

# ***Marcos de referencia geodésicos***

CPIAA Chubut

Sitio de los Agrimensores ©, 2002

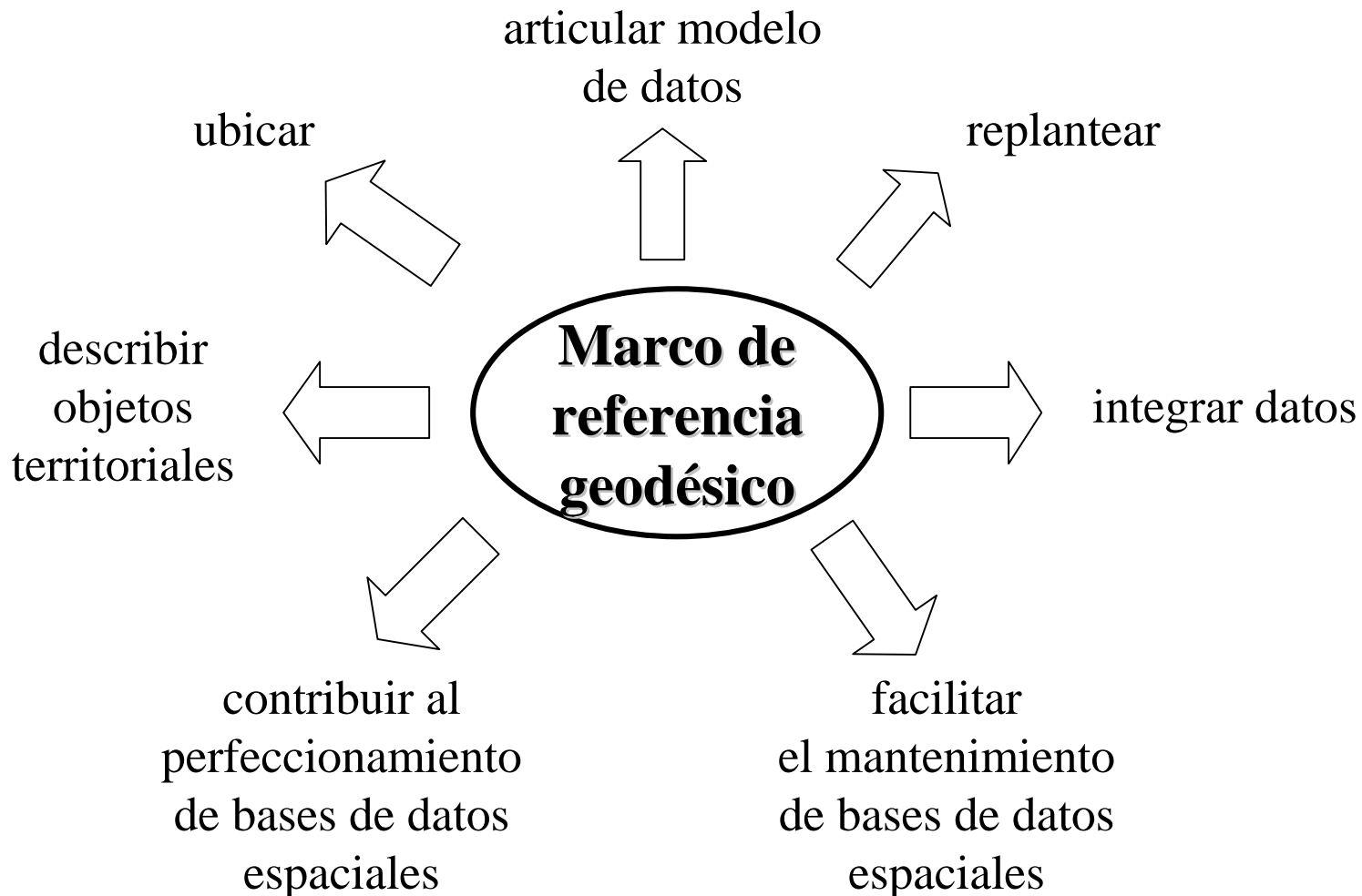
**Páginas Técnicas GPS**

<http://www.colegiochubut.org.ar/agrimensores>

# *Introducción*

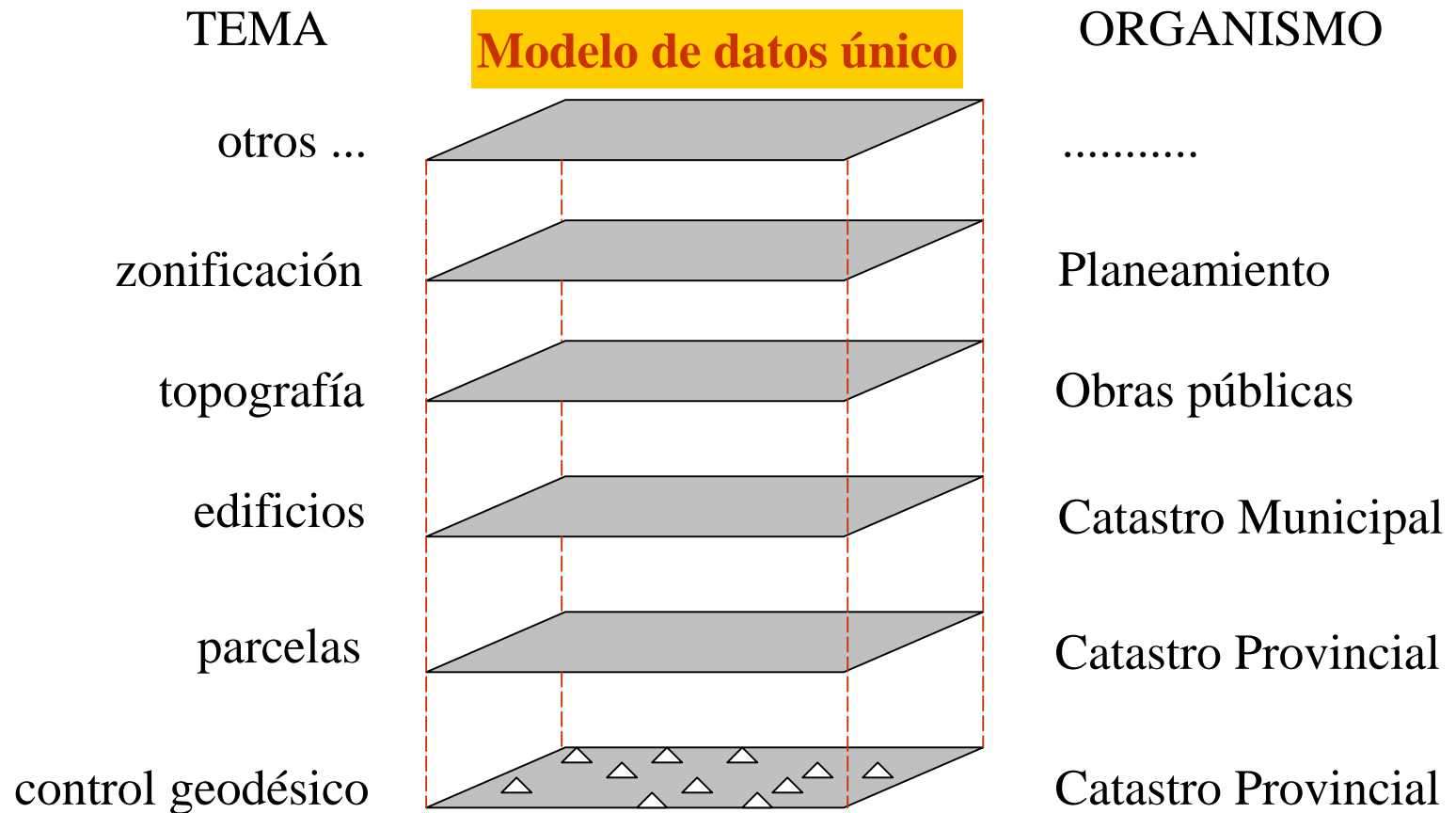
- Sistema de coordenadas - posición del origen / direcciones de ejes / convecciones.
- Sistema de referencia = abstracción matemática.
- Sistema de referencia = sistema de coordenadas + variables geométricas y físicas (ejs: elipsoide, constante de gravitación terrestre, velocidad angular de la Tierra, valor de la velocidad de la luz, modelo geopotencial para el campo de gravedad terrestre, modelo de movimiento de las placas tectónicas, etc..)
- Marco de referencia = realización práctica de un sistema de referencia.
- Marco de referencia = catálogo de coordenadas de puntos específicos que materializan implícitamente los ejes de coordenadas del SR.

