores de distorsión en el extremo Este (Punta Muniz)
- B. Cálculo de convergencia de meridianos

#### **8. Bibliografía**

- Agrimensura, Proyecciones cartográficas y Catastro. Roberto Müller.
- Cuadrícula Universal Transversa de Mercator (Army Map Service, Corps of Engineers, Dept of the Army, USA)

- Determinación de la Proyección Equiárea para Sistemas de Información Geográfica, Pedro Castañeda González 1995
- The ellipsoid and the Transverse Mercator projection. Ordnance Survey, Geodetic Information paper No.1 UK
- Transverse Mercator Projections and US Geological Survey Digital Products. Larry More USGS
- Geocoding of Geological Information for GIS implementation: The problem of Global and Local Datums and its solutions. Gbuerchetti, V. Cima, R.Maseroli, L.Surace.
- Technical Sugestión to Juridical Discussion: A case of study for Argean Sea. Goksel C., Ipbuker C.,Bildrici I.O., Ulugtekin N.
- Inter American Geodetic Survey: UTM
- Boletín de la Asociación de Estudiantes de Cartografía Dic.1986
- Projeções Cartográficas. Osmar O. Möller 1967
- Boletín del Instituto Geográfico Militar Nos. 1, 2 y 3. Montevideo.
- El sistema UTM y el Sistema Militar de Referencia Apuntes de la División Geodesia del SGM 1998
- Valores para la construcción de las Hojas en escalas 20000, 50000, 100000, y 200000 IGM Montevideo, 1934.
- Las Coordenadas geográficas y la Proyección UTM. Ignacio Alfonso Fernández. Universidad de Valladolid
- Evolución del Sistema de Georreferenciamiento en el Uruguay, análisis, actualización y adopción de un nuevo marco de referencia. Mayor Walter H. Subiza. Escuela de Ingeniería Militar, 1997

## Anexo A - Comparación del amanzanamiento Ciudad de Chuy



En rojo se representa el amanzanamiento de la ciudad de Chuy proyectado en el huso 22.

La imagen gris corresponde a la misma proyectada extendiendo el Huso 21.

Nótese que se hizo coincidir la primera manzana de NW. El factor escala de la segunda agranda considerablemente las áreas.

## Anexo B - Comparaciones lineales, angulares y de superficie en el área extrema del país, (Punta Muniz).

Nombre de Puntos	Ajuste SIRGAS		Coordenadas Planas UTM				Planas GAUSS KRUGER	
	WGS		Zona 21 (Forzada)		Zona 22 (Correspondiente)			
	Latitud	Longitud	X	Y	X	Y	X	Y
I-Mangrullo (1)	32°43'06"6174	53°25'37"1095	834923,891	6374269,842	272536,426	6377314,050	722531,978	6378209,801
I-Pta. Muniz (2)	32°42'34"3101	53°11'57"7418	856307,037	6374522,089	293851,961	6378775,049	743902,326	6378704,377
I-Parobe (3)	32°50'34"3940	53°18'11"2822	846056,183	6360070,489	284446,224	6363780,016	733820,536	6364143,285

	Distancia Geodésica	Distancia Plana (Zona 21)	Distancia Plana (Zona 22)	Distancia Plana (Gauss)
Desde 1 a 2	21361,698	21384,634	21365,546	21376,070
	K (Factor Escala)	1,001074	1,000180	1,000673
	D (Diferencia)	-22,935768	-3,847872	-14,372244
Desde 1 a 3	18024,428	18042,992	18028,127	18036,031
	K (Factor Escala)	1,001030	1,000205	1,000644
	D (Diferencia)	-18,563736	-3,699044	-11,602996
Desde 2 a 3	17698,191	17718,035	17700,816	17710,672
	K (Factor Escala)	1,001121	1,000148	1,000705
	D (Diferencia)	-19,843606	-2,625455	-12,480637

	Ángulo Esférico	Ángulo Plano (Zona 21)	Ángulo Plano (Zona 22)	Ángulo Plano (Gauss)
I-Mangrullo	52°34'33"45	52°34'45"90	52°34'24"93	52°34'41"80
	D (Diferencia)	-12"45	8"52	-8"35
	Convergencia de Meridiano	-1°55'59"	1°18'44"	-1°16'59"
I-Pta. Muniz	53°58'43"40	53°58'30"65	53°58'50"59	53°58'34"79
	D (Diferencia)	12"75	-7"19	8"61
	Convergencia de Meridiano	-2°03'21"	1°11'20"	-1°24'22"
I-Parobe	73°26'43"94	73°26'43"45	73°26'44"48	73°26'43"40
	D (Diferencia)	"49	-"54	"54
	Convergencia de Meridiano	-2°00'24"	1°14'58"	-1°21'17"

	Área Esférica (WGS)	Área Plana (Zona 21)	Área Plana (Zona 22)	Área Plana (Gauss)
Ref. en Km. <sup>2</sup>	152,8884481	153,217420	152,942689	153,094696
	Área Esferoide Hayford			
	152,890889			

## VECTORIZACIÓN

*Autor: Capitán Esteban O.Gámbaro*

### INTRODUCCIÓN

Desde hace ya unos cuantos años, en el ámbito de la Cartografía y ciencias afines se menciona el término "Vectorización", el cual proviene de la palabra Vector (cuyo origen se encuentra en el latín; vector, - oris = el que lleva a cuestras o conduce), y como veremos lo que lleva a cuestras no es ni más ni menos que parte de la información geográfica, con determinadas características.

### LA CARTOGRAFÍA Y EL MANEJO DE LA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

La información geográfica, como parte de la realidad, se ha graficado a través del tiempo y de la evolución cognitiva y tecnológica de diferentes maneras y bajo distintos métodos y procedimientos, acorde a las posibilidades existentes. Dando una ligera mirada a los tiempos pasados, cabe destacar la vertiginosa carrera que se ha dado en las últimas 3 décadas, de la mano de la evolución informática.

Aunque no se debe olvidar que la informática es tan sólo una herramienta muy importante, pero sólo una herramienta al fin y al cabo y no el fin en sí misma.

Así pues, en el área de la Cartografía, vemos su evolución en estos últimos tiempos al diferenciar por ejemplo la Cartografía Análoga de la Digital.

### CARTOGRAFÍA

Podemos definir a la **Cartografía** como el conjunto de estudios y operaciones científicas y técnicas que intervienen en la formación y análisis de los

mapas, modelos de relieve y globos que representan la tierra o parte de ella, o cualquier parte del universo.

Hay quienes la definen como la ciencia y arte de representar la realidad geográfica, siguiendo ciertas normas convencionales y estandarizadas, aceptadas por los organismos cartográficos oficiales.

La etimología del vocablo deriva del latín "*Charta*" que quiere decir papel que sirve para comunicarse y del griego "*Grafos*" que significa gráfico o escritura.

### **CARTOGRAFÍA ANÁLOGA**

Se considera Cartografía Análoga a los mapas obtenidos por procedimientos gráficos, sean los que sean, y por extensión a todo el conjunto de operaciones destinadas a la obtención de la información en "soporte gráfico" con la que se confecciona el mapa.

En la Cartografía Análoga el propio mapa impreso o los positivos fotográficos que se emplean para su obtención constituyen los documentos finales donde queda guardada la información cartográfica.

### **CARTOGRAFÍA DIGITAL**

Se puede definir la Cartografía Digital como el conjunto de operaciones con las que, partiendo de datos numéricos obtenidos por cualquier procedimiento, se elabora un mapa trabajando sobre un ordenador con la ayuda de programas específicos de diseño gráfico.

En la Cartografía Digital todo el proceso de elaboración del mapa, desde la captura de datos hasta la obtención de los positivos con los que se lleva a cabo la impresión del mapa en papel, se realiza en "soporte digital".

El fin principal de la Cartografía Digital sigue siendo la publicación de mapas, ya sea en soporte digital o impresos en papel, y su apariencia, tanto en uno como en otro soporte, no debería diferir de la de los mapas realizados por la Cartografía Análoga.

A modo de ejemplo podemos citar algunas ventajas de la cartografía digital productos y servicios cartográficos a disposición sobre la análoga

- Eliminación de procesos laboriosos
- Agilización de la redacción de proyectos, actualizaciones, modificaciones, etc.
- Fácil tratamiento geométrico de la información
- Posibilidad de uso selectivo de la información
- Fácil realización de copias de seguridad
- Posibilidad de efectuar salidas del mapa en soporte digital (CD-ROM)

- Posibilidad de traspasar datos a un Sistema de Información Geográfica (S.I.G.)
- Fácil almacenamiento

Y también algunos inconvenientes de la cartografía digital sobre la análoga

- Necesidad de costosos equipos informáticos (“Hardware”)
- Necesidad de un soporte lógico (“Software”)
- Necesidad de bases de datos cartográficos en formato digital compatible
- Necesidad de operadores con conocimientos cartográficos e informáticos

Como producto típico de la cartografía encontramos el Mapa, entendiéndose por tal “la representación convencional gráfica de fenómenos concretos o abstractos, localizados en la tierra o en cualquier parte del universo”.

El objetivo fundamental de los mapas es transmitir información geográfica, y para ello se debe tener en cuenta “qué” información y “a quién” va orientada esa información, para determinar los parámetros matemáticos, los procesos de recolección de datos, simbolización, escala y diseño cartográfico adecuado.

Cabe destacar que los trabajos en cartografía digital se pueden realizar en 2D o en 3D, básicamente la gran diferencia se encuentra en la información que se maneja la cual puede ser bi-coordenada (X - Y) o tri-coordenada (X - Y - Z) si además se cuenta con el valor de la cota de los puntos.

Cuando contamos con la información (X - Y - Z) y los medios adecuados para su manejo es posible llevar a cabo modelos del terreno, ya que la información posee además el valor de sus cotas respectivas haciendo factible la representación en un modelo digital de elevación.

### **Etapas del Proceso Cartográfico**

En general podemos decir que el proceso cartográfico cuenta con las siguientes etapas:

1. Definición del propósito del Mapa
2. Recolección de información
  - Otros Mapas
  - Fotografías Aéreas
  - Imágenes Satelitales
  - Datos Estadísticos
  - Etc.
3. Análisis y selección de la información
4. Diseño Cartográfico del Mapa

5. Producción - Dibujo y Grabado Plástico  
- Digital

6. Reproducción      Impresión Offset  
                                 Medios Magnéticos  
                                 Ploteo

7 Distribución al usuario

## CARTOGRAFÍA DIGITAL - CAPTURA DE DATOS

A partir de los originales analógicos, la captura de datos puede hacerse en base a diferentes técnicas, de las que se destacan dos :

Barrido automático

Digitalización manual

Cabe tener en cuenta que la captura por barrido automático se aplica a tres tipos de originales: Originales de línea o tono continuo

Originales de línea baja o media calidad

Originales de línea de alta calidad

Esta captura se realiza utilizando un scanner, donde el operador generalmente puede seleccionar la resolución (píxel) acorde a las posibilidades del scanner utilizado, donde se obtendrá un archivo raster en el cual los elementos levantados tendrán valores de abscisas y ordenadas (X, Y).

También se deberá seleccionar otras variables como ser la densidad mínima y máxima y la resolución.

