



Observatorio Geodésico TIGO en Chile

Cooperación científico-técnica alemán-chilena.



Dr. Hayo Hase
Oficina Federal de Cartografía y Geodesia (BKG)



Sistemas de Referencia

¿Dónde
estamos
en la
tierra?



¿Dónde
estamos
en el
espacio?

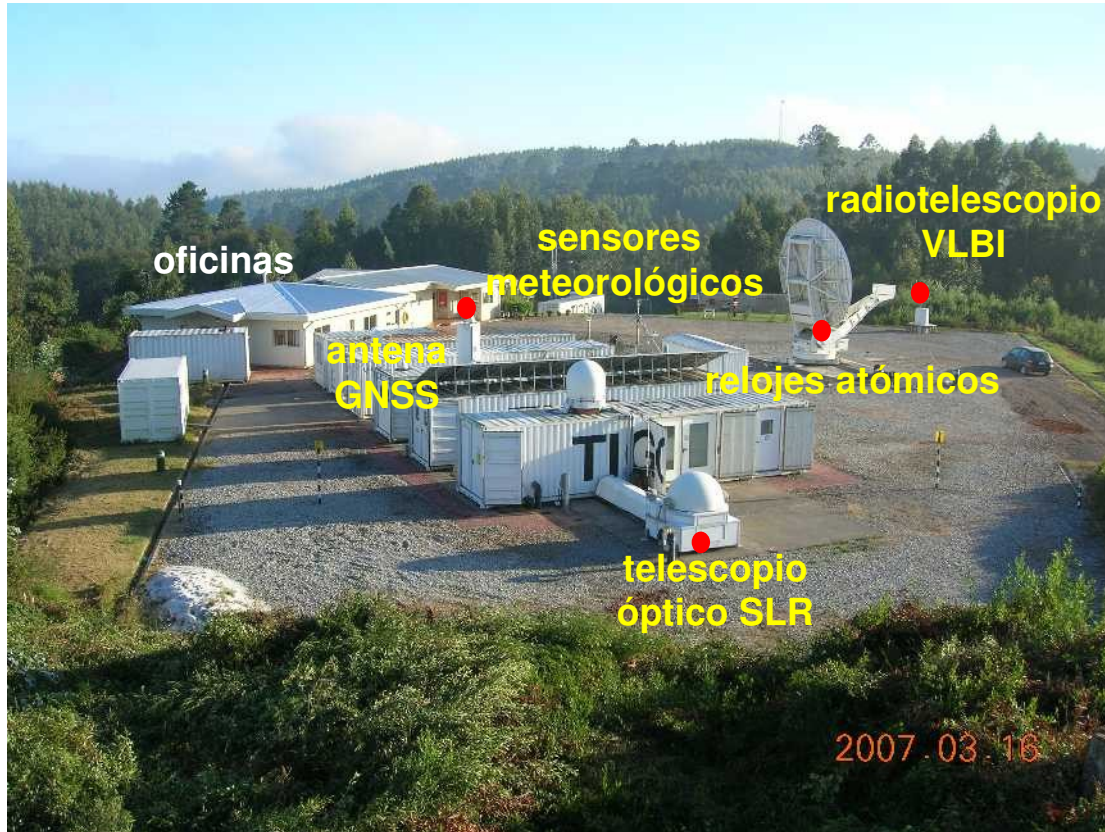
- Necesidad: Dos sistemas de referencia diferentes:
 - **globales**, en la tierra
marcos de referencia **terrestre** = *terrestrial reference frames (TRF)*
 - **espaciales**, en el universo
marcos de referencia **celeste** = *celestial reference frames (CRF)*
- Solución: Realización por puntos de referencia.



La Misión de TIGO



red regional de
GPS y
mareógrafo



gravímetros
sismómetro

La realización de **puntos de referencia terrestre** en el dominio *del espacio, tiempo* y en el *campo de la gravedad* de la Tierra es la misión de TIGO.