# *Funcionalidad de un marco de referencia geodésico*



# *Importancia de un marco de referencia geodésico*

SIT corporativo - mantenimiento descentralizado de datos espaciales



**Marco de referencia geodésico único**

# *Importancia de un marco de referencia geodésico*

**INFRAESTRUCTURA  
DE DATOS  
ESPACIALES**

POLITICAS / DATOS  
FUNDAMENTALES /  
ESTANDARES / TECNOLOGIAS  
/RECURSOS HUMANOS

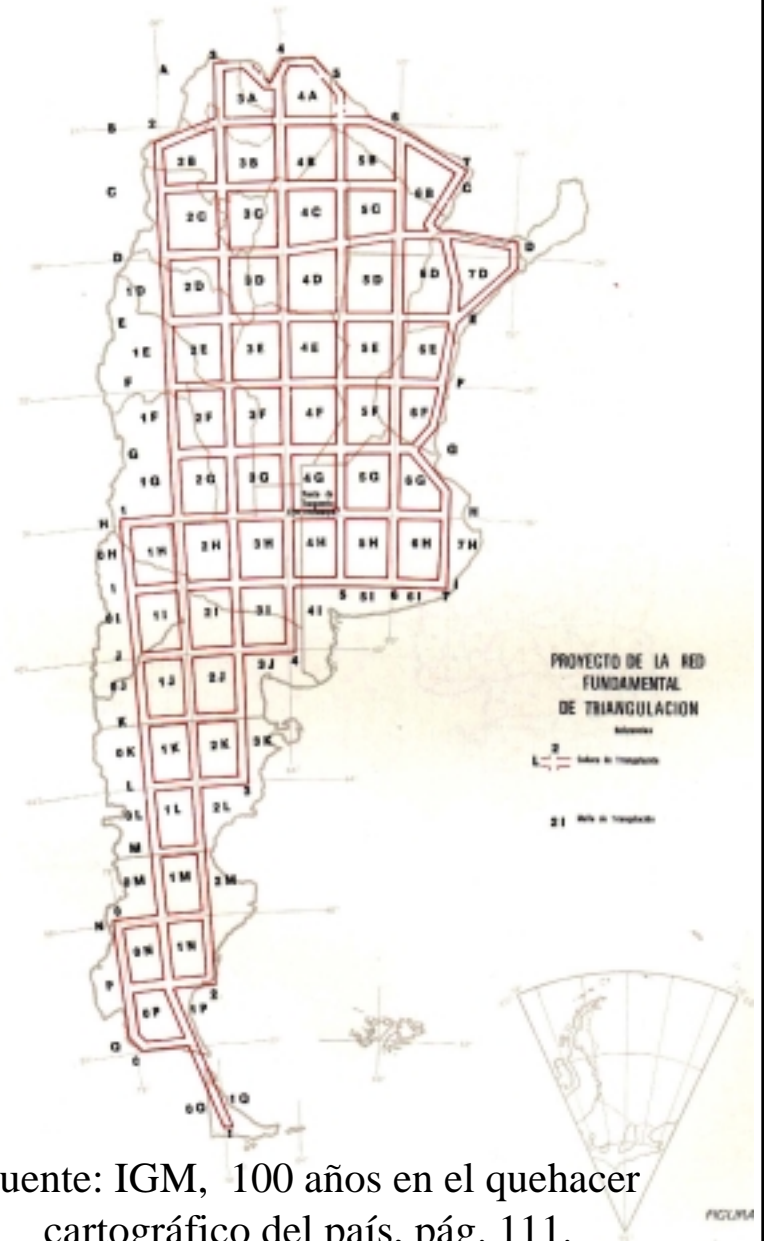


# *Sistemas de referencia clásicos y geocéntricos*

- Los **sistemas de referencia clásicos** se caracterizan por:
  - Tener alcance local o a lo sumo regional.
  - Estar realizados en base a técnicas de medición terrestres.
  - Estar vinculados al campo de gravedad.
  - Contar con redes horizontales y verticales separadas e independientes.
- Los **sistemas de referencia geocéntricos** se caracterizan por:
  - Tener alcance global.
  - Estar realizados en base a técnicas geodésicas espaciales.
  - Ser tridimensionales.

# Sistema Campo Inchauspe 69

- Punto origen: proximidades de Pehuajó ( ~ 36° lat. Sur / 62° long. oeste).
- 1969 año de la primera compensación.
- Superficie para la reducción de datos: elipsoide internacional 1924.
- Levantamiento realizado en base a cadenas desarrolladas sobre paralelos y meridianos pares.
- Cantidad aproximada de puntos: 18.000.
- Precisión: 3 a 10 ppm.



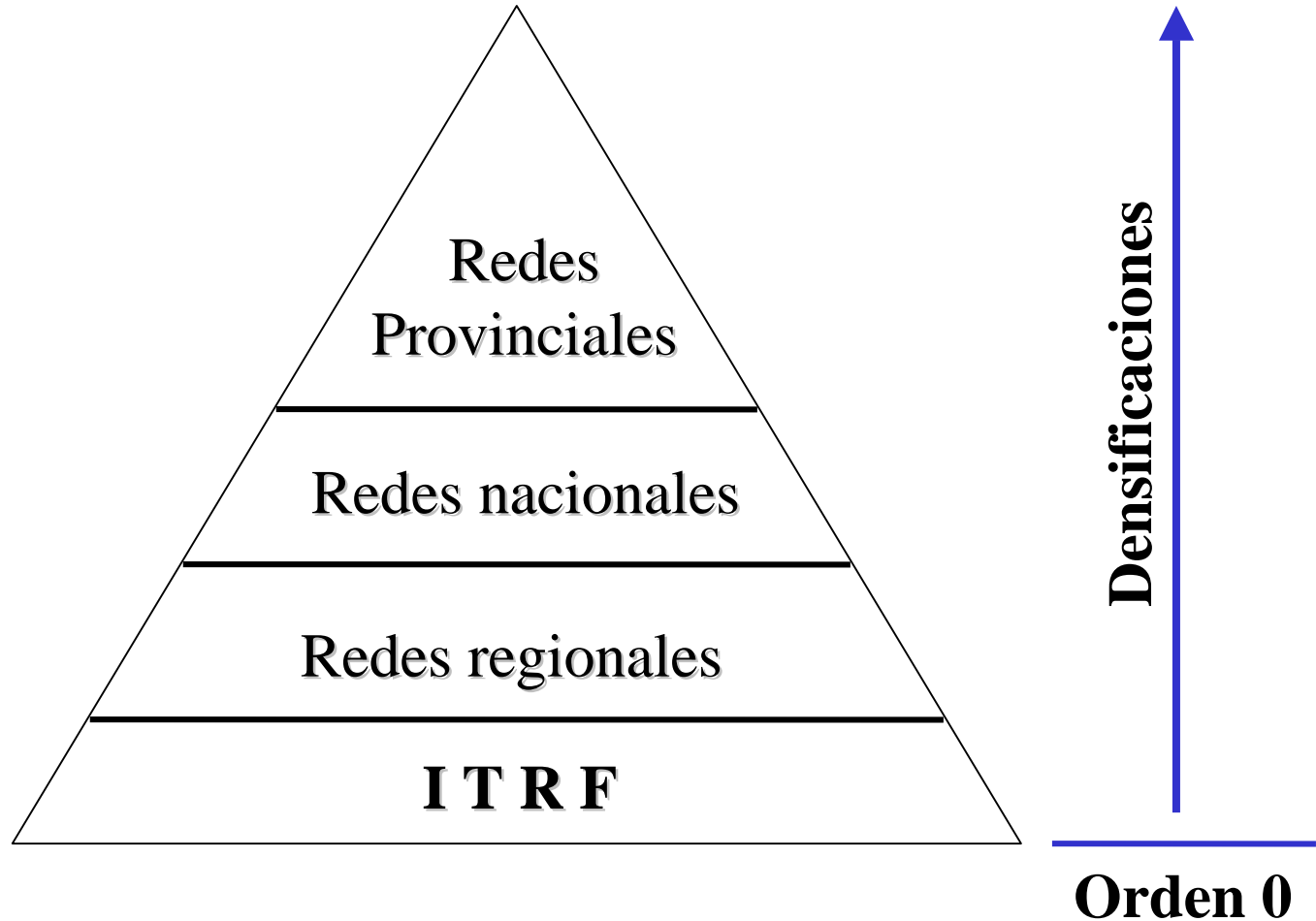
Fuente: IGM, 100 años en el quehacer cartográfico del país, pág. 111.