La densidad mínima y máxima en el caso de los originales de línea, se utiliza para determinar la nitidez de las líneas y también evitar el denominado ruido; y en el caso de originales de tramas continuas nos permite cubrir el máximo de abanico de grises posibles (256) a obtener en el raster.

En cuanto a la resolución, está dada por el tamaño del píxel, estimándose como resolución óptima la mínima que permita captar la línea más fina contenida en el original con dos píxeles.

Se debe tener en cuenta que las resoluciones altas o bajas están directamente relacionadas con el tamaño de los archivos más grandes o más pequeños.

En cambio en la digitalización manual , es el propio operador quien va a ir ingresando los datos que conforman la información geográfica que se desea capturar, para conformar el archivo de trabajo.

### Vectorización

Del escaneado se va a obtener un archivo RASTER y es en base a ese archivo raster que se lleva a cabo la vectorización automática o manual sobre la pantalla.

La vectorización puede definirse como la conversión de cualquier modelo de datos espaciales a una estructura de datos vectorial. Normalmente hace referencia al paso de datos desde un formato raster a otro vectorial. Esta vectorización se puede realizar en forma automática o manual y a su vez esta última puede ser sobre pantalla o sobre tabla digitalizadora (o tablero).

En la estructura de datos raster la organización de datos espaciales es aquella en que la unidad básica de almacenamiento de la información es el píxel.

En cambio en la estructura de datos vectorial la organización de los datos que representa la información se encuentra en modo de vectores. Los elementos básicos de esta estructura son: puntos (codificados mediante pares de coordenadas) y líneas (codificadas como series de puntos) organizadas como cadenas, arcos y polígonos.

Ya sea en uno u otro tipo de vectorización, al trabajar con diversa información geográfica que se encuentre representada o se vaya a incluir o modificar se hace necesario tener en cuenta la topología existente entre los diversos elementos.

Se entiende por TOPOLOGÍA las relaciones entre elementos cartográficos individuales. A su vez podemos visualizar cómo pueden ser esas relaciones:

- a) *relaciones de coincidencia*, cuando la situación de los objetos cartográficos coincide en todo o en parte
- b) *relaciones de inclusión*, cuando un elemento permanece dentro de otro sin ser parte de éste
- c) *relaciones de conectividad*, cuando entre dos o más objetos existe una conexión directa
- d) *relaciones de superposición sin conexión*, se producen cuando se considera la tercera dimensión de las entidades geográficas, por lo que los objetos coinciden en el plano, pero no existe conexión por estar a distinto nivel
- e) *relaciones de influencia*, determinan las prioridades de presentación de la información relativa a los objetos
- f) *relaciones de proximidad*, cálculo analítico de la proximidad entre los objetos de un plano

### **Vectorización Automática**

La vectorización automática se lleva a cabo teniendo en cuenta cuatro fases:

- Selección de los píxeles representativos como eje de línea (también llamado esqueletización del raster), pudiendo realizarse ya sea por el método del "eje medio", de "inflado" o de "recorte".

También se genera aquí una tabla de Nodos y Extremos Libres.

- Reconstrucción de líneas. Consiste en un seguimiento secuencial, píxel a píxel, de todos los elementos que la fase anterior ha considerado como ejes de línea.
- La reconstrucción de la topología se efectuará mediante la tabla de posiciones de nodos y extremos libres, generada en la primera fase.
- Filtrado. Se borran los puntos aislados o excedentes y se realiza el ajuste de los elementos geométricos.

En términos generales la vectorización automática es preferible utilizarla sólo para los originales de óptima calidad de línea.

Es válido puntualizar que a pesar de ser automática, siempre requiere de supervisión y edición del analista.

### **Vectorización Manual**

Esta vectorización, como ya hemos mencionado, puede realizarse sobre pantalla o sobre una mesa digitalizadora (o tablero).

#### **La vectorización manual sobre pantalla**

Obviamente ésta exige un escaneado previo del cual se haya generado una imagen raster, que no exige gran resolución, aunque cuanto mayor sea la misma, más facilita a la vectorización en sí.

Se vectoriza manualmente sobre una imagen digital de alta resolución del mapa previamente arreglada y georreferenciada. Es un método de alto rendimiento según el grado de práctica del dibujante.

Con respecto a la vectorización manual sobre la tabla, la vectorización sobre la pantalla presenta dos ventajas, por un lado la mayor comodidad para el operador, y por otro el menor error atribuible al operador, al poder ampliar a distintos factores según la zona que se está siguiendo.

Dependiendo del volumen de información y de la forma que ésta tiene, se aconseja que si el volumen es importante en tiempo de trabajo o si las formas son más curvadas que quebradas, se utilice esta técnica.

#### **La vectorización manual sobre tabla digitalizadora**

Sobre la base de un mapa georreferenciado con puntos de control se puede digitalizar mediante un trazo continuo o puntual sus diversos elementos sobre una mesa o tablero.

Para llevar a cabo esta técnica se necesita contar con una mesa o tabla digitalizadora y un cursor, conectados a un ordenador con pantalla gráfica.

Esta mesa digitalizadora, en la medida que movemos el cursor sobre ella, va generando un sistema de coordenadas ortogonales que se suministran al ordenador.

## Georreferenciación

Ya sea que empleemos uno u otro tipo de vectorización hay que tener presente que si no se está trabajando sobre una grilla ya georreferenciada, habrá que pasar de las coordenadas instrumentales a las coordenadas planas o coordenadas terreno acorde a los parámetros en que se desea trabajar en relación a los demás elementos como por ejemplo, sistema de referencia, proyección, escala, etc., requeridos para el trabajo.

Por ello es preferible trabajar desde un principio con archivos georreferenciados.

### Breve comparación de archivos Vector y Raster

#### Ventajas del Vector

- Buena similitud de las formas
- Cálculo más preciso de áreas, perímetros y longitudes
- Análisis de redes más consistentes
- Se pueden adaptar bajo bases de datos orientadas a objetos

#### Ventajas del Raster

- Estructura más simple
- Asimilación más directa a datos de sensores remotos
- Operaciones de superposición más sencillas
- Análisis espaciales como distribución, densidad y de superficie, más eficientes
- La unidad espacial conserva la misma forma y tamaño de modo que se facilitan las simulaciones
- Útil para análisis de grandes extensiones con baja precisión de propiedades espaciales

#### Desventajas del Vector

- Estructura más compleja
- Las superposiciones exigen más verificación de errores y pueden ser más lentas
- La diferente topología de las unidades espaciales dificulta los ejercicios de simulación

### **Desventajas del Raster**

- Alto nivel de error en estimaciones de área, perímetro y longitud
- Gran espacio de almacenamiento a medida que aumenta la resolución
- Desperdicio de espacio de almacenamiento para datos espaciales muy esparcidos
- Análisis de redes muy complejos y menos consistentes
- Transformación de coordenadas menos eficiente

Como ya se ha mencionado anteriormente la vectorización es una técnica que viene de la mano del avance en el área de la Informática. La validez y resultados de esta técnica y de las herramientas informáticas utilizadas, estará supeditada a la solidez con que se manejen y apliquen los conceptos de la Cartografía como ciencia, considerando también su relación con las demás ciencias geográficas vinculadas al trabajo y manejo de la información geográfica y a su representación cartográfica para los diversos fines a que esté destinada.

### **Bibliografía**

- 1 Curso de cartografía digital y sistemas de información geográfica. Módulo I Cartografía Digital - Adolfo Pérez Heras - A. Carlos Pérez
- 2 Curso de cartografía digital y sistemas de información geográfica. Módulo II Sistemas de Información Geográfica - Antonio Rodríguez Pascual - Pedro Vivas White
- 3 Microstation. Development and support guide - Intergraph Corporation
- 4 Microstation. User's guide - Intergraph Corporation
- 5 Microstation. Reference guide - Intergraph Corporation

## CARTOGRAFÍA A ESCALA 1:250.000

*Autor: Capitán Esteban O.Gámbaro*

### INTRODUCCIÓN

La cartografía a escala 1:250.000, en nuestro país se inició con los trabajos realizados dentro del llamado “Plan Américas”, en la década de los “80”.

Las especificaciones técnicas para su producción se enmarcaban dentro de las establecidas en términos generales por el Instituto Panamericano de Geografía e Historia para Cartas Topográficas a escala 1:250.000, las mismas se pueden encontrar en la Edición Provisional de Julio de 1978 del manual de Especificaciones de Producción.

Se trataba de una Serie Cartográfica Hemisférica Unificada a escala 1:250.000, designada como “Américas”, y su propósito inicial era el de proporcionar los gráficos (cartas) básicos para ser utilizadas por organizaciones internacionales y nacionales en el estudio y ejecución de proyectos de inventario y desarrollo.

En las especificaciones mencionadas se establecían los lineamientos básicos para la compilación y reproducción de dichas cartas.

Al seguirse estas especificaciones se aseguraría la uniformidad en los procedimientos y métodos utilizados por todos los involucrados en la producción de esta cartografía a nivel internacional, lográndose una Serie “Américas” de cartografía a escala 1:250.000 que en términos generales cumpliera con los mismos parámetros y especificaciones técnicas.

### La Carta a escala 1:250.000

Sin entrar en detalle de las especificaciones técnicas, las cuales se encuentran claramente desarrolladas en el manual correspondiente del I.P.G.H., se

describirán en términos generales los dos grandes procesos, el análogo y el digital.

### **El Proceso Análogo**

El proceso de dibujo y grabado en materiales plásticos se desarrollaba involucrando actividades en las distintas Divisiones Técnicas del Servicio.

En principio se calculaban las coordenadas planas U.T.M. (Elipsoide SAD 69) de las hojas 1:50.000 que integran la carta, las esquinas de la hoja 1:250.000 y la declinación magnética.

Para luego graficar el marco, la cuadrícula, la intersección de meridianos y paralelos cada 15' y las esquinas de las hojas 1:50.000 para su amosaicado.

Debido al cambio de escala y al basarse sobre la cartografía 1:50.000, se debía proceder a realizar una adecuada generalización cartográfica (selección de la información de cada hoja 1:50.000) en los siguientes elementos a graficar: planimetría, hidrografía, áreas verdes, áreas sepia y altimetría.

A los efectos de la toponimia (planimetría, hidrografía, altimetría) se confeccionará un listado al que se le adjuntará el listado de los centros poblados actualizados.

Luego se llevará a cabo el proceso de grabado sobre los materiales plásticos que se utilizaban para tales efectos; llegando así a las etapas de control de los trabajos realizados para luego de las correcciones realizadas finalmente confeccionar los positivos finales necesarios para la impresión de las cartas.

### **El Proceso Digital**

Con la evolución que se ha dado en el área de la informática, y al verse ésta aplicada a los procesos cartográficos se ha pasado del proceso análogo al proceso digital el cual se desarrolla a continuación , en términos generales.

Al inicio del proceso se necesita contar por un lado con archivos digitales de Cartas 1:50.000 que integran la Hoja 1:250.000, las mismas deberán estar transformadas de Gauss a la proyección UTM-WGS 84 y por otro lado un archivo conteniendo:

- a) Coordenadas del marco exterior de la Hoja 1:250.00 (UTM-GWS 84)
- b) Coordenadas para ajustar hojas 1:50.000 (UTM-GWS 84)
- c) Coordenadas con intervalos cada 15 minutos (UTM-GWS 84)

El segundo archivo conforma el "esqueleto" del trabajo, pues en él están los límites exteriores de la Hoja y los puntos de encaje para las Hojas 1:50.000.