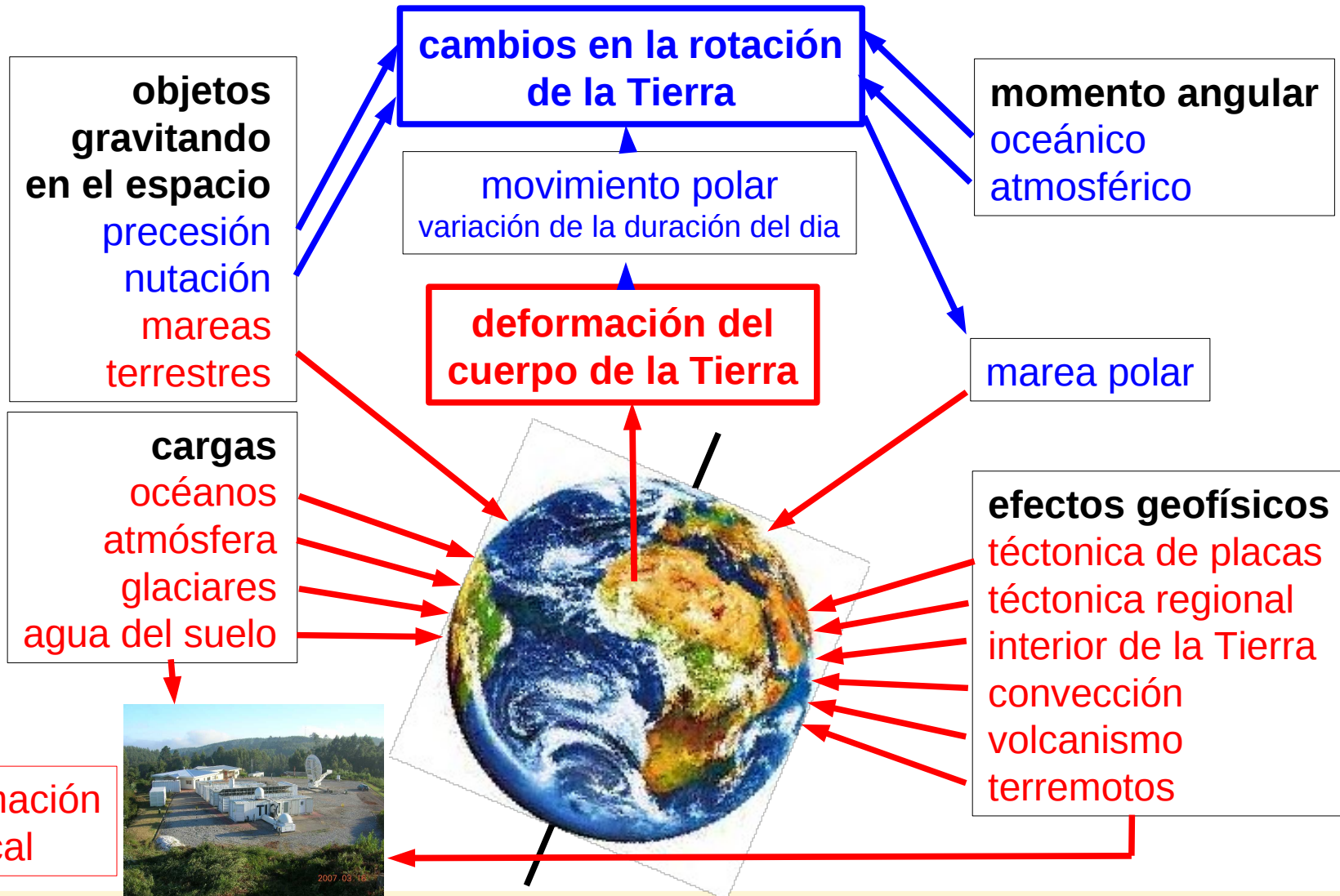
Características de una estación fundamental geodésica

- **Permanencia** y **continuidad** de la operación para resolver fenómenos geodinámicos en escalas de tiempo apropiados.
- **Complemento** de los métodos geodésicos por la **ubicación** de los instrumentos, con el fin de mejorar la comprensión de las fuerzas dominantes en el sistema de la tierra.
- **Redundancia** en la selección de los métodos geodésicos para la comprobación de la calidad.
- **Vínculo** de los puntos de referencia específicos de cada sistema de medición a través de una red geodésica local.

