

# Semana Geomática 2013

INTERNACIONAL

## SIRGAS: La infraestructura geodésica fundamental de América Latina



W. Martínez

Instituto Geográfico Agustín Codazzi,  
Colombia

CONICET



C. Brunini

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas,  
Argentina



L. Sánchez, H. Drewes

Deutsches Geodätisches Forschungsinstitut, Germany



V. Mackern

Universidad Nacional de Cuyo, Argentina

En representación de SIRGAS

IGAC  
INSTITUTO GEOGRÁFICO  
AGUSTÍN CODAZZI



PROSPERIDAD  
PARA TODOS

# Introducción



Los esfuerzos de SIRGAS están orientados bajo dos paradigmas: el primero, establecido por la IAG y, el segundo, por el IPGH.

- ✓ SIRGAS se dedica al establecimiento, mantenimiento y extensión del ITRF en América Latina y el Caribe (IAG)
- ✓ SIRGAS proporciona la capa de datos fundamental para el desarrollo de la infraestructura de datos de las Américas -UN-GGIM Americas- (IPGH).

Actualmente SIRGAS es el marco de referencia oficial de 15 países: Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Guyana Francesa, Guatemala, México, Panamá, Perú, Uruguay y Venezuela.

Mediante asociación voluntaria, más de 50 entidades están comprometidas en las actividades de SIRGAS.

# Objetivos

Proporcionar un marco de referencia confiable para:

1. Investigación sobre el Sistema Tierra.
2. Usos científicos y aplicados basados en posicionamiento preciso.

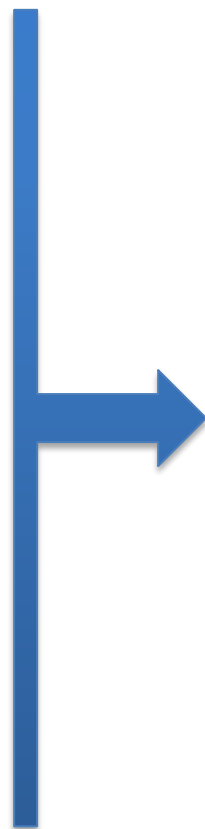
Esto implica una realización del sistema de referencia que incluya:

1. Una **precisión significativamente mayor** que la magnitud de los fenómenos a estudiar.
2. Confiabilidad homogénea y **consistencia global**.
3. Estabilidad en el **largo plazo**.

# Componentes

SIRGAS comprende:

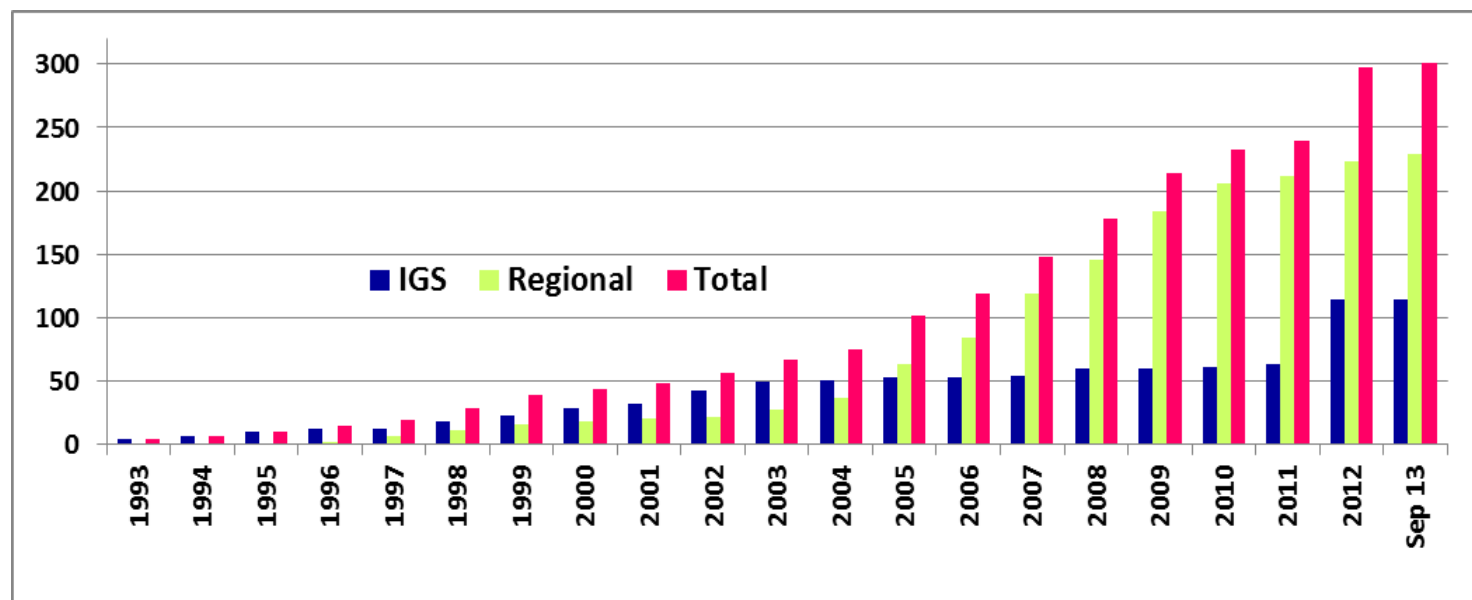
1. Una densificación del ITRF como **marco de referencia continental**.
2. **Densificaciones nacionales** del marco continental.
3. Un sistema de **referencia vertical** unificado