Se procede a la depuración primaria de Archivos

Este paso tiene como objetivo, eliminar de los archivos aquella información de la que se está totalmente seguro no será incluida en una carta 1:250.000; a saber: pequeñas áreas de vegetación, pequeñas sendas al costado de vías importantes, casas, etc.. Este paso permite “limpiar” el archivo de información innecesaria y reducir el “peso” de los archivos y con ello un mejor manejo de los mismos.

La Hoja 1:250.000 está conformada por la unión en forma ordenada de los archivos de las hojas 1:50.000. Las mismas deberán ser ubicadas tomando como referencia sus vértices (esquinas de la Hoja).

Es preciso verificar que los archivos de las Hojas 1:50.000 hayan sido convertidos a la proyección UTM – WGS 84, para que esta operación se realice con éxito y no existan corrimientos propios de la utilización de 2 proyecciones distintas.

Como producto final de este paso, deberá obtenerse un archivo único, teniendo como base la información de las cartas 1:50.000 comprendidas por la carta 1:250.000.

De este único archivo se realizan ploteos (impresiones) a la escala de impresión de la hoja final (1:250.000). Estos ploteos contendrán niveles de información diferentes:

- a -
  - marco exterior
  - cuadrícula
  - coordenadas intervalos cada 15'
  - planimetría (con vértices geodésicos de 1er. Orden)
- b -
  - marco exterior
  - curvas
  - hidrografía
  - cerros (elevaciones significativas)
  - cuchillas
- c -
  - marco exterior
  - hidrografía
  - planimetría
  - áreas

Es sobre estos ploteos (es decir sobre el papel impreso) que se realiza una depuración secundaria de la información final a incluir en la carta 1:250.000. El tener una visión global de la carta en su conjunto, es sustancial para dicha depuración y evita omitir datos que luego deberán ser incluidos para dar coherencia al conjunto

Los *criterios base* para esa depuración son los extraídos del *Manual de Especificaciones 1:250.000 – IPGH*. Las precisiones particulares, sobre elementos particulares deberán ser resueltas en cada caso.

En lo que respecta a la hipsografía, se determinará el intervalo de curvas a utilizar (actualmente cada 20 metros) y se identificarán las “zonas problema”. Estas últimas son zonas donde la proximidad entre las curvas dificultan su lectura. Deberá resolverse aquí el intervalo de curva a utilizar, guardando siempre una coherencia con el global de la carta (Como parte de la generalización y compilación cartográfica)

Como producto final de este paso se obtienen los ploteos anteriormente mencionados, con las indicaciones precisas para la depuración del archivo digital.

Un juego de ploteos será sometido a una corrección cartográfica, y, si fuera necesario, a un nuevo proceso de depuración, que se considere pertinente.

Otro juego de ploteos será sometido a un control dónde se revisarán las categorías de centros poblados, nombres de ruta, nombres de accidentes hidrográficos, se agregarán los destinos viales, etc.

En cuanto a la toponimia se realiza el proceso de escritura de la misma según los criterios del MANUAL DE ESPECIFICACIONES IPGH 1:250.000 en el archivo digital

Luego de realizar las tareas de correcciones, contactos y toponimia se realizan ploteos finales a escala de impresión de la Hoja Final escala 1:250.000.

Los mismos contendrán por separado:

- a - - marco exterior
- cuadrícula
- coordenadas intervalos cada 15'
- hidrografía
- planimetría
- áreas
- b - - marco exterior
- curvas
- cerros
- cuchillas
- c - - toda la información

Los mismos servirán para esclarecer cualquier dificultad de lectura generada en el ploteo principal que contendrá toda esa información junta.

Sobre éstos ploteos se realizarán las modificaciones necesarias

Luego de realizadas, en el archivo digital, las correcciones indicadas llegaremos a la obtención del Producto Final:

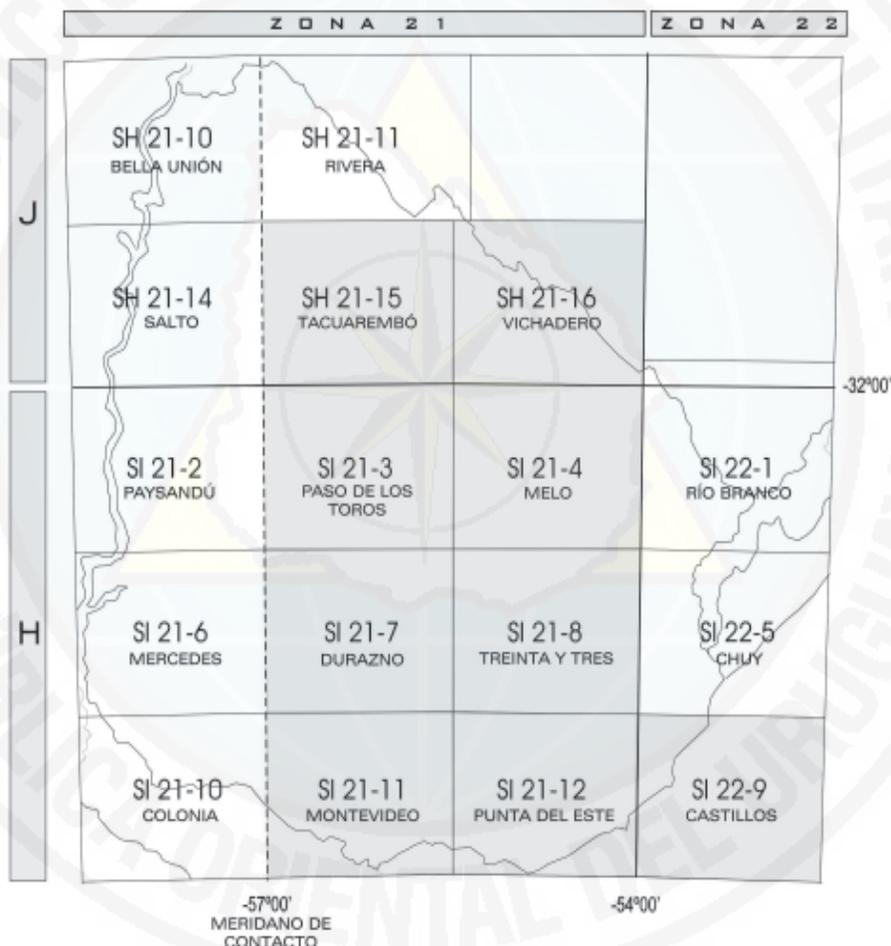
Un archivo completo para la escala 1:250.000, listo para trabajarlo en un software de edición y realizar los pasos necesarios para obtener el producto impreso.

Al finalizar se podrá disponer de una carta a escala 1:250.000 disponible en soporte magnético y en papel impreso.

A continuación en el Anexo Nº 1 se presenta un Cuadro de Distribución de Hojas del Plan Cartográfico 1:250.000, indicándose en el mismo las hojas que se encuentran impresas.

**PLAN CARTOGRÁFICO NACIONAL - ESC.: 1/250.000**

**CUADRO DE DISTRIBUCIÓN**



Hojas impresas

## Bibliografía

- 1 Uso de documentos cartográficos RT 24-1 S.G.M. - 1982
- 2 Especificaciones de producción para cartas topográficas a escala 1:250.000 I.P.G.H. - 1978
- 3 Manual técnico de convenciones topográficas I.P.G.H. - 1982
- 4 Las coordenadas geográficas y la proyección U.T.M., Ignacio Alonso Fernández - Coppel
- 5 Microstation. Development and support guide - Intergraph Corporation
- 6 Microstation. User's guide - Intergraph Corporation
- 7 Microstation. Reference guide - Intergraph Corporation

## SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

**Autores:** Capitán Juan J. Croquis  
Cbo 2ª Laura Longoni  
Sdo 1ª Silvina Lizardi

Se definen como un sistema integrado (Hardware, Software, Datos, Métodos) estructurados lógicamente para capturar, almacenar, consultar, analizar, transformar información tanto gráfica como alfa-numérica a los efectos de servir a múltiples propósitos.



## **Componentes de un SIG:**

Básicamente un SIG incluye :

- a) información gráfica georreferenciada a una Cartografía básica, con su información asociada almacenada en una base de datos.
- b) hardware y software requerido para dar soporte al sistema.
- c) equipo humano necesario para interactuar con el mismo.

Aplicaciones:

El SIG como herramienta para la gestión y la toma de decisiones puede tener alguno de los siguientes campos de aplicación:

- Planificación urbana y regional
- Gestión de infraestructuras
- Ingeniería de transportes
- Explotaciones mineras de gas, petróleo y carbón
- Gestión de recursos naturales renovables
- Gestión del catastro urbano, registros de la propiedad, registros de productores y explotaciones agrícolas
- Gestión de la seguridad pública (ej. aplicaciones militares y policiales)
- Publicaciones de mapas y datos referentes a la geografía en general
- Dibujo de cartografía a partir de fotografías aéreas y triangulaciones convencionales.
- Gestión comercial de empresas

## **Implementación del SIG**

**Objetivos:**

- Manejar en forma eficiente la información técnica que posee y sigue generando el SGM
- Contar con una herramienta para facilitar la tarea de los tomadores de decisión, tanto a nivel Institucional como a nivel Nacional.
- Estandarización de la Información Geográfica sobre la base del Comité Técnico TC-211 con las respectivas Normas que lo integran.
- Establecer un modelo de datos único básico para todo el país.
- Ser un instrumento para la planificación territorial a través de la sistematización de las Base de Datos Geográfica (cartografía, Catastro, etc.)

- Proyectar la implementación de una Infraestructura de Datos Espaciales (IDE)

### Desarrollo:

Se crea un proyecto mediante el software Microstation/Geographics el cual crea automáticamente un vínculo con la base de datos(Oracle)

Se asocia a dicho proyecto una Feature (característica) la cual contiene las diferentes categorías (Puntos Control, Transporte, etc.) con sus correspondientes características

Ejemplo:

Vegetación

Fcode	Fname	Categoría	Tipo	Nivel	Estilo	Peso	Color	...
4101	Bosque (monte natural)	4	3	27	0	0	114	...
4106	Pajona	4	3	32	3	0	82	...

### Hidrografía

Fcode	Fname	Categoría	Tipo	Nivel	Estilo	Peso	Color	...
5111	Lago	5	3	14	0	0	17	...
5109	Curso permanente (dren sencillo)	5	2	12	0	0	17	...

Una vez realizada la digitalización de las cartas se realiza la creación y limpieza de topología para posteriormente integrar ésta y la información alfanumérica al SIG.

### Actualidad:

El Servicio Geográfico Militar se encuentra definiendo el modelo de datos para una base de datos geográficos (geodatabase) a nivel nacional, en base a estándares internacionales (TC-211 con las diferentes ISO que la componen), catalogando las entidades y sus atributos en base a la FACC (Feature Attribute Catalogue Code).