TIGO cumple con estas características y es una estación fundamental geodésica.

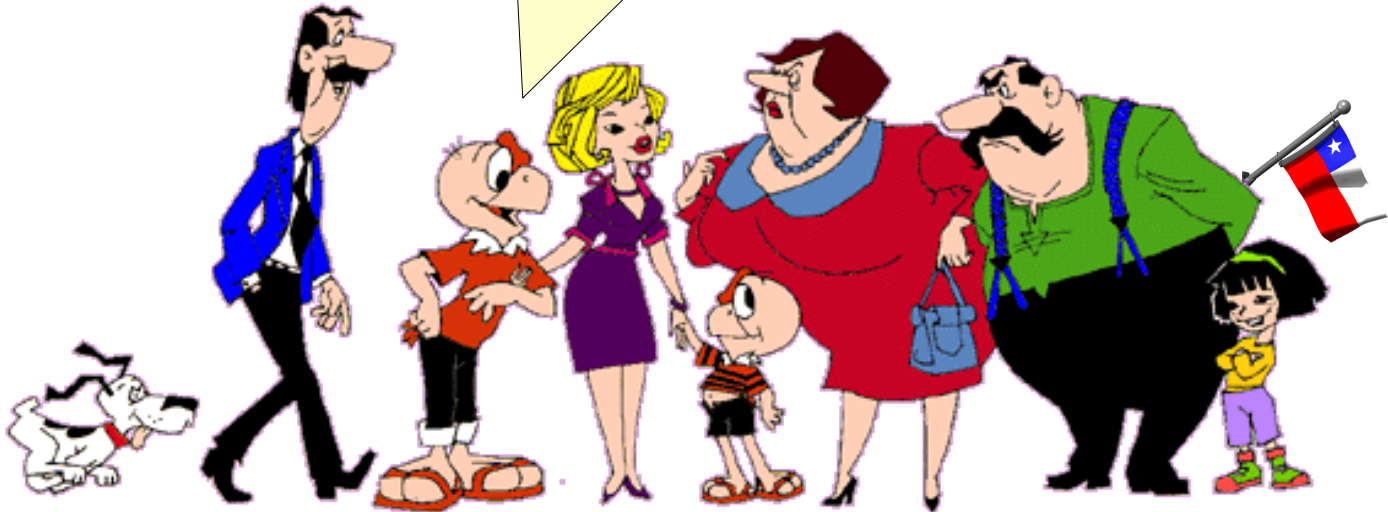


Mediciones geodésicas afectadas por efectos geodinámicos



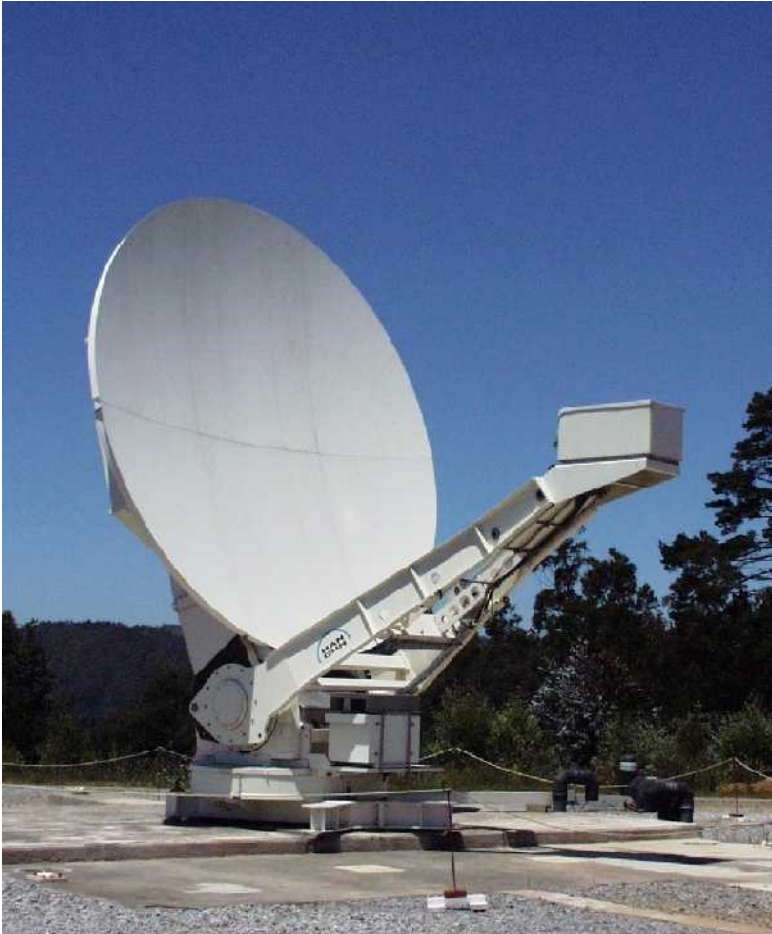


¿Qué instrumentos se
encuentra en el observatorio
geodésico TIGO?





Radiotelescopio para VLBI (Very Long Baseline Interferometry)



6m radiotelescopio offset, foco primario

- contribuyente de observaciones interferométricas de quásares al límite del universo
- estación de la red del *International VLBI Service (IVS)*

Productos del IVS:

- parámetros de la **orientación de la Tierra** para cualquier actividad espacial
- monitoreo del **cambio global**
- **tectónica continental**
- sistema de **referencia celeste**



Telescopio Óptico con Sistema de Láser para SLR (Satellite Laser Ranging)



telescopio óptico, 50cm apertura



sistema láser, 100Hz, 15mJ, 40ps

- mediciones de distancias con pulsos de luz láser a satélites
- estación de la red del *International Laser Ranging Service (ILRS)*

Productos del ILRS:

- órbitas satelitales
- posición del centro de la masa de la Tierra
- geoide
- servicio de calibración de altímetros y relojes atómicos de satélites de navegación