Para garantizar:

- Accesibilidad al sistema global (ITRS) en los niveles regional, nacional y local.
- Consistencia completa con los GNSS y otros sistemas satelitales.
- Estandarización de los sistemas de alturas relacionados con el campo de gravedad.
- Combinación precisa de parámetros geométricos y físicos.

## Densificación de las estaciones de referencia



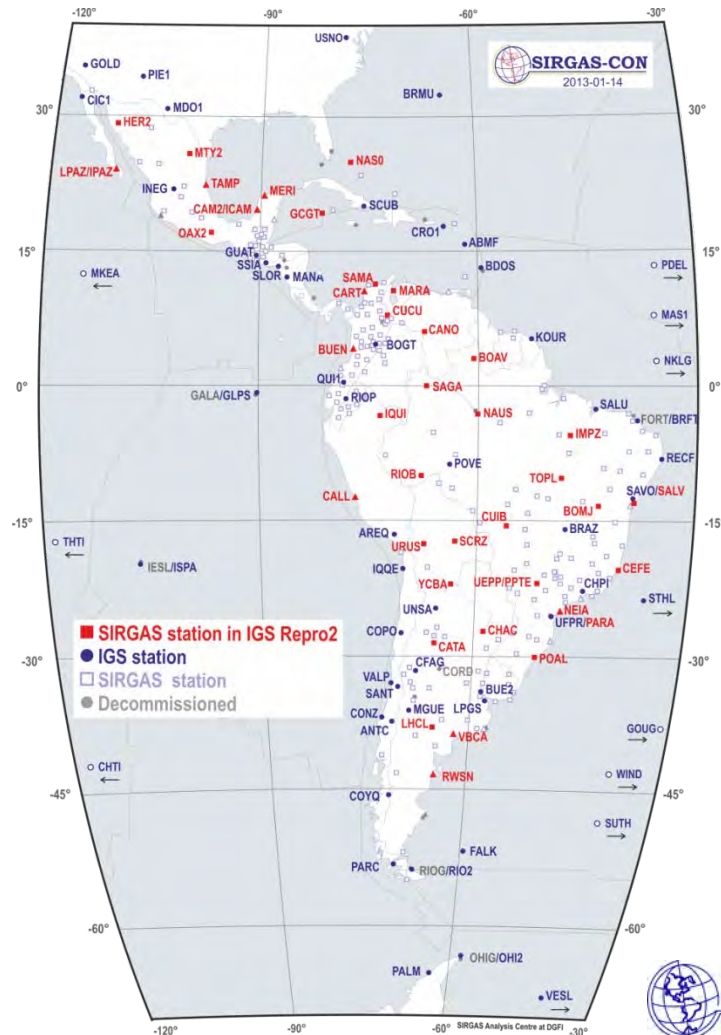
- El marco SIRGAS está compuesto por más de 300 estaciones (SIRGAS-CON).
- Durante los inicios, las estaciones fueron instaladas mayoritariamente por el IGS.
- Hacia 2003 las organizaciones nacionales asumieron la política de mejorar la infraestructura geodésica de las Américas y el número de estaciones comenzó a crecer rápidamente.

