

## GEODESIA ARGENTINA (SÍNTESIS HISTÓRICA)

Rubén C. Rodríguez

[geonotas.rr@gmail.com](mailto:geonotas.rr@gmail.com)

### RESUMEN

En este breve documento intentaremos dar cuenta de los hitos históricos más significativos de su desarrollo comenzando por mencionar que en el año 1899 la Argentina participaba de la geodesia del mundo como lo expresó Wolfgang Torge, expresidente de la Asociación Internacional de Geodesia, en la conferencia conmemorativa del 150° aniversario de la AIG celebrada en Potsdam en el año 2013.

### ADOPCIÓN DE UN SISTEMA DE REFERENCIA GEODÉSICO

Era la época en que en la que Luis Dellepiane (Figura 1) era profesor de geodesia en la Universidad de Buenos Aires y director del Instituto Geográfico Militar. El mismo que trajo los alambres de invar que se utilizaron por primera vez en la medición de la base geodésica Campo de Mayo de 3000 metros en el año 1906 para dar escala a la red extendida entre Zárate y Gándara con 23 puntos.



**Figura 1.** Teniente General Luis J. Dellepiane.

En el año 1925 el Instituto Geográfico Militar adopta el Elipsoide Internacional recomendado por la Asociación Internacional de Geodesia en 1924, también identificado como elipsoide de Hayford, que desarrolló los estudios que lo definieron.

Lo estableció la Disposición Permanente 197/1925 (Figura 2) en la que también eligió la proyección Gauss-Krüger para la cartografía que el IGM (hoy IGN) tenía y tiene a su cargo elaborar. Es la misma proyección utilizada por casi todo el mundo, aunque bajo la denominación de UTM que solo difiere con GK en la forma de aplicación: de tangente a secante, el ancho de las fajas o zonas y el origen de la X (o Norte).

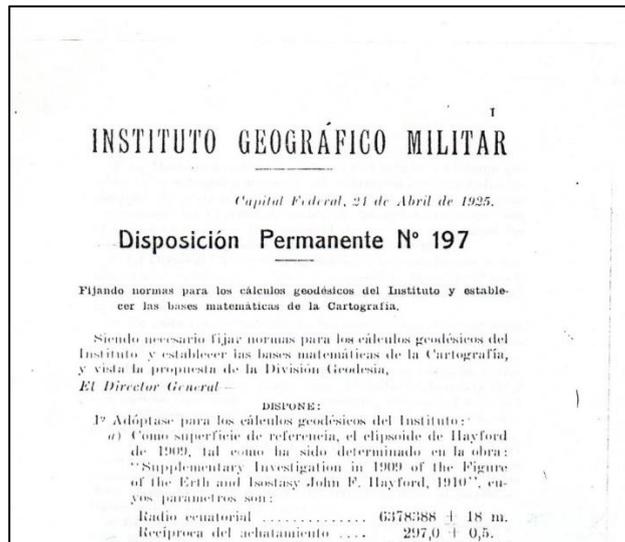


Figura 2. Disposición Permanente 197/1925.

### REDES GEODÉSICAS, ARCO DE MERIDIANO Y LEY DE LA CARTA

En enero del año 1934 se lleva a cabo en Mendoza la primera campaña geodésica de la Universidad de Buenos Aires proyectada y dirigida por Eduardo E. Baglietto (Figura 3) a la que le siguieron más de 40.



Figura 3. Ing. Eduardo E. Baglietto.

La red de triangulación se extendió entre la ciudad de Mendoza y el Cristo Redentor de los Andes con bases geodésicas, estaciones astronómicas, nivelación geodésica y líneas medidas con electrodistanciómetros. La compensación, llevada a cabo con los programas que mencionaremos más adelante, produjo un error medio de 0,7”.

Félix Aguilar (Figura 4) pronuncia una conferencia en el Instituto Popular de Conferencias (La Prensa) el 28 de agosto de 1936 sobre el proyecto de medición de un arco de meridiano que el 21 de diciembre del mismo año el congreso nacional sanciona la ley 12334 que señala “Procédase a la medición de un arco de meridiano a lo largo de todo el territorio nacional, a fin de satisfacer las necesidades prácticas de las obras públicas y de la investigación de la forma y dimensiones de la tierra” que consideramos la primera ley geodésica argentina.