# *Marcos de referencia geodésicos para el posicionamiento satelital*

- Escalas:
  - Global:
    - Marco de Referencia Terrestre Internacional (ITRF) - WGS 84.
  - Regional:
    - SIRGAS (95/00).
  - Nacional:
    - POSGAR (94/98).
  - Provincial:
    - Redes de DPC - Redes del proyecto PASMA.



# *Marcos de referencia geodésicos para el posicionamiento satelital*



- ITRF y la integración de redes a distintas escalas-

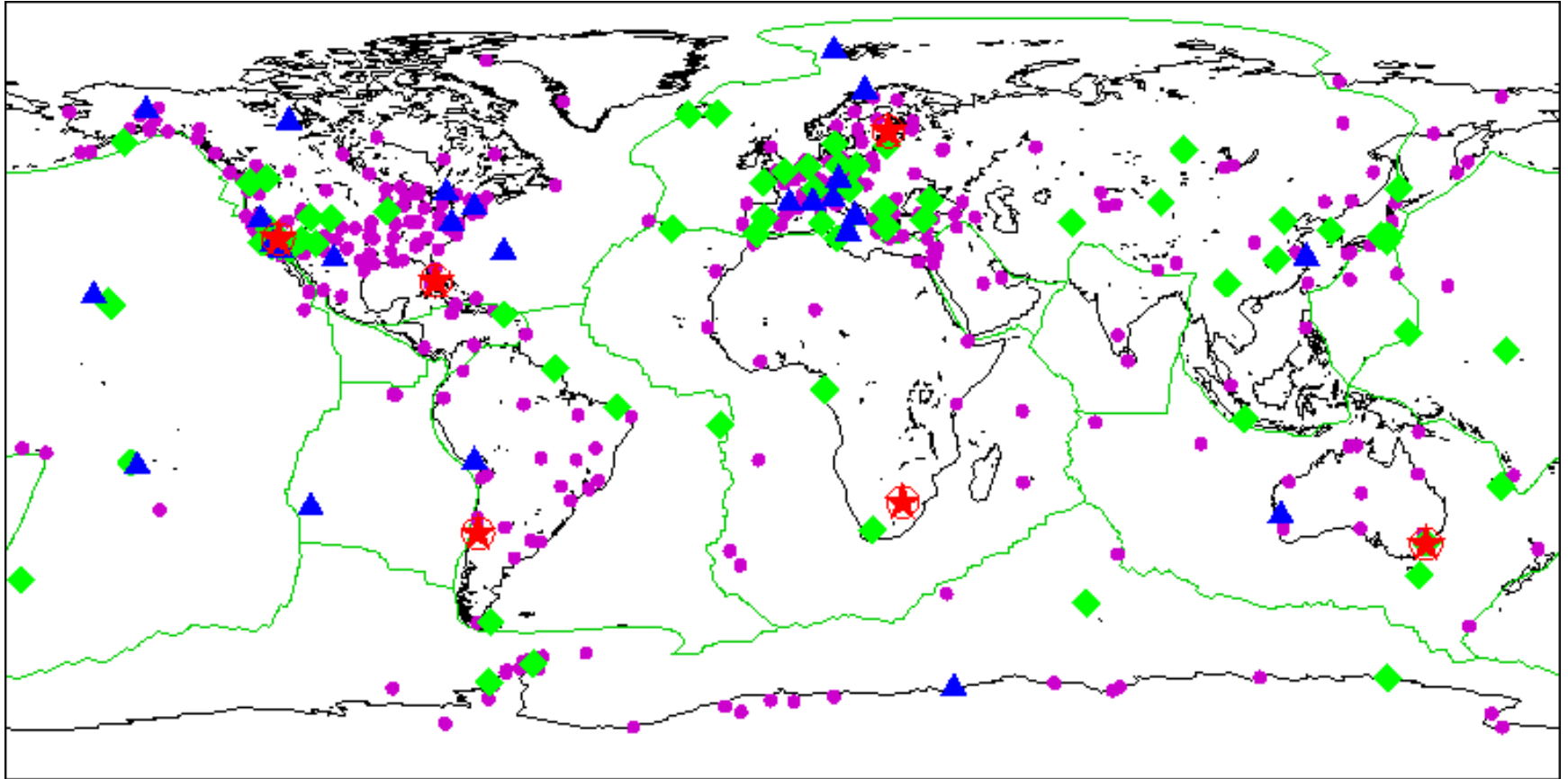
# *Marco de Referencia Terrestre Internacional - ITRF*

- Establecido por el Servicio Internacional de Rotación Terrestre (IERS) en el año 1988.
- Cuenta con una red conformada por más de 200 estaciones definidas con una precisión absoluta de  $\pm 1/3$  cm..
- Para la implementación del ITRF se utilizan las siguientes técnicas de posicionamiento: VLBI, SLR, LLR, GPS (desde 1991) y DORIS (desde 1994).
- **Introduce la variable tiempo como una cuarta dimensión** (realizaciones anuales, ej: ITRF 96 realización del SRTC el 1 de enero de 1996).
- La estabilidad centimétrica puede mantenerse solo si referimos las coordenadas a una época en particular, ej: coordenadas + velocidad (mm/año).
- Esto se logra teniendo en cuenta los efectos producidos por el movimiento de las placas tectónicas.