Es en este sentido que se definirá un modelo único básico a nivel nacional donde se tomará en cuenta la cartografía básica y las entidades comunes de todo el país, donde el SGM como organismo oficial tendrá el control de la edición de la capa correspondiente a la cartografía oficial, sobre la que avalará y hará todas las modificaciones que corresponde.

La implantación de un SIG Nacional llevará un proceso en el tiempo, donde se irán cumpliendo diferentes etapas acorde a los requerimientos tecnológicos, necesidades e información existente a los diferentes actores.

Sin duda un SIG Nacional es un hito importante no sólo para la institución sino para el país, donde se unirán los diferentes actores, en base a una cartografía única para todo el país, en pro de objetivos comunes, lo que nos facilita tener un SIG de éstas características.

### **Bibliografía**

- Arthur Chance, Newell, R.G. y Theriault, D.G. (1991): An object Oriented Gis Issues and Solutions; Smallworld Technical Paper 7, Cambridge.
- Theriault, D.G. (1991): An Overview of Geographical Information Systems; The technology and its users; Smallworld Technical Paper 2, Cambridge.
- <http://usuarios.lycos.es/geografia2/>
- <http://www.nosolosig.com>

# EL INGENIERO MILITAR GEÓGRAFO, SU CAPACITACIÓN, SU REALIDAD, SU FUTURO

*Autor: Tte.Cnel. César Rodríguez*

## INTRODUCCIÓN

Parte del presente artículo fue redactado a inicios del 2001, cuando el suscrito ingresaba a la Escuela de Ingeniería en el Instituto Militar de Estudios Superiores (I.M.E.S.)

El objetivo más allá de desempolvar el mismo y volcarlo al presente boletín es determinar su vigencia; que aspectos a la luz del tiempo transcurrido se fortalecen, y cuales se desvanecen particularmente a lo que hace al análisis del mismo.

Cabe acotar además que no pretende persuadir a nadie, así como tampoco presume conformar una opinión generalizada. Constituye una reflexión, un mero ensayo que incursiona sobre una función de carácter técnico-científica.

No se ahondará sobre los aspectos atinentes a la reglamentación que rige la Escuela de Ingeniería la cual está inserta en el decreto 149/003 del 29 de abril del 2003, donde se establecen entre otros su finalidad, objetivos, competencia, carreras y planes, perfiles etc., los cuales son accesibles a través de la lectura de dicho documento.

Se inicia el presente con un estudio comparativo de las carreras de Ingeniero Geógrafo a nivel regional incluyendo, al Ingeniero Agrimensor egresado de la Universidad de la República en dos aspectos, la carga curricular y el tiempo.

Se continúa con consideraciones a tener en cuenta en la formación del Ingeniero Militar Geógrafo en nuestro país, y análisis F.O.D.A. en relación a su función, para finalmente concluir en aspectos que nos brinden una perspectiva que más allá de su capacitación, la cual es relevante, nos de una visión de su realidad y futuro.

# ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS CARRERAS DE INGENIERO EN CIENCIAS GEOGRÁFICAS DE CHILE, BOLIVIA, ECUADOR, ARGENTINA, Y DE INGENIERO AGRIMENSOR DE LA UNIVERSIDAD DE LA R.O.U.

## CONSIDERACIONES GENERALES

- a. El Ingeniero Geógrafo es un profesional militar, especialista en el área geográfica, cuyos objetivos fundamentales constituyen.
- (1) Asesoramiento del mando en las materias relacionadas con las Geociencias
  - (2) Realización de los levantamientos topográficos, necesarios a los fines militares y de mapeo para uso civil y militar.
  - (3) Ejecución de mediciones, control de emplazamientos geométricos espaciales.
  - (4) Especialista en la técnica catastral.
  - (5) Formación en Ordenamiento Territorial y cuidado del medio ambiente.
  - (6) Campos de actuación.
    - (a) Topografía.
    - (b) Geodesia.
    - (c) Cartografía.
    - (d) Fotogrametría.
    - (e) Sistemas de Información Geográfica.

## I. INGENIERO AGRIMENSOR DE LA UNIVERSIDAD DE LA R.O.U.

### A. CONSIDERACIONES GENERALES

Los Planes de Estudio se estructuran mediante actividades que se desarrollan en cinco años. Los cursos tienen una duración "semestral". La unidad de medida del avance y finalización de la carrera es el crédito, unidad que tiene en cuenta las horas de trabajo que requiere una asignatura para su adecuada asimilación durante el desarrollo del curso correspondiente, incluyendo en estas horas las que corresponden a clases y trabajo asistido, y las de trabajo estrictamente personal. Un crédito equivale a quince horas de trabajo entendido de esta manera. La exigencia académica para lograr el título de Ingeniero será la obtención de cuatrocientos cincuenta créditos, sin perjuicio de otros requisitos tales como:

1. Ciento sesenta créditos en asignaturas básicas o básico tecnológicas.
2. Setenta créditos en Matemática.
3. Asignaturas no tecnológicas complementarias.
4. Actividades integradoras que incluyen...
  - a) Proyectos
  - b) Pasantías, de las que se podrá obtener un máximo de veinte créditos.
5. 160 créditos en materias básicas  
260 créditos en materias y actividades integradoras específicas de Agrimensura.

## II. ARGENTINA

Duración de los cursos 5 años en la Escuela Politécnica del Ejército, estructurados en 3 niveles.

CICLO	DURACIÓN	CURSANTES
NIVELACIÓN	UN AÑO	ALUMNOS CIVILES
BÁSICO	DOS AÑOS	ALUMNOS CIVILES Y MILITARES
ESPECIALIZACIÓN	DOS AÑOS	ALUMNOS CIVILES Y MILITARES

### Nivelación

Ciencias básicas, computación e inglés.

### Ciclo básico

Dividido en cuatrimestres 4 en total, 2 por año.

Ciencias básicas, incluyen materias optativas.

### Especialización

Ingeniería Geográfica

Dividido en cuatrimestres 4 en total 2 por año.

Un promedio de 7 materias por cuatrimestre.

## III. ECUADOR

### A. TIEMPO

4 años, desarrollado bajo el sistema de cuatrimestres en la Escuela Politécnica del Ejército.

## **B. TÍTULO**

Ingeniero geógrafo y del medio ambiente.

## **C. ÁREAS DE ESTUDIO**

- Ciencias Exactas.
- Topografía y Geodesia.
- Fotogrametría y sensores remotos.
- Cartografía y sistemas geográficos.
- Ciencias ambientales y de la tierra.
- Informática.
- Administrativa.
- Problemas nacionales contemporáneos.

## **IV BOLIVIA**

### **A. PERFIL PROFESIONAL**

Forma profesionales para planificar, dirigir, coordinar y fiscalizar la ejecución de proyectos geodésicos acordes con los adelantos tecnológicos, procesamiento de datos por métodos de fotogrametría y cartografía digital, implementación de sistemas geográficos de información, generación de modelos digitales del terreno para múltiples aplicaciones, catastro urbano y rural computarizado, procesamiento de imágenes satelitales.

### **B. TIEMPO**

5 Años divididos en 10 semestres.

### **C. MATERIAS**

Ciencias básicas durante el primer y segundo semestre posteriormente materias especializadas, culminando en el último semestre con 4 proyectos Geodésico, S.I.G., Catastro, Geografía y un Seminario de tesis.

## **V. CHILE**

### **A. TIEMPO**

Duración 5 años. Área común 3213 horas, aproximadamente 214 créditos de los correspondientes a la Universidad de la República.

Área especialista 2981 horas, aproximadamente 199 créditos de los correspondientes a la Universidad de la República.

Total 413 créditos.

## **B. MATERIAS**

Ciencias básicas en el área común, dividiéndose el área especialista en Geodesia, Topografía, Fotogrametría y Cartografía, contando además con materias tales como Geografía Humana, Recursos Naturales, Demarcación Fronteriza etc.

## **VI. CONCLUSIONES PARCIALES**

### **A. TIEMPO.**

La duración de las carreras tiene un lapso aproximado entre 4 y 5 años. Con una carga horaria de unas 6000 horas, con su equivalente de 400 a 450 créditos de los otorgados por la Universidad de la República.

### **B. MATERIAS**

Se detectan dos campos o áreas bien definidas, una a la que podríamos llamar básica, donde se le brindan al educando, las herramientas en ciencias como Matemáticas, Física, Computación, Estadística, Administración etc. y otra específica en las materias afines con las ciencias geográficas.

## **VII. CONSIDERACIONES A TENER EN CUENTA EN LA FORMACIÓN DEL INGENIERO MILITAR GEÓGRAFO EN NUESTRO PAÍS, Y ANÁLISIS F.O.D.A. EN RELACIÓN A SU FUNCIÓN**

- A.** En primer lugar debemos establecer que es ante todo un MILITAR y posteriormente posee la especialización en ciencias de la tierra.
- B.** Es necesario para el cumplimiento de la misión del Ejército, su destino natural lo constituye el S.G.M. particularmente en lo que atañe a los aspectos ejecutivos y como miembro de Estado Mayor del Cte. en las tareas de asesoramiento técnico pertinentes a su especialización.
- C.** Que conocimientos debe poseer:
  - 1.** En primer lugar sólidos basamentos en ciencias exactas particularmente Matemáticas y Física.

2. Conocimientos en las áreas de Computación e Inglés; dada la importancia de la primera como herramienta, particularmente de análisis en la implementación de Sistemas de Información Geográfica (S.I.G.), de las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDEs) y de la necesidad de comunicación e integración de los adelantos que se desarrollen, los cuales son transmitidos en inglés.

- Conocimientos en 4 áreas específicas, ellas son:

- Geodesia.
- Topografía.
- Fotogrametría.
- Cartografía.

Dada la amplitud de dichas áreas, se debería enfocar a conceptos más generales en las respectivas, especificándose o especializándose en una de ellas.

Para arribar a dicha especialización se debería tener en cuenta, dos aspectos, la inclinación o preferencias del oficial y las necesidades del servicio, constituyendo el ideal la unión de ambos, lo cual no siempre es posible.

Sólidos conocimientos en Administración en todos los aspectos que dicha disciplina abarca, considerando en que a medida que el oficial avanza en su carrera, es cada vez menos un ejecutivo y cada vez más un Administrador de recursos.

### 3. Análisis F.O.D.A.

#### a. Fortalezas:

- La forma de adquisición de los conocimientos del oficial desde que arriba al S.G.M. desde el punto de vista de su aprendizaje es “dinámico” y llevado a la “ejecución”, constituyendo la teoría un segundo plano.
- Se encuentra en un ambiente militar y el objetivo específico es el cumplimiento de órdenes tipo misión, donde la iniciativa, innovación y la Administración de recursos materiales y humanos lo enfrenta a situaciones a las que podríamos calificar de “No Convencionales”, si lo comparamos con la actividad de un oficial de la misma jerarquía en una Unidad de su arma y particularmente en la realización de trabajos de campo.

- La posibilidad de enviar Oficiales a realizar cursos universitarios le darían al mismo, sólidos conocimientos teóricos, posibilidad de una mayor integración y evitar a su vez duplicación de medios a nivel de la enseñanza Nacional.