### Mejora del cubrimiento del ITRF en América Latina

- En junio de 2012, se adicionaron 40 estaciones SIRGAS al IGS;
- Los datos históricos fueron remitidos para ser incorporados en el segundo reprocesamiento del IGS
- El próximo ITRF (2013) contendrá cerca de 100 estaciones en al área SIRGAS.

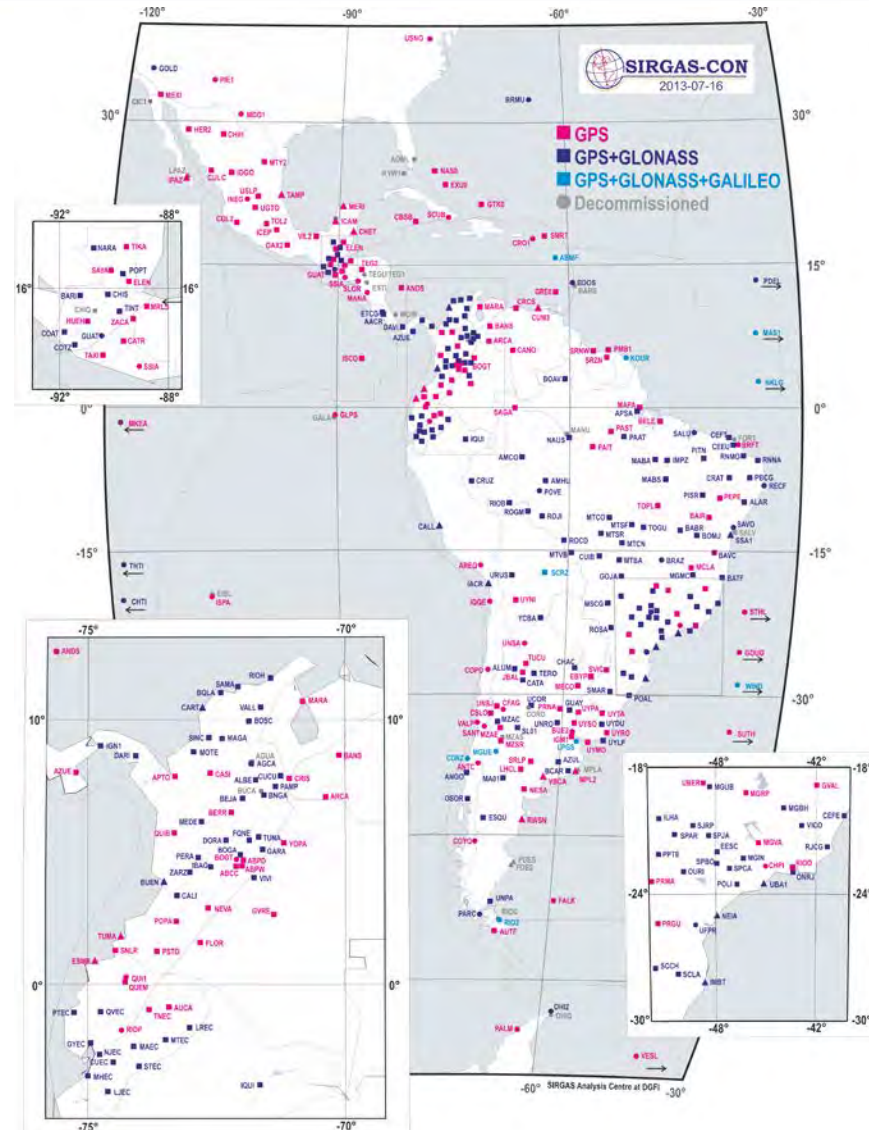
#### VENTAJAS:

- Más estaciones fiduciales en la región
- Mejor distribución global del ITRF



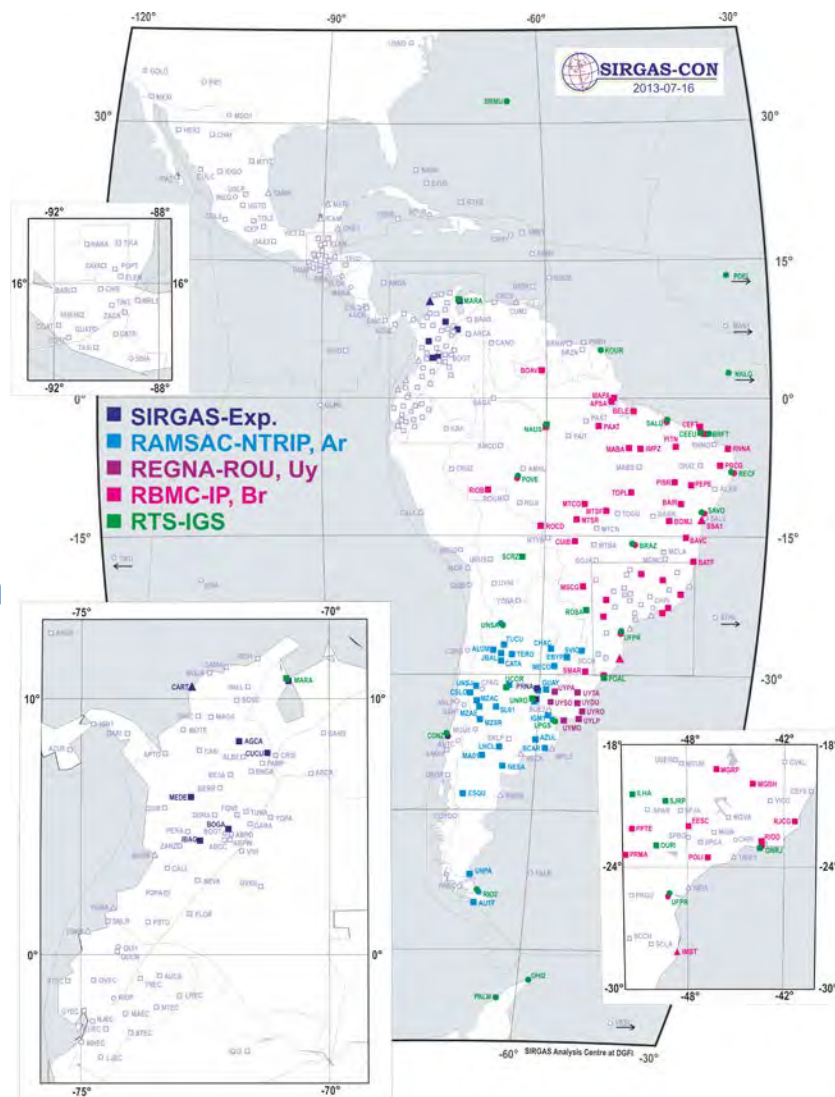
### GLONASS. GALILEO

131 GLONASS + 7 Galileo



### TIEMPO REAL

69 estaciones RT +  
2 casters Ntrip  
(Networked Transport of RTCM via  
Internet Protocol)





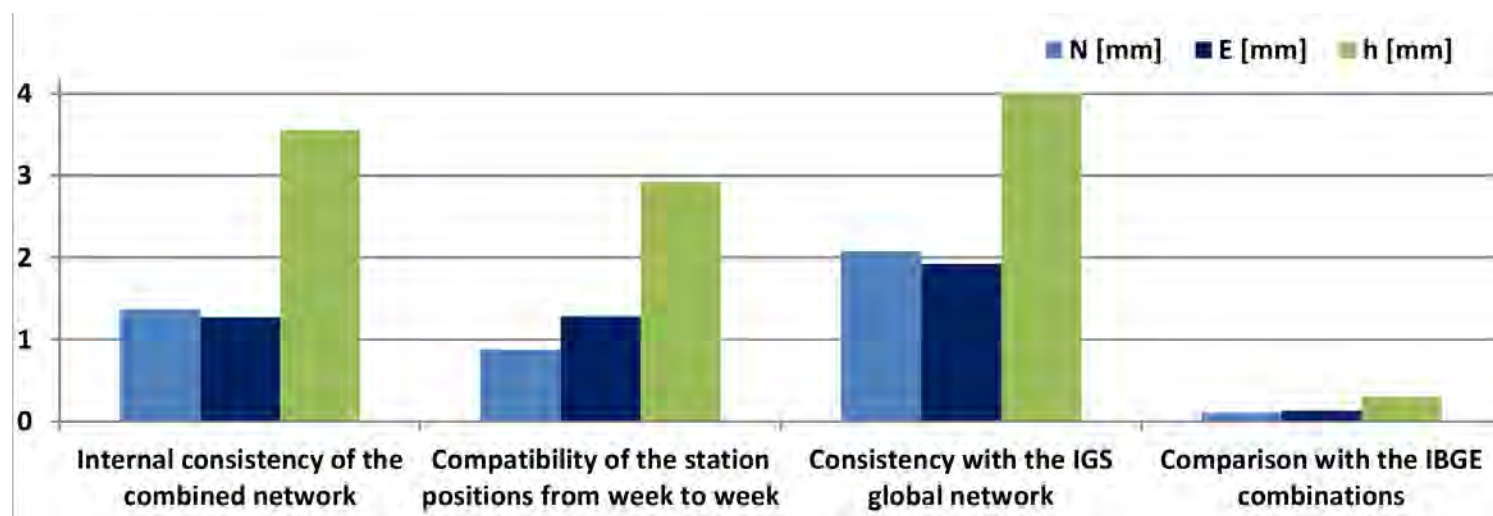
## Redundancia en el análisis del marco de referencia