Figura 4. Prof. Ing. Félix Aguilar.

Por sendos decretos del presidente Agustín P. Justo designa presidente de la comisión que tuvo a su cargo la medición a Félix Aguilar y a sus integrantes y también el reglamento de la misma. Los trabajos de la comisión suman 95 puntos medidos y 7 bases del total de reconocidos además de 1600 km de nivelación y 96 estaciones gravimétricas.

En 1941 se sanciona la ley 12696, conocida como ley de la carta (Figura 5), donde se le encomienda al Instituto Geográfico Militar en el artículo 1º, “Procédase a realizar los trabajos geodésicos fundamentales y el levantamiento topográfico de todo el territorio de la Nación.” Expresa en el artículo 4º, “Los trabajos geodésicos fundamentales se ajustarán a las prescripciones de los congresos científicos internacionales”.

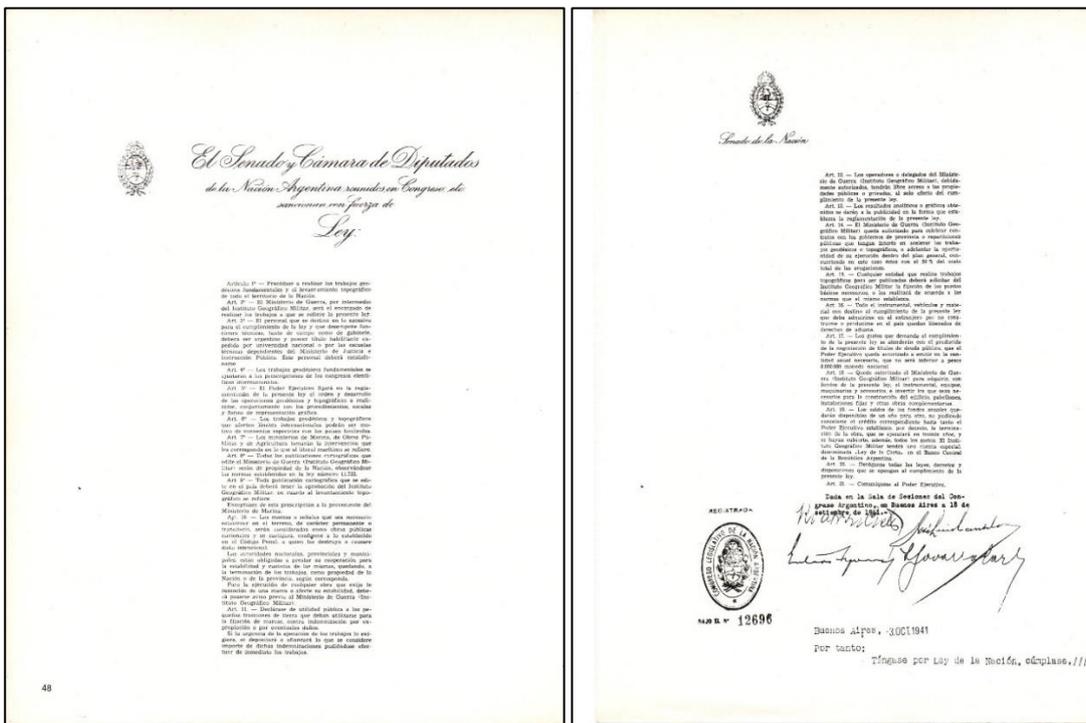


Figura 5. Ley 12696 de 1941, ley de la carta.

La ley no menciona el marco de referencia geodésico nacional ni cuál es la autoridad que lo establece y lo dejó, entonces, bajo la responsabilidad de las provincias en virtud de las facultades

no delegadas al gobierno federal. Esta situación ocasionó distintos inconvenientes y la solución se encontró recién en 2015 mediante el acta acuerdo firmada entre el Instituto Geográfico Nacional (IGN) y el Consejo Federal del Catastro (CFC) con el apoyo de la FADA (Federación Argentina de Agrimensores).