#### **b. Oportunidades**

- Se logra el incentivo del Oficial, el cual en la mayoría de los casos puede “ver”, “palpar” el producto de su trabajo y que el mismo sirve, es una necesidad no sólo para el militar sino para el ciudadano común, como origen de planificación para la producción de bienes y servicios.
- Puede acceder a especializaciones en el extranjero, dependiendo de los recursos existentes, particularmente por las relaciones con otros Institutos Geográficos.
- Participar en conferencias, simposios, etc., lo que le permite relacionarse e integrarse con los demás actores, en la temática.
- El hecho de trabajar en forma aislada durante los trabajos de campo le permite conformar, espíritu de cuerpo y fuertes lazos de camaradería.

#### **c. Debilidades**

- Recursos humanos capacitados. Es un servicio altamente técnico, se necesitan condiciones para asimilar los conocimientos y adelantos pero también motivación.
- La renovación de personal superior, particularmente en las jerarquías de Oficial subalterno.
- Se expresó al inicio que se es ante todo un Militar, cuyo objetivo es “servir” en el buen sentido de la ocupación, pero también es un ser humano y el reconocimiento es necesario.
- Recursos materiales particularmente para capacitación.
- La NO realización de cursos regulares para la preparación de los exámenes técnicos, obliga al Oficial a preparar las pruebas, en forma autodidacta.

#### **d. Amenazas**

- El oficial que arriba a prestar Servicios al S.G.M., en la mayoría de los casos no lo hace por elección.
- Se desconoce dentro de la Institución su función y particularmente su potencial, no sólo para la misma sino para la Nación, como órgano rector y pionero de la cartografía nacional.

- Muchos organismos públicos y privados utilizan su producto intelectual, el cual sin la debida protección puede ser aprovechada con fines que no redundarían en beneficio no ya del Ejército, sino del país.

## VIII. CONCLUSIONES FINALES

- A. Cuatro años han transcurrido y como se expresaba Ortega y Gasset en su libro Entorno a Galileo, "...las decisiones que un ser humano toma en el transcurso de su vida son el producto de las circunstancias y convicciones..."

Las circunstancias determinaron el ingreso a la Escuela de Ingeniería, había que impulsarla, reducidos postulantes que reunían las condiciones, la edad, etc., y la convicción de brindar el mejor esfuerzo para alcanzar un objetivo.

Se tenía la seguridad de que haría falta mucho esfuerzo, ya que especialmente cuando nos abocamos a una tarea que implica el estudio de ciencias como matemáticas y física, no se pude avanzar sin conocer lo que precede y ello significa tiempo, voluntad y esfuerzo a sabiendas que el reconocimiento mayor será: cumplió con su deber.

- B. Como fortalezas extraemos lo mucho que puede ofrecer el S.G.M. a la Nación, ya que todo emprendimiento, todo proyecto para ser implementado necesita para su planificación de un modelo de la realidad geográfica.

- C. El estudio comparativo, da una idea de la importancia que al menos los países de la región brindan a la capacitación en la materia. El pensar en montar una Escuela de Ingeniería con características similares no se ve como viable, en tanto que la solución encontrada a través del aprovechamiento de la infraestructura educativa existente es sin duda la más eficiente.

No se consideró la opción brindada por la Facultad de Ciencias con su licenciatura en Geografía, la que sin duda debería estudiarse con profundidad.

Otra opción que debe tomarse en cuenta son las carreras en informática, desde el analista programador, sistemas, licenciado en informática hasta Ingeniero de Sistemas, ya que el alcance tecnológico de hoy y del mañana hace imprescindible el uso de la herramienta computacional para la producción de mapas.

En definitiva son alternativas a tener en cuenta para que la motivación que conlleva la obtención de un título universitario, incline a las nuevas generaciones a visualizar una opción de carrera.

Es en la conjunción de caminos entre el interés institucional y personal en donde se encuentra el motor de crecimiento.

Es de vital importancia para el S.G.M. el contar con profesionales del ámbito donde desarrolla sus actividades. El solo hecho de apreciar las licitaciones a nivel internacional y nacional, donde las empresas compiten por trabajo, por recursos, por prestigio, por experiencia, donde un factor determinante es contestar la pregunta, quienes son los que están detrás de esa empresa? Cuáles son los títulos académicos que lo avalan?.

No se debe olvidar por otra parte que la participación en el ámbito internacional le brindará a la institución recursos materiales que no solo revitalizan al S.G.M., sino que pueden ser utilizados para solventar o propulsar otros.

- D. Para culminar es importante recalcar que el conocimiento técnico sólido, integral, no se adquiere de un día para otro, sus resultados se comienzan a apreciar en el mediano y largo plazo a partir de este momento, y lo malo del futuro como decía Einstein es que llega demasiado rápido.

## INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES

**Autor: Cnel. José M . Lazo**

El tema de las Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) nace en 1994 y hay iniciativas continentales y globales vigentes para el desarrollo de las mismas como ser GSDI (Global Spatial Data Infrastructure) y CP IDEA (Comité Permanente para la Infraestructura de Datos Espaciales de las Américas) respectivamente a las cuales el SGM está comprometido. Según se dice las agencias cartográficas nacionales deben ejercer un liderazgo en la gestión de la información geográfica en el contexto nacional y regional.

Estas IDE son la tendencia de los servicios de cartografía en el mundo. La IDE se puede definir como la suma de políticas, estándares, organizaciones y recursos tecnológicos que facilitan la producción, acceso y uso de la información geográfica a través de servicios de localización, visualización y descarga de información geográfica. Estos datos espaciales incluyen los topográficos, catastrales, y los temáticos tales como censales, medioambientales, de ordenamiento territorial, de Seguridad Nacional, etc. El desarrollo de esta IDE a nivel nacional implica un mandato presidencial y recursos. Exige una máxima integración de los productores de información geográfica, una alta inversión inicial y se planifica para una larga vida.

El desarrollo sostenible, enfoque hoy día adoptado como prioritario por los gobiernos, hace tomar fuerza al concepto de Fortalecimiento Institucional, clave para establecer acciones efectivas y que permitan alcanzar ese desarrollo.

Se reconoce que para el desarrollo de las IDE son imprescindibles los *datos geográficos fundamentales* (hidrografía, transporte, relieve, control geodésico, etc) que los mantiene en el país el SGM así como los temáticos que se decidan incluir. Otro pilar son los *estándares* de información geográfica que hay que adoptar. También es imperiosa la incorporación de las *tecnologías* pro-

pías de las IDE. Esto no es suficiente si no se establecen *políticas* para la gestión de la información geográfica.

Los beneficios para los productores de información geográfica, para el Estado, para la Nación y para los usuarios son múltiples.

A continuación se muestra un trabajo académico que consiste en la formulación de un proyecto de IDE. Dicho trabajo fue realizado en setiembre de 2004 en el Centro de Investigación y Desarrollo de Información Geográfica del Instituto Geográfico Agustín Codazzi de Colombia. La información que consta en el mismo no tiene porqué representar la realidad.



BOGOTÁ D.C 30 DE SEPTIEMBRE DE 2004

# INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES DE URUGUAY (IDE-Uruguay)

## INTRODUCCIÓN

La iniciativa del presente proyecto está dirigida a coordinar las acciones concretas para la creación e implementación de la Infraestructura de Datos Espaciales en la República Oriental del Uruguay (**IDE-Uruguay**) a nivel nacional en un período aproximado de **10 años**. Este país tiene un área aproximada de **178.000 Km<sup>2</sup>** Como en la mayoría de los países subdesarrollados, actualmente se enfrenta con situaciones adversas significativas, tales como disminución en el presupuesto gubernamental, descoordinación entre las organizaciones gubernamentales y privadas, falta de apoyo de alto nivel, nivel bajo en la injerencia de los productores de la información en la estructura del estado, infiltración de los productores de software en las decisiones del gobierno, desactualización de la información cartográfica y geodésica, entre otros, que se deducen de la matriz DOFA.

A pesar de la restricciones mencionadas, la experiencia mostrada en otros países a nivel global y nacional ha demostrado que se pueden dar pasos específicos para definir y llevar a efecto una estrategia de información geográfica nacional, siempre y cuando el gobierno decida trabajar junto y reducir los costos y duplicación de esfuerzos en la producción de datos fundamentales e involucrar en esta tarea al sector privado y las instituciones académicas, asimismo enfrentar y dar respuesta a las prioridades nacionales de análisis DOFA.

## ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

### Matriz DOFA

#### Debilidades:

- La información geográfica se encuentra desactualizada
- La posición de las organizaciones productoras de información geográfica, es muy baja dentro de la estructura del estado.
- Infiltración de los productores de software en el proceso de tomas de decisiones del gobierno.
- Desarticulación de los productores de información
- Duplicidad de competencias en las instituciones del estado, tanto a nivel de producción de información como en las temáticas.
- No existe un organismo encargado de centralizar la información

#### Fortalezas:

- Es un país con solo dos niveles político-administrativo
- Es un país pequeño, con adecuada infraestructura
- Nivel de educación relativamente alto
- Avances en informática
- 15% de acceso a internet

#### Oportunidades:

- Situación política favorable
- El tema de OT es una prioridad a nivel Nacional
- Existe una política de atención y prevención de desastres
- Posee un portal de gobierno

#### Amenazas:

- El sector privado lidera la distribución y administración de datos fundamentales.

#### Prioridades Nacionales

Generar la información geográfica que respalde el proceso de **Ordenamiento Territorial (OT)**, adecuada administración del **Medio Ambiente (MA)** y la **Atención y Prevención de Desastres (APD)**

#### Entidades Participantes:

Nombre	Funciones
Oficina de Planeamiento y Presupuesto	<ul style="list-style-type: none"><li>- Elabora Políticas</li><li>- Gestiona apoyo financiero</li><li>- Provee recursos, regula, formula y ejecuta planes en el tema de ordenamiento Territorial</li></ul>
Ministerio de Vivienda Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente.	<ul style="list-style-type: none"><li>- Formula Políticas</li><li>- Regula, formula y ejecuta planes, administra Recursos naturales en el Tema de OT y Medio Ambiente.</li></ul>

<b>Nombre</b>	<b>Funciones</b>
Intendencias Municipales (Dptos)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Operan Servicios</li> <li>- Administran recursos</li> <li>- Regulan</li> <li>- Elaboran planes de contingencia en los temas de OT, medio ambiente y prevención y atención de desastres</li> </ul>
Comité Nacional de Emergencia	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Planea coordina, genera alertas y monitorea los temas relacionados con atención y prevención de desastres</li> </ul>
Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Planea coordina, genera alertas y monitorea los temas relacionados con atención y prevención de desastres</li> </ul>
Servicio Geográfico Militar y SOHMA	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Produce datos fundamentales</li> <li>- Administra el SIG para toma de decisiones en temas relacionados</li> </ul>
DINAMIGE (Dirección Nacional de Minería y Geología)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Produce información, regula y administra recursos.</li> </ul>
Dirección Nacional De Meteorología	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Produce información, en temas relacionados</li> </ul>
Dirección Nacional de Estadísticas y Censos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Produce información y estadísticas</li> </ul>
URSEC (Unidad Reguladora de Servicios de Comunicaciones)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Formula políticas y regula a las empresas prestadoras de servicios de comunicaciones</li> </ul>

## Datos fundamentales

Temas	Responsable	Prioridad Nacional	Escala	Resolución
Transporte	SGM	OT, MA, APD	1:50.000 1:10.000	Nacional Local
Hidrografía	SGM	OT, MA, APD	1:50.000 1:10.000	Nacional Local
Relieve	SGM	OT, MA, APD	1:50.000 1:10.000	Nacional Local
Nombres Geográficos	SGM	OT, MA, APD	1:50.000 1:10.000	Nacional Local
Ortoimágenes	SGM	OT, MA, APD	1:50.000 1:10.000	Nacional Local
Control Geodésico	SGM	OT, MA, APD	1er. y 2do. orden	
Límites Político Administrativo	SGM	OT, MA, APD	1:50.000 1:10.000	Nacional Local
Infraestructura	SGM	OT, MA, APD	1:50.000 1:10.000	Nacional Local
Geología y Geomorfología	DINAMIGE	OT, MA, APD	1:50.000	Nacional
Suelos	MGAP	OT, MA, APD	1:50.000	Nacional
Clima	DNM	OT, MA, APD	1:50.000	Nacional
Vegetación	SGM-MGAP	OT, MA, APD	1:50.000	Nacional
Uso del Suelo	MGAP-DINAMIGE	OT, MA, APD	1:50.000 1:10.000	Nacional Local
Demografía	INE	OT, MA, APD	1:50.000	Nacional
Ecosistemas Estratégicos y Vulnerables	MVOTMA	OT, MA, APD	1:50.000	Nacional
Áreas Protegidas	MVOTMA	OT, MA, APD	1:50.000	Nacional

### Objetivo

Disponer de un conjunto de datos geográficos de calidad, con cobertura nacional y disponible a mediano plazo.