Cada estación es procesada por tres centros de análisis:

- 9 centros de procesamiento: Argentina (2), Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, Alemania, Uruguay y Venezuela.
- Dos centros en fase experimental: Costa Rica y Bolivia
- Dos centros de combinación: Brasil y Alemania



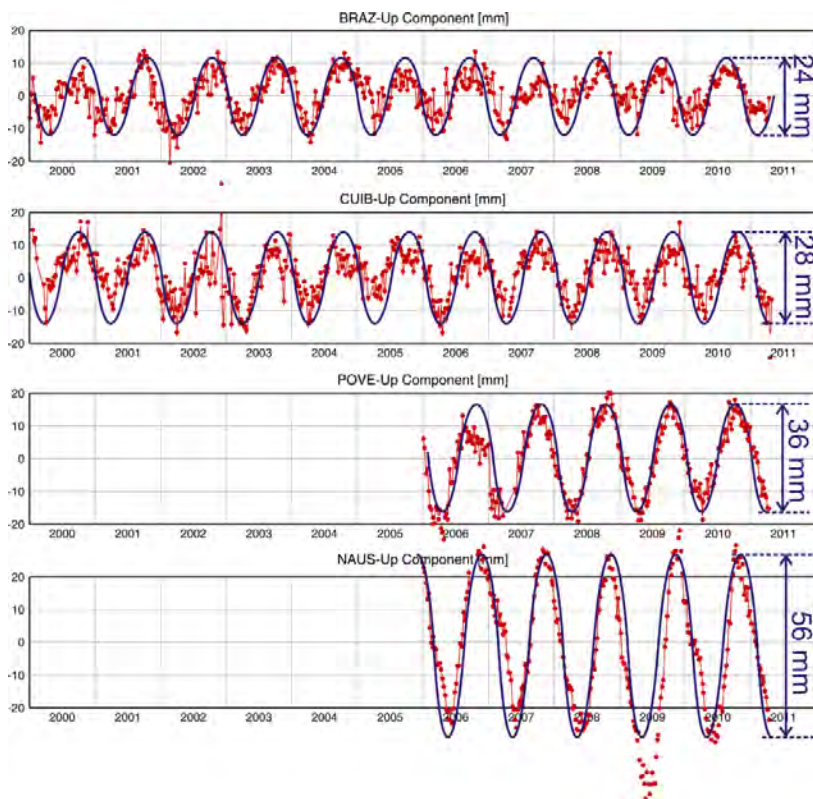
## Calidad de las posiciones semanales de las estaciones SIRGAS