# *Servicio GPS Internacional (IGS)*

- Operativo desde el 1 de enero de 1994.
- Suministra apoyo a actividades geodésicas y geofísicas a través de una red de estaciones que capturan sistemáticamente datos de observación GPS.
- Productos generados por el IGS accesibles vía Internet:
  - Efemérides precisas.
  - Parámetros de rotación terrestre.
  - Coordenadas y velocidades de las estaciones de rastreo.
  - Información ionosférica y troposférica.
- Aplicación importante: permite el acceso global y contribuye a mejorar el marco de referencia ITRF.
- El rol del IGS en las actualizaciones del sistema WGS 84.

# *Red Global del IERS*



• 1

Collocated techniques  $\Rightarrow$  70

◆ 2

▲ 3

25

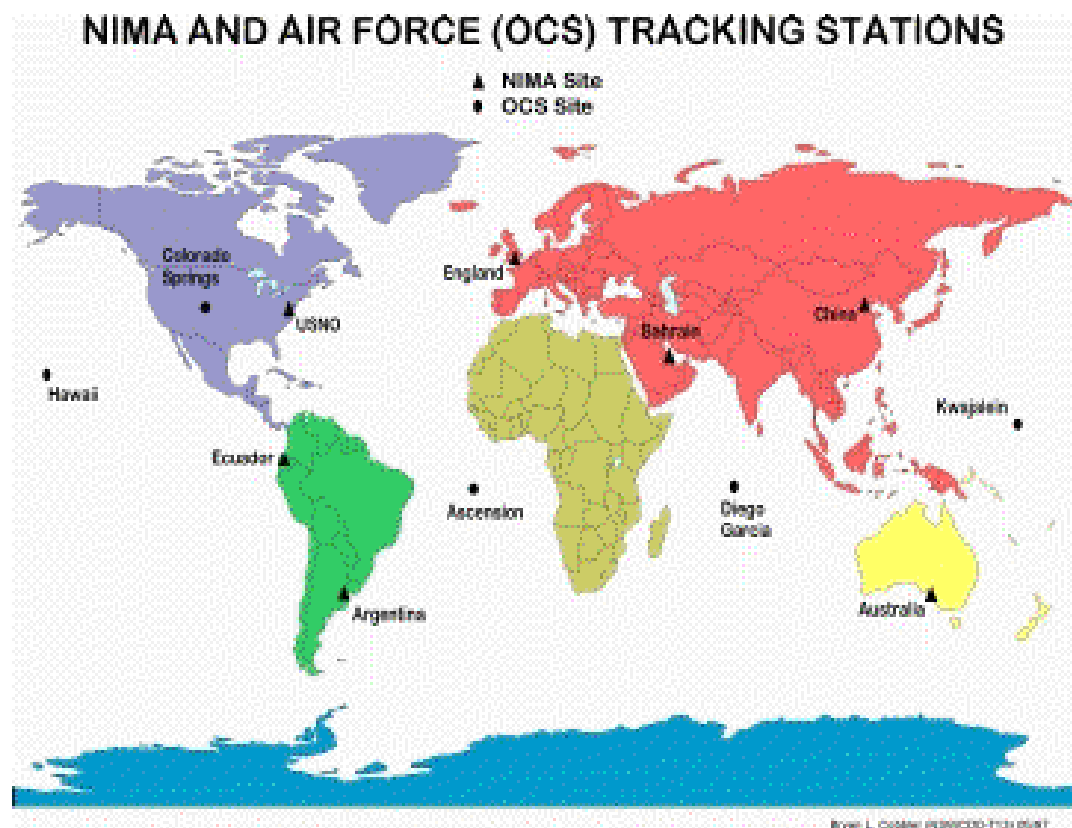
★ 4

6

Fuente: <http://lareg.ensg.ign.fr/ITRF/network.html>

# Sistema WGS 84

- Establecido por la National Imagery & Mapping Agency (ex DMA) / DoD EEUU.
- **Sistema en el que se expresan las efemérides de los satélites GPS.**
- WGS 84 está materializado por las coordenadas asignadas a las estaciones de rastreo utilizadas para la determinación de órbitas.



Fuente: <http://164.214.2.59/GandG/tr96201/map.gif>

# *Sistema WGS 84*

- Realización inicial basada en el Sistema Transit. Precisión 1/2 metros ( $1\sigma$ ).
- Actualizaciones:  
Redefinición de las coordenadas de las estaciones de rastreo a partir de vinculaciones realizadas con estaciones del IGS.  
WGS 84 (G730) - 1994 Precisión:  $\pm 10$  cm ( $1\sigma$ ) respecto a ITRF 92.  
WGS 84 (G873) - 1997 Precisión:  $\pm 5$  cm ( $1\sigma$ ) respecto a ITRF 94.  
Desde el 29 de enero de 1997 las efemérides transmitidas están referidas a este marco de referencia.
- Para la gran mayoría de aplicaciones prácticas WGS 84 e ITRF pueden considerarse equivalentes.