### Criterios a establecer:

1. Sistema de Referencia y Proyección cartográfica
2. Lineamientos de Calidad de los datos geográficos
3. Mantenimiento y actualización de los datos

4. Interoperabilidad
5. Codificación de los rasgos geográficos
6. Escala y resolución
7. Metadatos

## ESTÁNDARES DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

En este proyecto se considera adoptar los estándares ya existentes e implementados por otras IDEs a nivel global, regional y nacional. Serán de gran utilidad para la IDE-Uruguay por las siguientes razones:

- Ayudarán a incrementar la consistencia y mejorar la validez de los DF.
- Facilitarán el uso de los datos y permitirán que sean compartidos.
- Promoverán un lenguaje común.
- Facilitarán la comunicación entre las entidades del gobierno y el intercambio electrónico de datos.
- Permitirán la interoperabilidad entre sistemas.
- Facilitarán el desarrollo conjunto de base de datos y maximizarán su uso.

El presente proyecto por motivo de ahorro de recursos considera concentrar los esfuerzos en la investigación, estudio y entendimiento de los estándares internacionalmente reconocidos para su aplicación en las etapas de producción, documentación, publicación y distribución de los datos. Estos estándares son:

- Iso19101 Modelo de referencia
- Iso19104 Terminología
- Iso19110 Metodología para catálogo de objetos
- Iso19113 Principios de calidad
- Iso19114 Procedimientos para la evaluación de la calidad
- Iso19138 Medidas de Reporte de Calidad
- Iso19115 Metadatos
- Iso19117 Representación
- Iso19126 Diccionario de datos FACC
- Iso19127 Códigos y parámetros geodésicos

- FGDC
- Open Gis Consortium (especificación)
- Otros de países que ya avanzaron en el tema

## TECNOLOGÍAS RELACIONADAS CON LA IDE

	Requerimientos	Insumos	Salidas
Producción de Datos (PD)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Acelerar la recolección de datos fundamentales</li> <li>- Reducir pérdidas y demoras en la PD</li> <li>- Mantener metadatos mínimos sobre las fuentes, procesos y control de calidad</li> <li>- Estrategia para la recolección de datos a nivel nacional</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Infraestructura tecnológica para la PD (Hardware y Software fotogramétrico y de digitalización, plotter, almacenamientos, etc.)</li> <li>- Generación de Procedimientos y especificaciones técnicas</li> <li>- Estaciones permanentes de referencia</li> </ul>	Datos fundamentales: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Continuos</li> <li>- Que cumplan estándares de calidad y documentación</li> <li>- Actualizados</li> </ul>
BD Geoespacial	Obtener un modelo abstracto de la geografía nacional de los datos fundamentales	<ul style="list-style-type: none"> <li>- DBMS</li> <li>- Software y Hardware</li> <li>- Datos</li> <li>- Protocolos de comunicación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Base de datos geográfica, que sea de acceso concurrente y fácil; que mantenga la integridad de los datos y un mínimo de redundancias e inconsistencias y que sea segura.</li> </ul>
Servicios en Línea	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Integrar datos de múltiples fuentes simultáneamente</li> <li>- Recuperar y desplegar IG.</li> <li>- Realizar búsquedas de conjuntos y servicios de datos</li> <li>- Libre disponibilidad de los datos para las instituciones involucradas en la IDE</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hardware y Software Necesarios.</li> <li>- Comunicaciones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Servicio de visualización de IG</li> <li>- Servicios de Localización</li> <li>- Servicio de descarga</li> </ul>

## POLÍTICAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (IG)

### Acceso a la IG

- Las Instituciones del Estado tendrán acceso libre a los DF.
- Para el resto de los usuarios en general podrán acceder a los temas básicos de los DF y otros a determinar.
- El acceso y la utilización deben resultar fáciles para los usuarios.

### Precio de la IG

- Las Instituciones del Estado participantes de la IDE-Uruguay accederán y descargarán IG en forma gratuita.
- Los usuarios en general podrán visualizar los DF determinados sin costo, pero su descarga será con costo salvo aquellas que se especifiquen como gratuitas.
- El costo de la IG en raster se determinará en base a la actualidad y área de la información siendo igual que el costo de distribución directa. Se calculará por los costos asociados a su reproducción en medio magnético.
- Para los vectoriales se determinará en base a las capas, escala, actualidad y área abarcada y será el que la institución productora determine.
- Esta política deberá tender primordialmente a la difusión y uso de la IG.

### Derechos de autor

- La IG a las Instituciones del Estado y a los usuarios en general, estará sujeta a las normas nacionales y en su defecto a las internacionales relativos a los derechos de autor.
- Las Instituciones del Estado no podrán comercializar ni entregar a terceros la IG a no ser la propia por la cual es responsable de su producción o distribución.

### Otros aspectos a considerar

- La IG deberá ser continua.
- Los productores darán a conocer la calidad de la información, dato o producto.

- Los DF básicos serán producidos por la entidad rectora en la materia, en este caso el SGM.
- En la IDE-Uruguay podrán participar todos aquellos productores y usuarios, siempre y cuando se ajusten a las políticas de la IDE y así lo convengan.
- Los productores y usuarios de la IG deben estar en proceso permanente de entrenamiento y educación en las temáticas relativas a la IDE, de manera que se propicie el conocimiento exacto del territorio para facilitar la toma de decisiones.
- Todo nuevo proceso de producción, publicación y distribución de la IG será efectuado sobre la base transparente y ética del provecho de los nuevos avances de la tecnología de punta.

## **FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL (FI)**

El proceso de Fortalecimiento Institucional estará dirigido al desarrollo de las capacidades y recursos humanos, científicos, tecnológicos, organizacionales e institucionales del país para el desempeño efectivo y eficiente en forma sostenible.

En relación a la IG, el FI servirá como herramienta de gestión que permitirá mejorar la producción, la integración y el acceso a los datos, de acuerdo con las necesidades de los usuarios y los lineamientos de política, calidad y estandarización que se está proponiendo.

### **Cooperación Técnica**

Se orientará a la búsqueda de alianzas estratégicas y asociaciones que generen conocimiento del territorio a través de dar valor agregado a los datos o a la Información Geográfica.

Se buscará la cooperación internacional con las otras IDEs en todos sus niveles.

### **Investigación y Desarrollo**

Formular un plan nacional de desarrollo para el desempeño efectivo y eficiente del SGM que sea consistente con las estrategias nacionales en relación a las ciencias, tecnologías e innovación.

La búsqueda de un mecanismo de una publicación a corto plazo de productos interoperables.

Las principales áreas de investigación y desarrollo entre otras serán:

- **Geodesia y Cartografía**
- **Interoperabilidad y Estándares**
- **Generalización de datos**
- **Accesibilidad**
- **SIG**
- **Diseño de Base de Datos**
- Calidad e integridad de los datos
- Mantenimiento de los datos
- Generación de productos
- Sensores Remotos

### **Capacitación y Transferencia de Conocimientos**

Esta actividad en las instituciones productoras de temas se guiará fundamentalmente por el Modelo de Competencias de la Universidad del Sur de Mississippi para garantizar el mejoramiento continuo (coordinación, gestión de datos, mercadeo, análisis, administración de sistemas, enseñanza, visualización, etc).

### **CONCLUSIONES**

- Debido a la decadencia de la cartografía tradicional se hace imperioso que las agencias cartográficas gubernamentales, en este caso el SGM, lidere y gestione los procesos de mejoramiento, funcionamiento y aprendizaje a cooperar por medio de asociaciones dentro de la limitación de las **restricciones presupuestarias** y satisfacer las exigencias cada vez mayores de los usuarios.
- La IDE- Uruguay es una sólida iniciativa para promover la producción de IG a nivel nacional, que ha de impulsar su uso masivo por la sociedad y mejorar el **desarrollo sostenible**.
- Deben de participar el **mayor número de instituciones** estatales, académicos, privados, de investigación, etc.
- Deben tenerse en cuenta las **lecciones aprendidas** por otras IDEs nacionales o regionales.
- Deben seleccionarse las tecnologías más apropiadas al medio a través de la investigación y desarrollo.

## RECOMENDACIONES

- Promoción de una **Ley o Decreto** gubernamental que **incluya las políticas** planteadas y conforme una **comisión al más alto nivel**, encargada de gestionar y liderar la construcción de la IDE, que involucre las entidades participantes, las cuales deberán realizar un plan estratégico para su implementación.
- Dicha comisión deberá **pautar** sobre los estándares, tecnologías, aspectos técnicos, gestión de la IG, DF y FI para la IDE y para todos los sectores privados, públicos y académicos, para lo cual podrá formar grupos de trabajo.
- Se recomienda que el **Director del Comité** esté a nivel de la OPP y la **secretaría técnica** en el SGM.
- La **financiación** debería ser procurada por esta OPP
- La formulación e implementación sea a través de un **proyecto piloto a corto plazo**, que sea de interés común, que involucre específicamente los datos fundamentales, con el fin de mostrar las bondades de disponer de una IDE.

## CAMPAÑA 2005 DEL SERVICIO GEOGRÁFICO MILITAR EN LA ANTÁRTIDA

*Autor: Tte.Cnel. Héctor Rovera*

Desde el establecimiento de la Base Científica Antártica Artigas (BCAA) en la Isla Rey Jorge, Shetlands del Sur, el Servicio Geográfico Militar (SGM) ha encarado varios trabajos en su especialidad.