### **CAMPO INCHAUSPE – COMPENSACIÓN DE REDES**

El año 1946 constituye la oportunidad para, después de una serie de estudios preliminares, adoptar el punto Campo Inchauspe (latitud - 35° 58' 17", longitud - 62° 10' 12") (Figura 6) como punto de tangencia (dátum) para la red argentina (Disposición Permanente 440/1946 del IGM)



**Figura 6.** Pilar del punto Campo Inchauspe. (Imagen tomada de [https://www.ign.gob.ar/descargas/sig/dia\\_del\\_sig/sist\\_refygeorref.pdf](https://www.ign.gob.ar/descargas/sig/dia_del_sig/sist_refygeorref.pdf))

Para el año 1954 las redes de triangulación implantadas en función de la ley de la carta habían alcanzado a completar 10 anillos y se consideró apropiado someterla a una compensación que se llevó a cabo mediante el sistema de ecuaciones de condición. Teniendo presente que solo se contaba en la época con calculadoras electromecánicas los resultados no fueron totalmente satisfactorios.



**Figura 7.** Esteban Horvat. (Imagen tomada de <https://academianacionaldeagrimensura.org/2019/09/13/esteban-horvat/>)

Participaron de las operaciones Guillermo Riggi O'Dwyer, Esteban Horvat (Figura 7), Nicolás Beljajew y Alberto Christensen.

Unos 15 años después tuvo lugar una nueva compensación que la integraron 19 anillos y 1000 puntos incluyendo mediciones angulares, puntos Laplace y bases geodésicas. El resultado arrojó como error medio el valor 0,42" que dio lugar al sistema Campo Inchauspe 1969. Las redes se

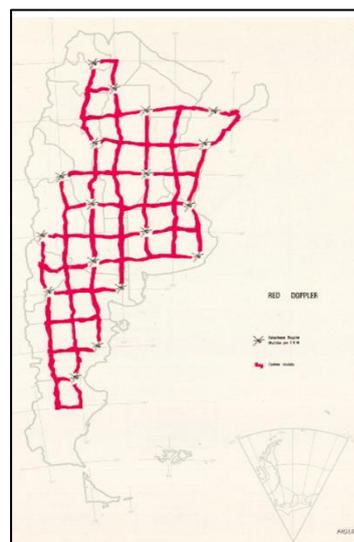
fueron extendiendo alcanzando a completar 44 anillos de los cuales una buena parte fueron densificados.



**Figura 8.** De izquierda a derecha David Byars, Alberto Christensen y Alfredo Elías. (Imagen tomada de <https://academianacionaldeagrimensura.org/2019/07/29/campo-inchauspe-1969/>)

Los programas fueron elaborados por Alberto Christensen y Alfredo Elías (Figura 8. En la fotografía con David Byars del Army Map Service) mediante un conjunto de 35 programas de cálculo Fortran y más de 30 subrutinas utilizando el método de variación de coordenadas. El mismo año se completó el llamado punto datum sudamericano 1969 (SAD 69) dirigido por Irene Fischer constituido por 800 puntos con origen en Chuá (Brasil) cuyo cálculo dio un error medio de 0.67”.

Con la llegada de la tecnología Doppler se llevó a cabo en el año 1976 una medición experimental en el punto Campo Inchauspe y al año siguiente tuvo lugar una campaña con la misma tecnología en 20 vértices de la red argentina de triangulación con una precisión de  $\pm 1,5$  metros (Figura 9), que permitió determinar los parámetros de transformación entre Campo Inchauspe 1969 y el marco geodésico internacional de la época, WGS 72.



**Figura 9.** Red argentina de triangulación Doppler.

## ESTACIONES PERMANENTES GPS

La instalación de estaciones GPS permanentes se inicia en 1979 con la ubicada en la Estación Astronómica Río Grande (Figura 10) a la que luego le siguieron La Plata y Salta en 1995 e IGM0 y Bahía Blanca en 1998.



Figura 10. Estación permanente GPS de Río Grande.

En la revista editada por el Instituto Geográfico Militar en 1989 se publica una nota titulada “Una red GPS para el país: el proyecto **POSGAR**”, que la dirección del IGM hace suyo en la misma revista (Figura 11).