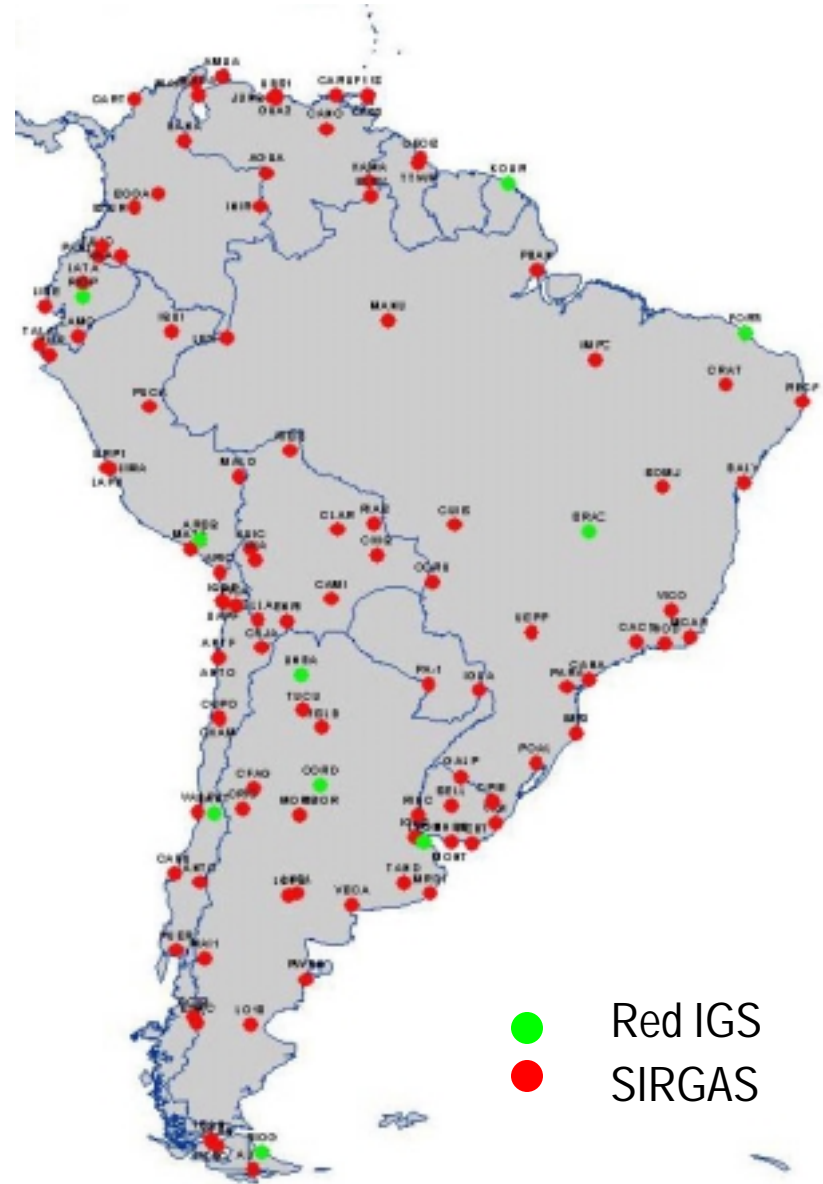
# SIRGAS 95

- Origen: Conferencia Internacional sobre la Definición de un Sistema Geocéntrico para Sudamérica (Octubre, 1993).
- Objetivo: establecer un marco de referencia geodésico único para el subcontinente.
- Está integrada por 57 estaciones, 8 de las cuales corresponden a la red del IGS.
- Existen 10 puntos dentro del territorio Nacional.
- Materializa al ITRF 94 (época 1995.4).



# *SIRGAS 2000*

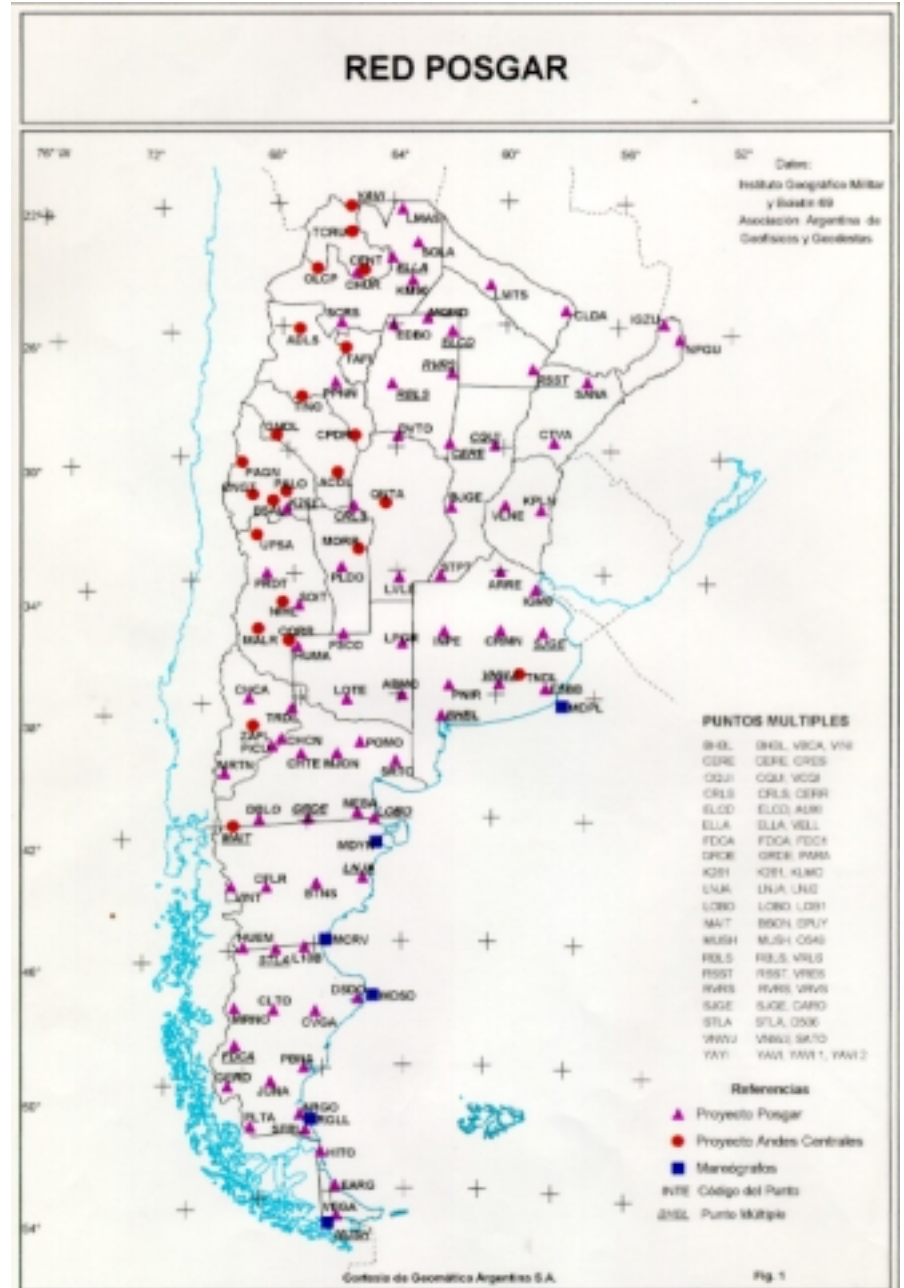
- Objetivos:
  - Calcular las velocidades de las estaciones SIRGAS.
  - Capturar datos GPS para las actividades del GT III Datum Vertical.
- Se ocuparon las estaciones que definen el referencial altimétrico de cada país y las marcas de nivelación próximas a las fronteras entre países.
- Se observaron aprox. 180 estaciones con cobertura en todo el continente (América del Norte, América Central y el Caribe).