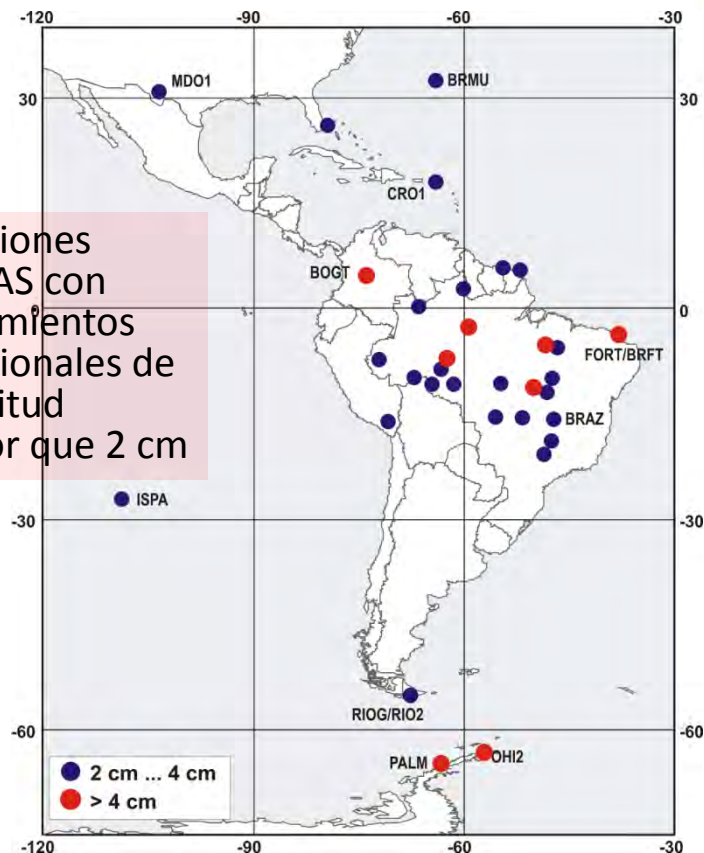
Consistencia **interna**: Desviación estándar de los residuales de las combinaciones semanales:  $\pm 1,4$  mm en N-E y  $\pm 3,6$  mm en la coordenada vertical.

Consistencia **externa**: Desviación estándar de los residuales entre coordenadas combinadas y las del IGS:  $\pm 2,0$  mm en N-E y  $\pm 4,0$  mm en la vertical.

## Retos actuales: modelado de movimientos estacionales de las estaciones

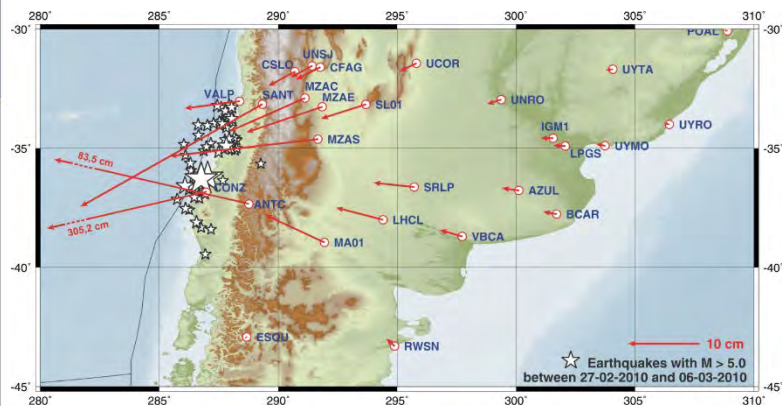


Estaciones SIRGAS con movimientos estacionales de amplitud mayor que 2 cm

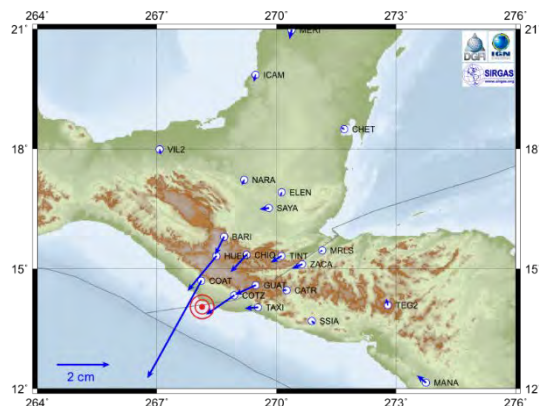


Muchas estaciones SIRGAS presentan variaciones significativas (principalmente en la vertical), las cuales son ignoradas cuando se calculan velocidades constantes.

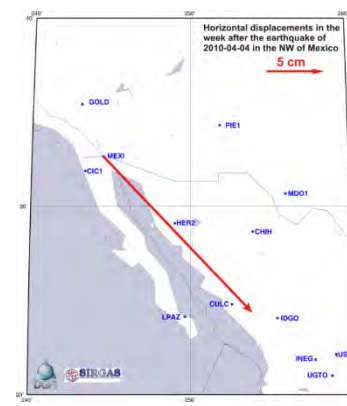
## Retos actuales: modelado de las deformaciones del marco de referencia causadas por eventos sísmicos