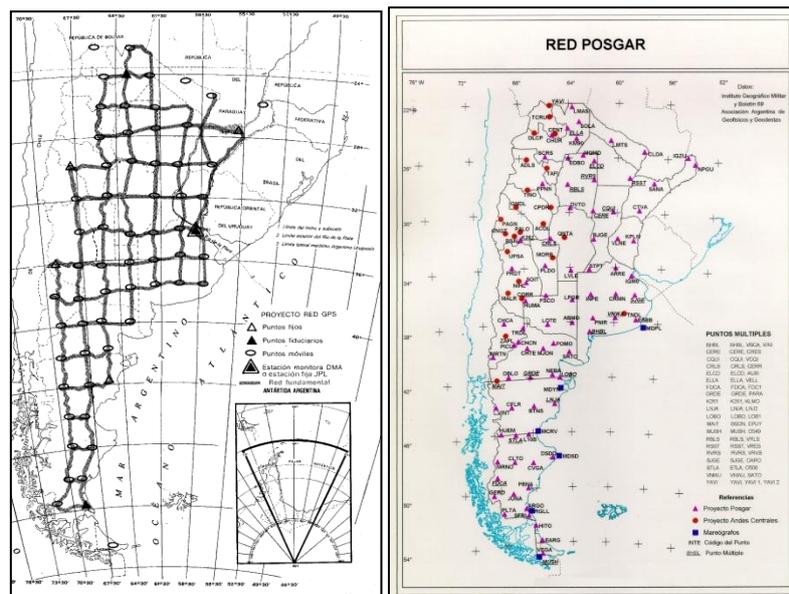
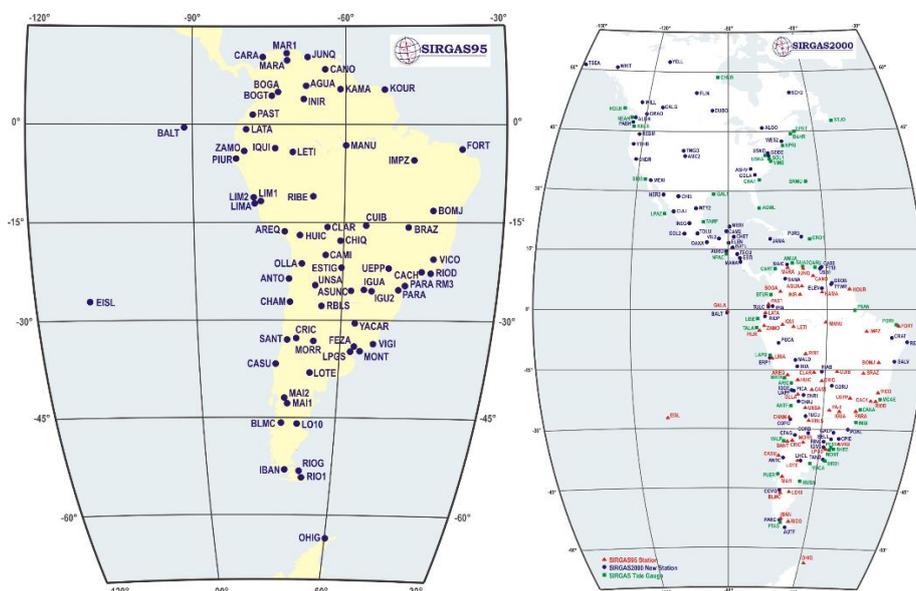


Figura 11. Izquierda Proyecto red GPS. Derecha Proyecto red POSGAR.

Su ejecución tuvo lugar durante el año 1993 en una campaña en la que participaron 127 estaciones. El cálculo fue llevado a cabo por la Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas de la Universidad Nacional de La Plata (FCAyG) mediante un *software* comercial para los vectores y la compensación mediante programas propios dando lugar al marco POSGAR 94 con una precisión de 1:1.000.000. Estuvo a cargo de Juan Carlos Usandivaras, Claudio Brunini, Juan Moirano y otros. Usando los mismos vectores fue compensada con un reconocido *software* comercial (GeoLab) alcanzándose resultados similares (8; 1 y 20 mm fueron las diferencias promedio en latitud, longitud y altura). En el 1998 se llevó a cabo un nuevo cálculo en la misma FCAyG con un programa científico (Bernese) con una precisión de 5 mm en cada una de las coordenadas.