# POSGAR 94

- Materializa al sistema WGS 84.
- Está conformada por 127 puntos.
- 50 puntos comunes con el sistema Campo Inchauspe 69.
- 6 puntos comunes con la red SIRGAS.
- Distancia promedio entre puntos: 200 km.
- Precisión relativa: 1 ppm
- Precisión absoluta: < 50 cm. ( $\phi$ ,  $\lambda$ ); 1 m. (h) respecto al SRTC.
- **Fue adoptado como “marco de referencia Geodésico Nacional” por Disposición N° 13/97 I.G.M. (13-05-97).**



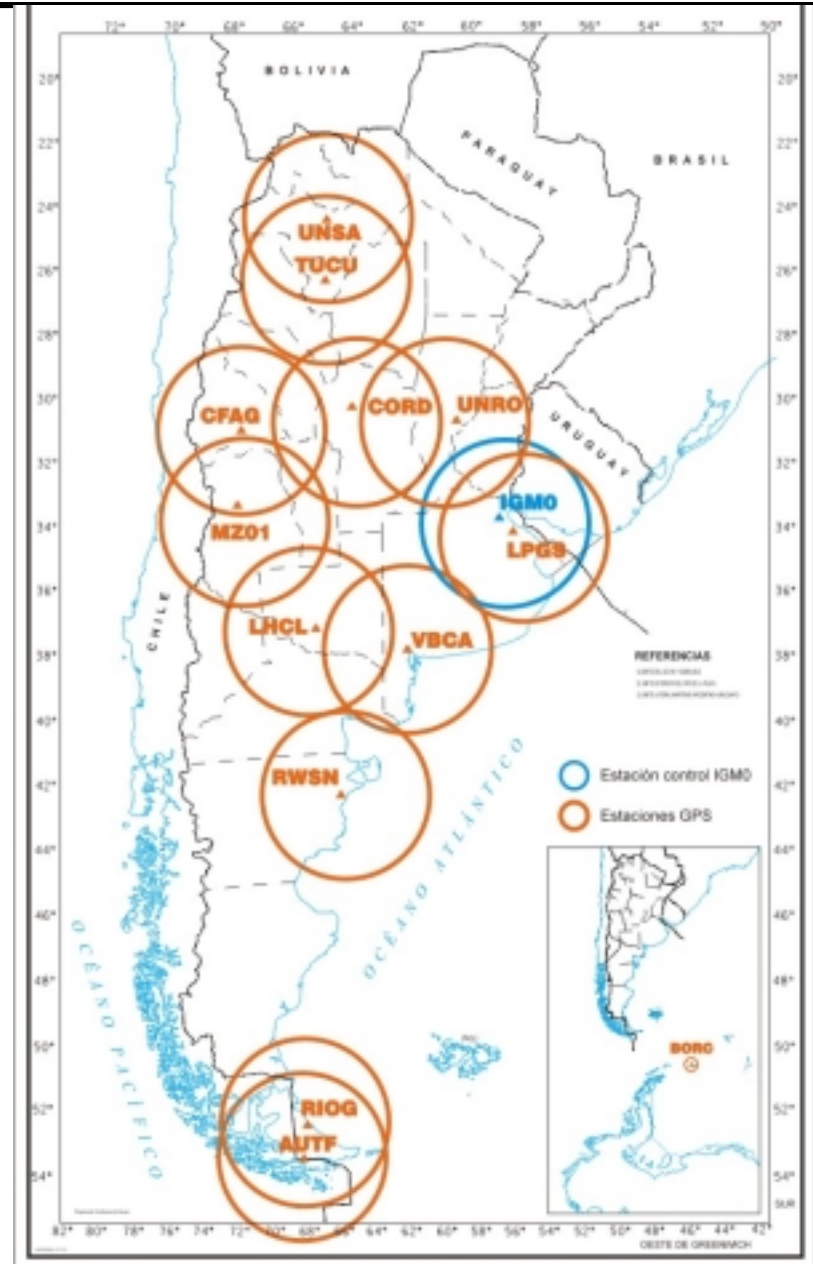
# *POSGAR 98*

- Materializa al ITRF 94 (época 1995.4) a través de la vinculación a la red sudamericana SIRGAS.
- Está conformada por 126 puntos (111 comunes con POSGAR 94).
- Precisión absoluta:  $< 5$  cm para  $\phi$ ,  $\lambda$  y  $h$  respecto al SRTC.
- Diferencias con POSGAR 94:
  - mejora el posicionamiento absoluto de la red sobre el elipsoide de referencia
  - mejora la compatibilidad con las efemérides transmitidas de la constelación de satélites GPS
  - mejora sensiblemente la altimetría elipsoidal
  - diferencias lat. y long.: 50 cm. y 25 cm. respectivamente
  - diferencias alturas elip.:  $< 1,50$  m.
- Se recomienda el uso de POSGAR 98 en aplicaciones que requieren control geodésico de alta precisión.

# *Red Argentina de Monitoreo Satelital Continuo (RAMSAC)*

- Red de estaciones permanentes.
- Permite la conexión al marco de referencia POSGAR 98 con precisiones  $< 1$  metro.
- Cobertura planificada: círculos de radios de 300 km.
- Permite únicamente soluciones de posicionamiento en posproceso.
- Datos de observación de algunas estaciones disponibles en la Web, ref.:

[www.igm.gov.ar/ramsac.html](http://www.igm.gov.ar/ramsac.html)



Fuente: Lauría, Cimbaro (2002)

# *Redes Provinciales*

- Origenes:
  - Programa de Saneamiento Financiero y Desarrollo Económico de las Provincias Argentinas (Proyectos de Actualización y Desarrollo Catastral), y
  - Proyecto de Asistencia Técnica al Sector Minero Argentino (PASMA).
- Objetivos principales:
  - Apoyo geodésico para el desarrollo de Sistemas de Información Territorial basados en la tecnología SIG.
  - Apoyo geodésico para el desarrollo del Catastro Minero.
- Casos regionales:
  - DCeIT - Red del Chubut (marco: SAGA / ITRF 93)
  - DPCeIT - Red de Neuquén (marco: PGA 94)
  - DPCyT - Red GPS de Río Negro (marco: PGA 94 provisorio)