Se han publicado a la fecha importante cantidad de cartas a efectos de permitir y facilitar la navegación y la investigación científica, (geólogos, biólogos, medioambientalistas, etc.). Estas son las siguientes:

Península Fildes, Isla Rey Jorge, escala 1/ 10.000, año 95

Base Científica Antártica Artigas escala 1/ 1.000, año 1986 al 98

Domo menor Glaciar Collins 1/10.000, 1992

Punta Nebles (raster) 1/ 2.500 , 1987

Punta Armonía (raster) 1/ 5.000 , año 1986

Caleta Marion (raster) 1/ 4.000, 10m 1988

Estación GPS, al fondo la Base Científica Artigas

Punta Armonía (raster) 1/ 10.000, anomalías gravimétricas a 1 mgal 1993

Península Fildes escala 1/ 77.000 anomalías gravimétricas (Aire Libre y Bouguer) 1993

El avance de los Sistemas de Posicionamiento y en particular el GPS (Sistema de Posicionamiento Global, NAVSTAR) presente desde hace dos décadas, permite instrumentar proyectos que antes eran simplemente impensables, como por ejemplo el monitoreo y la determinación de la velocidad con que las placas de los continentes se mueven. Estos trabajos exigen la coordinación de la Comunidad de los Países Antárticos en un mismo esfuerzo.

Dentro de este marco, el SGM ha venido participando, desde 1995 en el desarrollo de Proyecto GIANT (Infraestructura Geodésica en la Antártida), mediante la observación ininterrumpida de señales satelitales cada verano austral, con la finalidad de establecer una red de estaciones global y de llegar a determinar el desplazamiento de las Placas Continentales. Estas campañas patrocinadas por el Comité Científico Antártico (SCAR) se conocen con el nombre de Campañas Epoch y hoy representan un significativo aporte en investigación al grupo de trabajo de Tectónica Antártica, (ANTEC).

Otra contribución de este Servicio en este verano, es la actualización de parte de la cartografía obtenida en temporadas anteriores. Lo más notable que se observa es la magnitud del alejamiento de la costa de parte del Glaciar Collins en un lugar muy próximo al entorno de la Base Uruguaya (zona de punta Nebless).



Fotografía del Glaciar Collins tomada en el verano de 1987



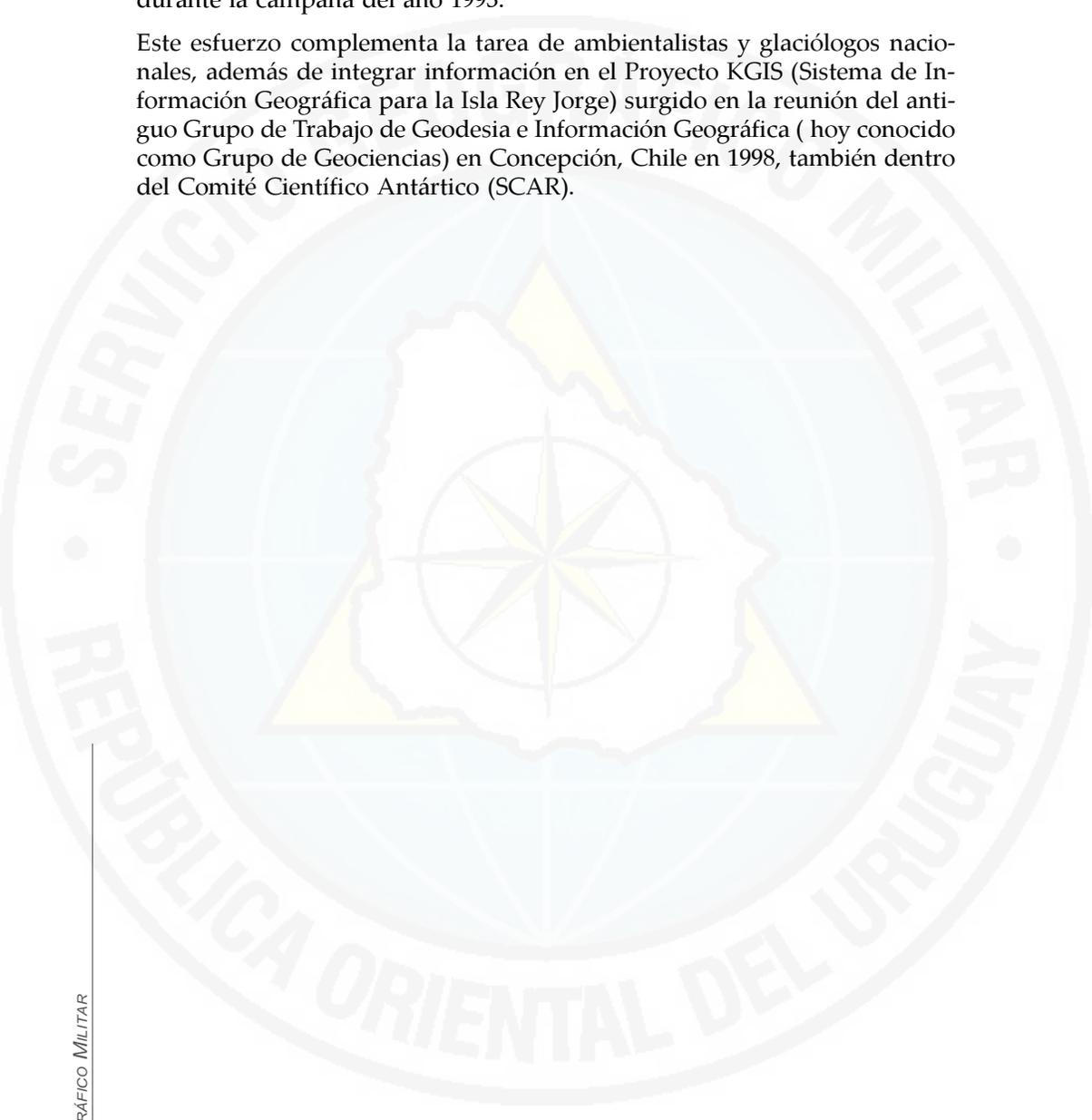
Fotografías del Glaciar Collins tomadas en el verano de 1998 y 2005 respectivamente.





Se pretende durante el verano de 2006 , poder obtener una nueva versión completa de la carta del Domo Menor del Glaciar Collins tarea cumplida durante la campaña del año 1993.

Este esfuerzo complementa la tarea de ambientalistas y glaciólogos nacionales, además de integrar información en el Proyecto KGIS (Sistema de Información Geográfica para la Isla Rey Jorge) surgido en la reunión del antiguo Grupo de Trabajo de Geodesia e Información Geográfica ( hoy conocido como Grupo de Geociencias) en Concepción, Chile en 1998, también dentro del Comité Científico Antártico (SCAR).



# RELEVAMIENTO AEROFOTOGRAMÉTRICO DE LOS CENTROS POBLADOS DEL URUGUAY CON FOTOGRAFÍAS A ESCALA 1:10.000

*Autores: Tte.Cnel. César Rodríguez  
Tte.2º Anastasia Hornes*

## I- INTRODUCCION

Una cartografía urbana de calidad y actualizada, es la herramienta necesaria para la implementación del Plan Nacional de Saneamiento y Distribución de agua.

En coordinación con las divisiones: Geodesia, Topografía y Cartografía, la División Fotogrametría lleva a cabo la restitución fotogramétrica de los 340 centros poblados que conforman el mosaico urbano del interior de nuestro país.

El inicio de dicho proyecto, a fines del año 1998 marca un hito en la historia de la División, así como en el desarrollo tecnológico del país en el ámbito de la fotogrametría.

Dicho hito esta enmarcado en la adquisición de una Estación Fotogramétrica Digital (EFD) marca Leica provista de un software de alta precisión (SOCET SET), la que sumada a los restituidores P-33, conforman los recursos materiales disponibles para desarrollar el proyecto.

Es de suma importancia la adquisición de este material (EFD) los que sobrepasan en gran medida a restituidores analíticos (P 33) ya que:

- 1- Las capacidades del procesamiento de imágenes están al alcance del operador.

Aumentos, reducciones, realces de contrastes y manipulación de la imagen, no necesitan ya de un laboratorio fotográfico.

Las EFD tienen un laboratorio en sí mismas.

- 2- Las EFD son muchos más completas y efectivas que los restituidores analíticos.
- 3- La ausencia de partes óptico-mecánicas móviles hace que las EFD sean más exactas y potencialmente más precisas ya que no necesitan de procedimientos de calibración.
- 4- Las EFD ofrecen mayor flexibilidad a la hora de la visualización y la medida de varias imágenes simultáneamente. Ello supone una gran ventaja a la hora de identificar y medir puntos de apoyo y puntos de enlace.
- 5- Varias personas pueden ver el modelo estereoscopio a la vez, lo que resulta interesante para aplicaciones, en que al modelo se le superpone los vectores del archivo de diseño. La visualización directa de un modelo estereoscopio, es decir sin sistema óptico es considerada también una ventaja por muchos operadores.
- 6- Las EFD resultan más amigables en el uso que los restituidores analíticos.

Es de justicia resaltar el apoyo, versatilidad y compromiso de todos y cada uno de los integrantes de la División para adaptarse a los cambios que la nueva tecnología impone, destacándose la capacidad de aprender a aprender.

Se resalta el trabajo de equipo a nivel horizontal entre todas las reparticiones, no solo técnicas sino administrativas, las que proporcionaron el apoyo logístico requerido.

## II- Planificación del proyecto:

Se establecieron las prioridades basándose en las necesidades del cliente con el fin de saber en que orden se explotarán los centros poblados.

La determinación del equipo a utilizar para restituir fue objeto de planificación detallada.

Se utilizaron los dos restituidores analíticos (P-33) y la EFD.

La solución buscó amalgamar, no sólo las potencialidades técnicas del equipamiento sino, los recursos humanos disponibles y el factor tiempo.

Establecida la planificación primaria se comienza con la ejecución del proyecto.

La ejecución de cada uno de los 340 centros poblados lleva un proceso que comienza con la solicitud del apoyo de campo, pasando por aerotriangulación, captura de datos, edición, finalizando con el control

y elevación a la división Topografía para el completamiento de la toponimia y su posterior transformación al formato de archivo requerido por el cliente.

### III- Descripción del proceso:

- Solicitud de apoyo de campo por la División Fotogrametría: consiste en la determinación de la cantidad y la zona donde van ubicados los puntos de control.
- Medición y cálculo de los puntos de control por parte de la División Geodesia y Topografía.

Para esto utiliza el Método Diferencial Estático a partir de la red Geodésica Nacional, recalculada en el marco SIRGAS (Sistema de referencia ROU-SIRGAS 98), proyección UTM, husos 21 y 22.

Se utilizaron receptores satélites de mono y doble frecuencia acorde a la longitud de los vectores (10 Km).

Las precisiones de estos puntos de control de campo son: en planimetría de 0.02m y en altitud 0.04m. El DATUM altimétrico utilizado fue el cero Oficial.

Los ajustes de campo se efectuaron con el programa ASHTECH solutions y PRISMA.

- Aerotriangulación.

Una vez recibida de la División Geodesia las fotos, libretas de campo y coordenadas de los puntos se controla que verifiquen los puntos picados en la foto con los de la monografía, y que se encuentren en las fotos adjuntas.

Se realiza una selección y picado de puntos para realizar la aerotriangulación (a estos puntos también se le realizan monografías).

Luego se procede a la lectura de modelos en los instrumentos (P 33).