El Maule, Chile,  
Febrero 27, 2010



Guatemala,  
Noviembre 7, 2012



Baja California, Mexico,  
Abril 4, 2010

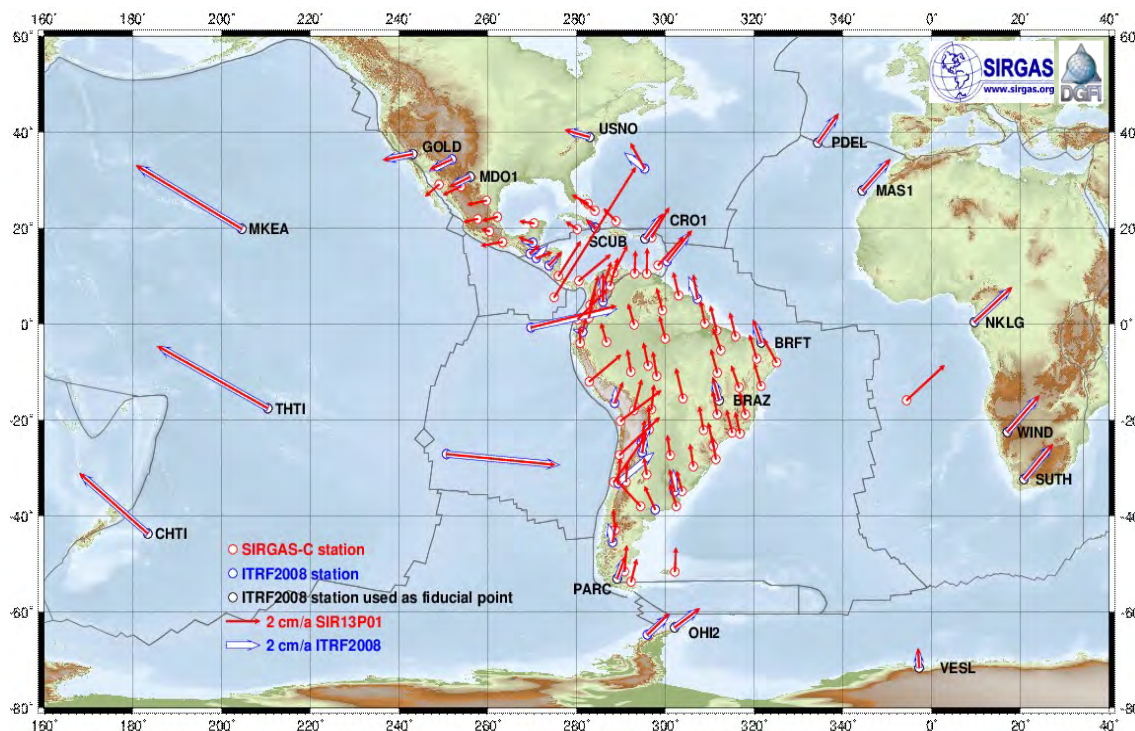
- Los sismos producen discontinuidades tanto en la posición como en la velocidad de las estaciones.
- Las transformaciones entre coordenadas pre y pos-sísmicas no se pueden realizar mediante las transformaciones convencionales.

## Actividades en curso con respecto al marco de referencia continental

1. Segundo reprocesamiento de todo el marco SIRGAS
  - Nuevo cálculo de ecuaciones normales diarias desde 1997 a 2012
  - Incorporación de nuevos estándares IERS + IGS
  - Procesamiento de mediciones GPS + GLONASS
2. Modelado de los movimientos estacionales en el nivel de las combinaciones semanales de las soluciones.
3. Generación de modelos de deformación derivados de las soluciones semanales para incluir las discontinuidades sísmicas en el cálculo del marco de referencia

## Solución acumulativa: abril de 2010 a junio de 2013

- Ecuaciones normales semanales recalculadas aplicando los nuevos estándares IGS/IERS.
- 108 estaciones principales (*core stations*) sin saltos co-sísmicos
- Precisiones: Posición  $\pm 1,4$  mm en N-E;  $\pm 2,5$  mm en h; vel. 0,8 mm/a en N-E y 1,2 mm/a en h.