# Red geodésica GPS Chubut

- Marco: SAGA - ITRF 93.
- Red principal: 6 puntos - precisión 0,1 ppm.
- Red secundaria: 35 puntos - precisión 1 ppm.
- Conexiones con SIRGAS, POSGAR y RG GPS RN.
- Densificaciones en pueblos y ciudades.



## *R G Chubut vs. POSGAR 98*

Punto	Lat.	Diferencias Red Chubut - PGA 98		
		Latitud (m.)	Longitud (m.)	Alt. elip. (m.)
GRDE	-41°56'	+0.116	+0.002	+0.179
BSON	-42°00'	+0.084	-0.003	+0.324
DBLO	-41°51'	+0.107	-0.003	+0.209
NEBA	-41°47'	+0.119	+0.017	+0.185
MDYN	-42°45'	+0.077	-0.047	+0.135
CFLR	-44°00'	+0.098	+0.012	+0.234
BTNS	-44°02'	+0.082	+0.002	+0.170
LNJA	-43°54'	+0.073	-0.030	+0.138
STLA	-46°03'	+0.096	-0.080	+0.353
L10B	-46°02'	+0.073	-0.022	+0.181
Prom. difs.		<b>+0.092</b>	<b>-0.015</b>	<b>+0.211</b>

# *El futuro de las redes geodésicas en Argentina*

- Total aproximado de puntos geodésicos: POSGAR + PASMA + Redes Provinciales = 2000.
- La mayoría de las redes suministran datos posicionales expresados en el marco PGA 94.
- Falta de homogeneidad entre datos geodésicos de distintas jurisdicciones (distintos procedimientos, criterios, software, marcos).
- Proyecto de reunificación de redes.

# *Bibliografía*

- CNUGGI - Grupo de Trabajo Sistemas Geodésicos (1999). *Sistemas geodésicos.*
- CNUGGI - Grupo de Trabajo Sistemas Geodésicos - Autores varios (2001). *POSGAR - situación actual y futura.*
- Grupos de Trabajo I y II SIRGAS (1997). *Informe final.* Ed. Instituto Brasileiro de Geografía y Estadísticas (IBGE).
- Moirano, J., Brunini, C., Drewes, H., Kaniuth, K. (1998). *Definición del marco de referencia geodésico argentino mediante observaciones GPS como materialización del Sistema de Referencia Terrestre Internacional.* Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas - Universidad Nacional de la Plata.
- Lauría, E. , Cimbaro, S. (2002). *Red Argentina de Monitoreo Satelital Continuo (RAMSAC).*
- Rodríguez, R. (2002). *El sistema de referencia argentino. Necesidad de unificación.* El Agrimensor Chubutense. Año 4 - N° 8, págs. 27 a 30.



## *Referencias en la Web*

- Instituto Geográfico Militar (POSGAR),  
<http://www.igm.gov.ar/posgar.html>
- International GPS Service, <http://igscb.jpl.nasa.gov/>
- International Terrestrial Reference Frame,  
<http://lareg.ensg.ign.fr/ITRF/>
- World Geodetic System 1984,  
<http://164.214.2.59/GandG/pubs.html>