A partir de los puntos de control, el programa SIMBA le calcula coordenadas de campo a los de aerotriangulación. Una vez obtenidos los archivos de los puntos de control mediante el programa PCAP (de los P33) se realiza la orientación de los modelos.

Obtenida la orientación de los modelos comienza la captura de datos con el programa Microstation.

- Captura de datos: una vez establecida la librería de códigos y la cantidad de elementos a representar por parte de la División Cartografía se comienza la captura de los datos. Los detalles a representar fueron establecidos acorde a los requerimientos del cliente, destacándose planimetría completa, curvas de nivel cada 2 mt. y puntos acotados en

todos los cruces de calles y cambios de pendiente de la caminería principal.

- Edición: comienza con el armado de los archivos finales, es decir unir todos los archivos de los modelos en uno solo. La edición consiste en la corrección de pequeños defectos u omisiones cometidos durante la restitución. Posteriormente su control con fotos y confección de los archivos finales para entregarlos a la División Topografía.
- La División Topografía realiza el completamiento de campo y agrega la Toponimia tales como: nombres de calles, edificios principales (escuelas, liceos, etc.)
- Control final: mediante ploteos y fotografías se realiza el último control.

#### IV- DESCRIPCIONES TÉCNICAS

La Restitución digital de los centros poblados supera las 200.000 hás y su producción fue de 10 hás/h.

Fue realizada a partir de fotografías y diapositivas de la FAU escala 1:10000, con vuelos realizados en el período 1994-1996.

##### **Relevamiento planimétrico:**

Partiendo de la captura de datos se confeccionan distintos archivos los cuales se subdividen en distintas categorías, (planimetría, hidrografía, ejes, toponimia)

- Planimetría: Se realizó el amanzanamiento por los límites de propiedad. Se indicó el tipo de pavimento, las áreas verdes y elementos de interés expresados por el cliente.

Las líneas de propiedad se dibujaron como polilíneas en color negro, y fueron incluidos en un layer denominado "LÍNEAS PROPIEDAD".

Los tipos de pavimentos fueron incluidos en un layer denominado "PAVIMENTOS", y se indicaron con diferentes colores los distintos tipos. Se diferenciaron: hormigón armado, carpeta asfáltica, tosca, elementos prefabricados.

- Ejes: Los ejes de calles se indicaron con punto-línea, se dibujó en color gris, y se incluyó dentro de un layer denominado "EJE CALLES"
- Hidrografía: los cursos de agua en las proximidades de los centros poblados,

Los cursos de agua fueron dibujados como polilíneas, en color azul, y se incluyeron en un layer denominado "CURSOS DE AGUA".

- Toponimia: se indican los diferentes rótulos en el archivo especificado.

- Relevamiento Altimétrico:

Se realizaron curvas de nivel cada 2 metros (puntos acotados con una precisión de 10cm.) en toda el área urbanizada.

- Las curvas de nivel se dibujaron en color sepia y se ubicaron en un layer denominado "CURVAS NIVEL".

- Se acotaron especialmente los puntos de intersección de los ejes de calles, con la misma precisión de los puntos de apoyo. Ambos grupos de puntos están ubicados en un layer denominado "PTOS.REF"; y se diferenciaron con distintos colores.

## V- CONCLUSIONES

1- A modo de comprobación de la precisión de esta cartografía se realizaron controles de campo, los cuales verificaron que los diferentes mapas cumplieran con los requerimientos de los objetivos planteados.

2- Se cumplió la misión en forma eficaz, eficiente y el producto es de calidad.

Queda planteado para el Servicio el desafío de seguir con la realización de la cartografía digital, tomando como base los centros poblados pertenecientes a este proyecto.

Se podría realizar el completamiento para la zona Suburbana y Rural, así como para la zona urbana de todos los elementos que no fueron representados por no haber sido solicitados por el cliente: Ejemplo información catastral.

3- La fotogrametría es la ciencia generadora de nueva cartografía por lo tanto sus productos son básicos para la formación de un S.I.G. actualizado. Se enfrenta hoy el desafío de la generación de esa nueva cartografía que tenga como característica la integración a la base de datos.

Según las exigencias actuales de un S.I.G. esta nueva cartografía debe ser lo más sencilla, práctica, precisa y actualizada; siendo éste nuestro principal objetivo a cumplir y al cual dedicaremos nuestro mayor esfuerzo.

## BIBLIOGRAFÍA:

- Fotogrametría Digital, Toni Schenk

## PRODUCTOS Y SERVICIOS CARTOGRÁFICOS COMERCIALIZABLES

*Autor: Tte.Cnel. Gustavo A. Lacuesta*

El Servicio Geográfico Militar como es tradicional cuenta con una Oficina de Información y Ventas ubicada en un amplio salón de su sede en la Av.8 de Octubre 3255, donde pone a disposición de la comunidad de usuarios y al público en general todos nuestros productos y servicios.

En ella nuestro personal brinda asesoramiento acerca de cuales son las mejores opciones posibles para los requerimientos de las personas que hasta allí se acercan.

Asimismo se atienden consultas través de nuestras líneas telefónicas, fax o a través de nuestro correo electrónico.

Se realizan envíos al interior y exterior del país cuando así sea requerido por los clientes.

Hemos procurado implementar mejoras en la infraestructura de la misma para que sea más confortable y permitir una atención personalizada para todo el público.

El acceso de los clientes a realizar consultas a través de Internet o de realizar sus pedidos ha sido un avance en cuanto a la mejora en el tiempo de respuesta que el usuario merece.

Cabe resaltar que a través de esta oficina se realizan las gestiones pertinentes para la visación de los documentos cartográficos que se quieran publicar.

La normativa vigente en este aspecto es el Decreto N° 974/973 establece en su Art.1° "Todos los organismos públicos y privados así como particulares que deseen publicar mapas, cartas o croquis de la República Oriental del Uruguay, Departamentales, parciales, etc., deberán solicitar el asesoramiento técnico y la visación para su aprobación de todo original cartográfico pronto para su impresión".

También es importante destacar lo expresado en su Art. 3º “En caso de no ajustarse al presente decreto, al organismo público o privado o persona responsable le serán confiscadas el total de las publicaciones impresas”.

No menos importante es el asesoramiento brindado a nuestros clientes y al público en general acerca de los derechos que la institución tiene sobre su obra cartográfica, ello está en función a lo dispuesto en la Ley Nº 17.616 sobre los Derechos de Autor y Derechos Conexos que en su Art.2º expresa: Sustitúyese el artículo 2º de la Ley Nº 9.739, del 17 de diciembre de 1937 por el siguiente, “Art. 2º inc. 1º “El derecho de propiedad intelectual sobre las obras protegidas en esta ley comprende la facultad exclusiva del autor de enajenar, reproducir, distribuir, publicar, traducir, adaptar, transformar, comunicar o poner a disposición del público las mismas, en cualquier forma o procedimiento.”

Es claro entonces que el S.G.M. ha cumplido con lo dispuesto y está inscripto como autor, editor y propietario de sus publicaciones cartográficas. Quedando libre de tomar las acciones legales necesarias en caso que se constate alguna irregularidad acorde a la legislación vigente.

Aún así la institución podrá conceder a sus clientes licencias de uso previo acuerdo, convenio, y/o contrato.

A modo de síntesis se puede enumerar los principales productos y servicios que ofrece el S.G.M.:

Cartografía a diferentes escalas presentadas en formato papel o sus homólogos en formato digital raster (JPG o TIFF). Anexo Nº1, 2 y 3

Cartografía Urbana de Centros Poblados del interior del país a escala 1:10.000 en formato digital.

Asesoramiento sobre determinación de coordenadas y navegación con receptores satelitales (G.P.S.)

Determinación de altitudes y trazado de perfiles a solicitud de los interesados.

Proporcionar datos de observaciones sobre anomalías del campo de gravedad y comportamiento del campo magnético terrestre.

Reproducción y ampliaciones de fotografías aéreas, fotoplanos e imágenes satelitales “Landsat” en papel fotográfico o fotocopias láser.

Ejecución de levantamientos aerofotogramétricos acorde a necesidades de los usuarios

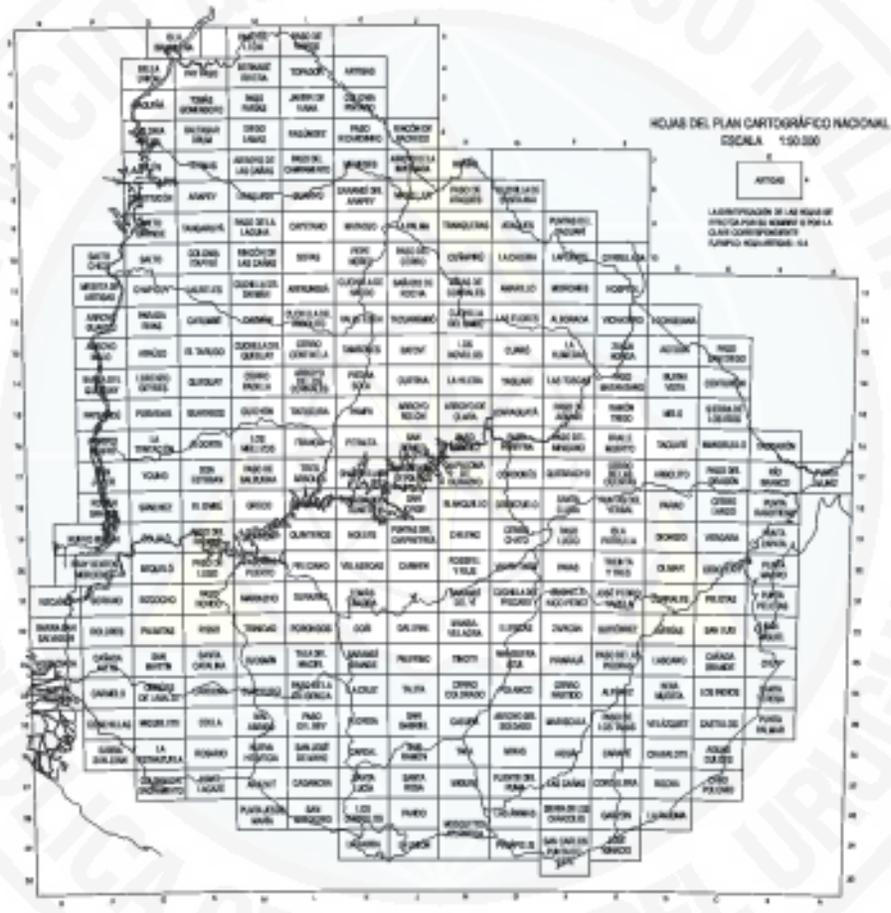
Asesoramiento técnico en geodesia, topografía, fotogrametría, cartografía y geomática.

Consulta de material histórico.

Servicio de fotocopias láser.

Impresiones en plotter (A-1) y sistema offset.

Por más información consultar a nuestra página web [www.sgm.gub.uy](http://www.sgm.gub.uy) o a nuestro correo electrónico [sgmventas@sgm.gub.uy](mailto:sgmventas@sgm.gub.uy).



PLAN CARTOGRÁFICO NACIONAL - ESC.: 1/250.000

CUADRO DE DISTRIBUCIÓN



### PLAN CARTOGRÁFICO 1:25.000