## Sismo de Maule (feb. 2010) Velocidades pre y pos-sísmica



[Home](#)

[Presentación](#)

[Estructura](#)

[Estatuto](#)

[Directorio](#)

[Consejo Directivo](#)

[Comité Ejecutivo](#)

[Consejo Científico](#)

[SIRGAS-GTI: Sistema de Referencia](#)

[SIRGAS-GTII: Ámbito Nacional](#)

[SIRGAS-GTIII: Datum Vertical](#)

[Definición](#)

[Realizaciones](#)

[SIRGAS95](#)

[SIRGAS2000](#)

[SIRGAS-CON](#)

[Red SIRGAS-CON](#)

[Estaciones](#)

[Mapa Interactivo](#)

[Series de tiempo](#)

[Coordenadas](#)

[Coordenadas semanales](#)

[Soluciones multianuales \(coordenadas](#)

[+ velocidades\)](#)

[Procesamiento](#)

[Centros de Datos](#)

[Centros de Análisis](#)

[Análisis Ionosférico](#)

[SIRGAS Mail](#)

[Logfiles](#)

[Guías](#)

[Mapas](#)

Página Web de SIRGAS: [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org)

[SIRGAS-RT](#)

[Redes Nacionales](#)

[Modelo de velocidades](#)

[Sistema vertical](#)

[Grupos de trabajo](#)

[Sistema de Referencia](#)

[SIRGAS en el Ámbito Nacional](#)

[Datum Vertical](#)

[Documentación](#)

[Boletines](#)

[Publicaciones](#)

[Presentaciones](#)

[Guías](#)

[Resoluciones](#)

[Reuniones](#)

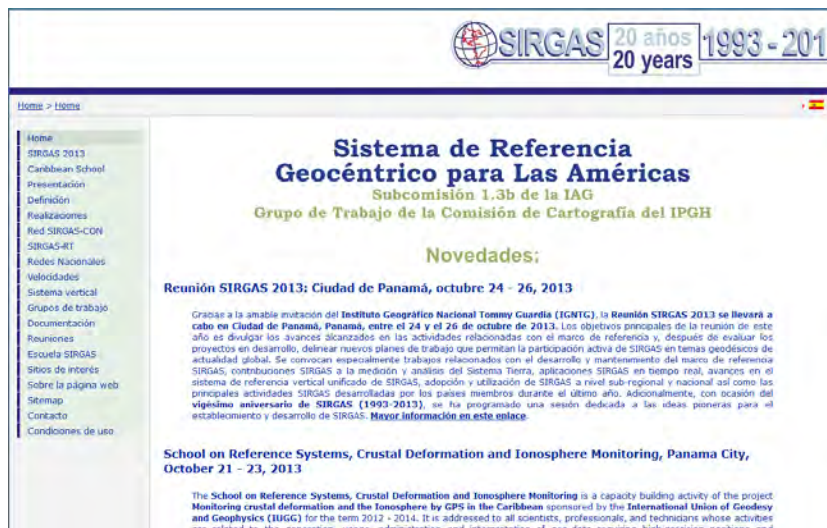
[Escuela SIRGAS](#)

[Sitios de interés](#)

[Sobre la página web](#)

[Contacto](#)

[Condiciones de uso](#)





## Resumen

- 50 (+) instituciones hacen que SIRGAS sea el marco de referencia oficial en 15 países.
- Las soluciones semanales, alienadas con el actual ITRF, son calculadas de manera desagregada, pero redundante, por 9 centros de análisis y 2 centros de combinación.
- Las precisiones de las posiciones y las velocidades demuestran que son conformes con el estado del arte.
- Las actividades actuales están enfocadas en:
  - Recalcular la red de conformidad con los nuevos estándares de IGS/ IERS.
  - Incorporar los desplazamientos estacionales en la realización del marco.
  - Modelar los saltos generados por eventos sísmicos.

## Agradecimientos

- Los resultados descritos en esta presentación se deben a una exitosa cooperación internacional, la cual es llevada a cabo por colegas de más de 50 instituciones latinoamericanas y caribeñas, quienes no solamente hacen que las mediciones estén disponibles, sino que también operan los centros de análisis y ejecutan proyectos para mejorar el marco de referencia. La cooperación es ampliamente reconocida.
- También expresamos nuestro agradecimiento a la Asociación Internacional de Geodesia (IAG), el Instituto Panamericano de Geografía e Historia (IPGH) y la Unión Internacional de Geodesia y Geofísica (IUGG)



**School on Reference Systems,  
Crustal Deformation and Ionosphere Monitoring**

Instituto Geográfico Nacional Tommy Guardia  
Panama City, Panama  
October 21 - 23, 2013



**REUNION SIRGAS 2013**

Instituto Geográfico Nacional Tommy Guardia  
Ciudad de Panamá, Panamá  
Octubre 24 - 26, 2013



Muchas gracias por su atención