En 1993 en Asunción se reúnen los geodestas de los países sudamericanos, la Asociación Internacional de Geodesia, el Instituto Panamericano de Geografía e Historia (IPGH) y la entonces Agencia Cartográfica de los Estados Unidos de América para discutir acerca de una red continental donde se establece el Sistema de Referencia Geodésico para América del Sur (SIRGAS) (Figura 11), que años después se extiende a todo el continente.



**Figura 11.** Sistema de Referencia Geodésico para América del Sur (SIRGAS).

La primera campaña se llevó a cabo en 1995 con 95 estaciones, 10 de las cuales se encontraban en la Argentina. La segunda y última fue en el 2000 (184 estaciones, 20 en la Argentina) dado que a partir de entonces el marco de referencia quedó sostenido por las estaciones continuas o permanentes. La Argentina tuvo, desde el inicio, una activa participación del proyecto ejerciendo la presidencia en dos períodos, a cargo de Claudio Brunini, y tres veces la vicepresidencia: Eduardo Lauría, María Virginia Mackern y actualmente Diego Piñón. Destacamos que no solo en SIRGAS se encuentra la participación argentina pues también está en la Asociación Internacional de Geodesia, en la Organización de las Naciones Unidas y en el IPGH.

Si bien pertenece al presente la instalación del Observatorio Argentino Alemán de Geodesia (AGGO) (Figura 12) en el año 2015 apreciamos que corresponde incluirlo como el último hito de la síntesis histórica reseñada.



**Figura 12.** Observatorio Argentino Alemán de Geodesia

El propio observatorio define su objetivo: AGGO tiene la misión de medir con altísima confiabilidad, registrar a largo plazo y poner a disposición de la comunidad científica internacional, una variedad de señales geodésicas necesarias para entender los procesos

de deformación de la tierra sólida, de la superficie de los océanos y de los grandes campos de hielo; las variaciones espaciales y temporales del campo de gravedad del Planeta; las irregularidades de la rotación de la Tierra en el espacio; la forma en que el agua cicla entre la atmósfera, los ríos, los mares y la biomasa; y otra variedad de procesos geodinámicos y de cambio global que afectan al 'Sistema Tierra'.

## REFERENCIAS

Acta acuerdo (2015)

[https://www.ign.gob.ar/archivos/geodesia/Acta\\_Acuerdo\\_IGN\\_CFC\\_FADA.pdf](https://www.ign.gob.ar/archivos/geodesia/Acta_Acuerdo_IGN_CFC_FADA.pdf)

Cerrato, Ángel A. (1996) La obra de un precursor. Facultad de Ingeniería. Universidad de Buenos Aires.

Christensen, A. H. J/Elías, A. V. (1973) Programación de la Compensación de las redes del Instituto Geográfico Militar (Simposio Internacional sobre Métodos de Computación en Geodesia Geométrica de la Asociación Internacional de Geodesia)  
<https://academianacionaldeagrimensura.org>

Fischer, Irene (1972). Estructura básica del datum sudamericano de 1969. Revista Cartográfica.

Instituto Geográfico Militar (1979) 100 años en el Quehacer Cartográfico del País, IGM, Buenos Aires.

La Prensa (edición del 29 de agosto de 1936).

Rodríguez, Rubén C. (1977). El establecimiento de estaciones Doppler en la red fundamental argentina. Revista Cartográfica.

Rodríguez, Rubén C. (1989). Una red GPS para el país: el proyecto POSGAR. Revista IGM 4 – 6.

Rodríguez, Rubén C. (2012) 50 años de geodesia argentina. Universidad de Morón.  
<https://es.scribd.com/document/101123499/50-anos-de-geodesia-argentina>

Sistema de referencia geodésico para las Américas. SIRGAS <https://www.sirgas.org>

Torge, Wolfgang (2013). From a Regional Project to an International Organization: The “Bayer-Helmert-Era” of the International Association of Geodesy 1862-1916. IAG 150 Years. Springer.