Sistemas Satelitales de Navegación Global

GPS, GLONASS, Galileo



estación permanente CONZ

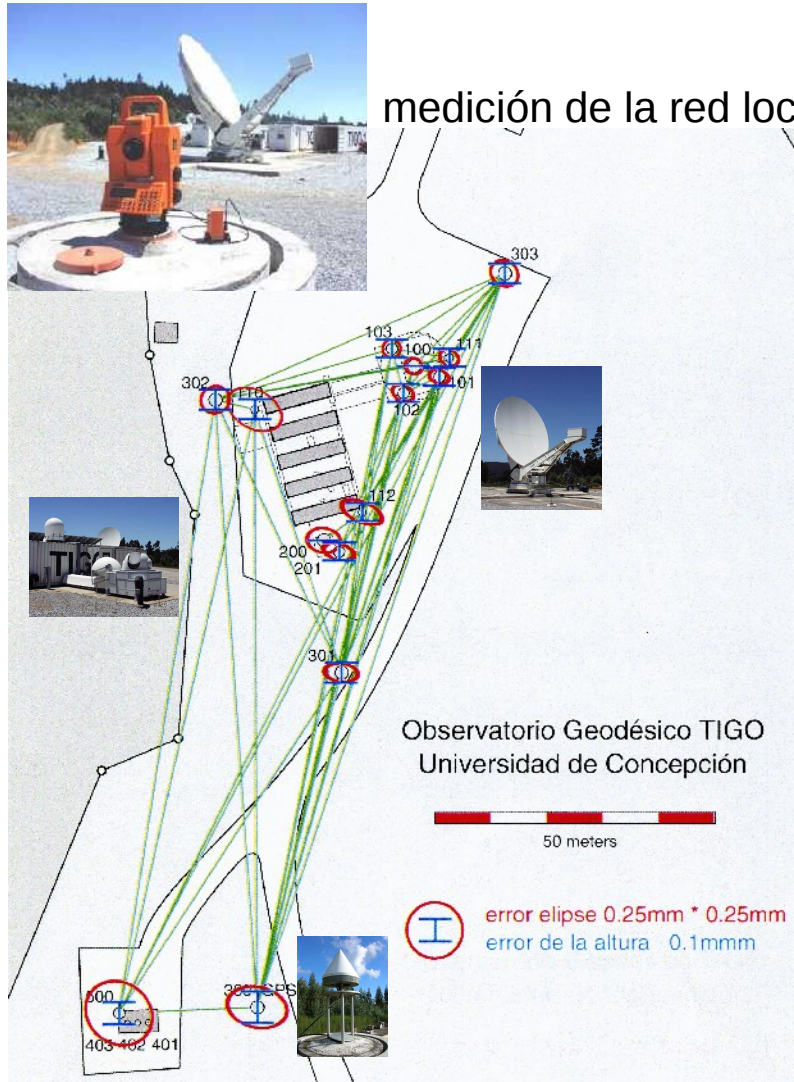
- determinación de la posición continua de una antena fija
- estación de la red del *International GNSS Service (IGS)*

Productos del IGS:

- sistema de referencia para SIG y catastro
- monitoreo de la tectónica regional
- predicciones meteorológicas
- red geodésica en tiempo real



Vínculo geométrico de los instrumentos



- determinación de los vectores espaciales entre los instrumentos
- estación fundamental para el *International Earth Rotation and Reference System Service (IERS)*

Productos: lo más precisos

- sistema de referencia terrestre (ITRF)
- sistema de referencia celeste (ICRF)
- parámetros de la orientación de la Tierra para misiones espaciales y para la ciencia.



Laboratorio de Tiempo y de Frecuencia

2 estaciones GPS
para la transferencia del tiempo
 $\pm 1 \text{ ns}$



3 estándares cesio
 1 s de error en
300.000 años.



3 estándares H-maser
 1 s de error en
30.000.000 años.

- monitoreo permanente de comportamiento de relojes locales y ajuste a través de métodos satelitales
- laboratorio de tiempo para el **Servicio de Tiempo Universal** del BIPM

Productos:

- realización local de **Tiempo Universal (UTC)** con máxima precisión

TIGO posee los mejores relojes de Chile.



Gravimetría relativa y absoluta



gravímetro superconductor SG38
único instrumento en America Latina

- monitoreo del campo de gravedad de la Tierra
- único punto de referencia en América Latina en el *Global Geodynamics Project (GGP)*

Producto:

- mareas terrestres

Producto complementario:

- gravedad absoluta



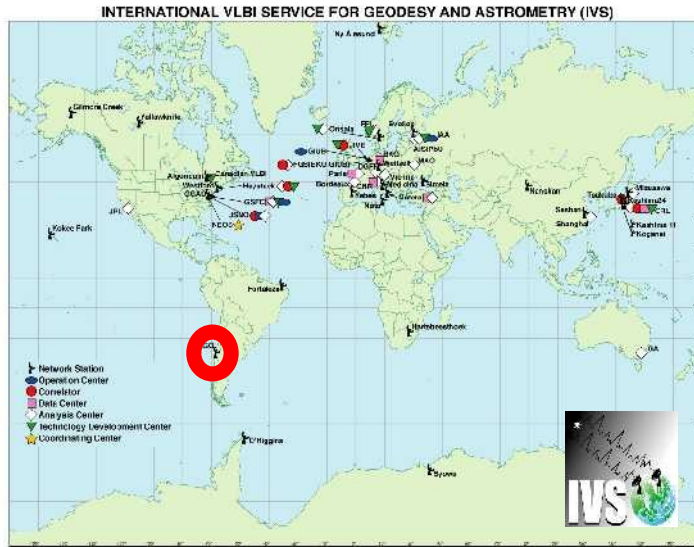
gravímetro
absoluto FG5

$$g = 9,799\ 240\ 697\ 5\ \text{m/s}^2$$



Infraestructura Global

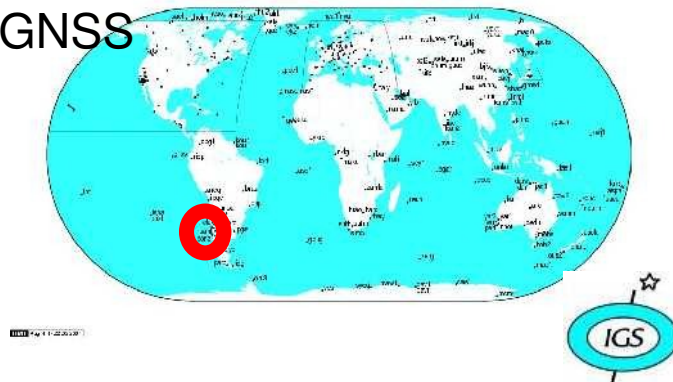
VLBI



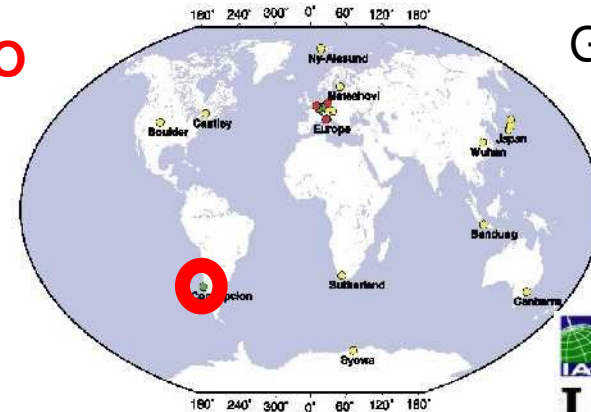
SLR



GNSS



TIGO



Gravimetría
super
conductor





Servicios Internacionales

TIGO representa a Chile/América Latina en 6 Servicios Internacionales:

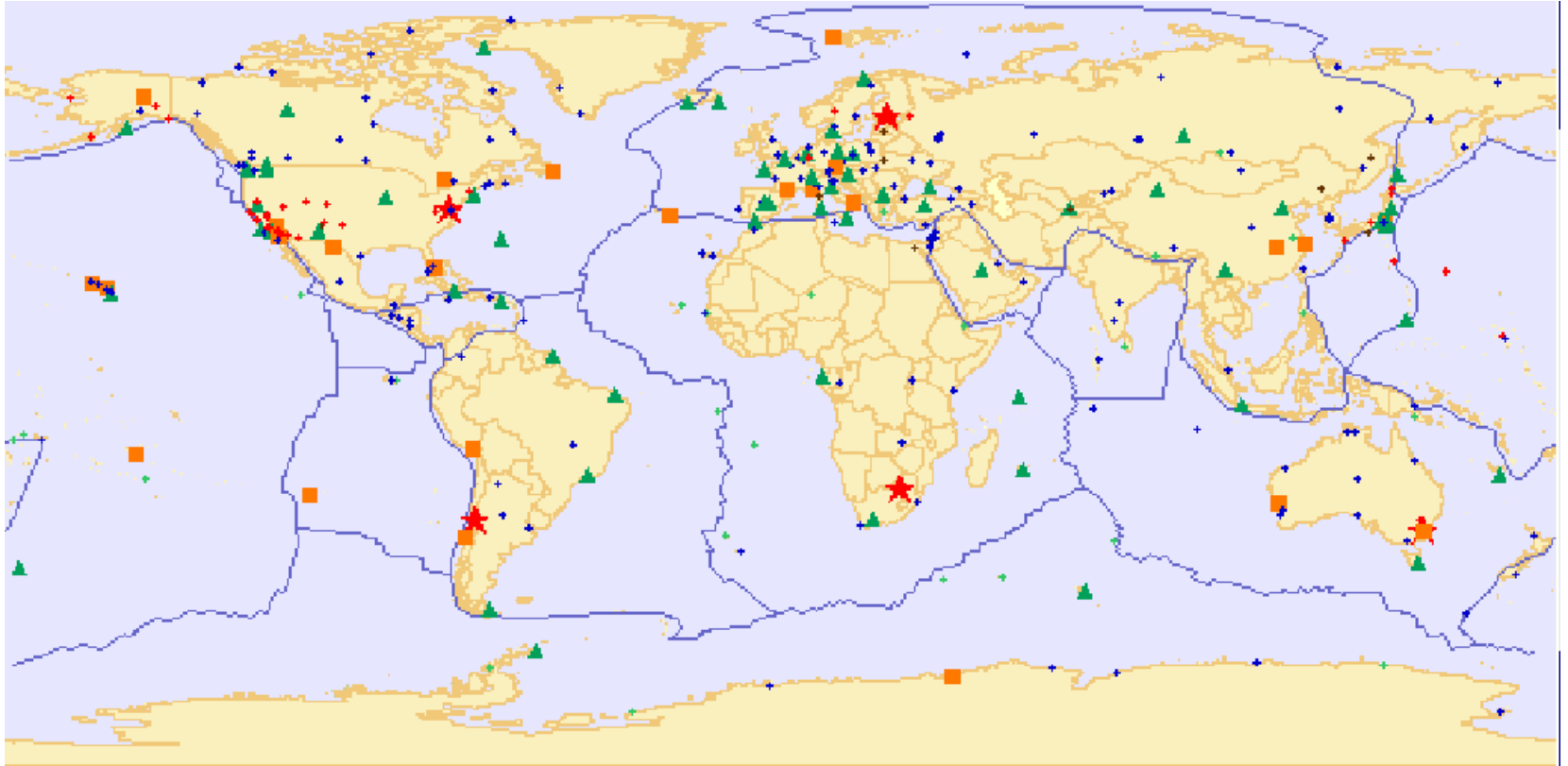
- **IERS**, International Earth Rotation and Reference System Service
- **IVS**, International VLBI Service for Geodesy and Astrometry
- **ILRS**, International Laser Ranging Service
- **IGS**, International GNSS Service
- **BIPM-UT**, Universal Time Service
- **IGFS**, International Gravity Field Service

TIGO es el **único observatorio** de su tipo en **América Latina**.

Los errores en el sistema de referencia global se duplican **sin** las contribuciones hechas por TIGO a los servicios internacionales (parámetros de la orientación y del centro de la masa de la Tierra).



Observatorios geodésicos contribuyendo al ITRF2005



Problemas:

- distribución no homogénea
- están incluidos sitios históricos no operativos
- la calidad de estaciones es muy variable



Objetivos del *Global Geodetic Observing System (GGOS)*

Observations:

- GGOS aims at maintaining the **stability** of and providing the ready access to the existing **geometric and gravimetric reference frames** by ensuring the generation of **uninterrupted time series** of state-of-the-art global observations related to Earth's surface geometry, Earth rotation and Earth gravity field.

Products:

- GGOS focuses on all aspects relevant to the **consistency** of geometric and gravimetric products. This requires the consistency between all the geodetic constants and conventions used in the geosciences community. The targeted overall **accuracy** and consistency of GGOS products is in the order of **10^{-9}** or better.

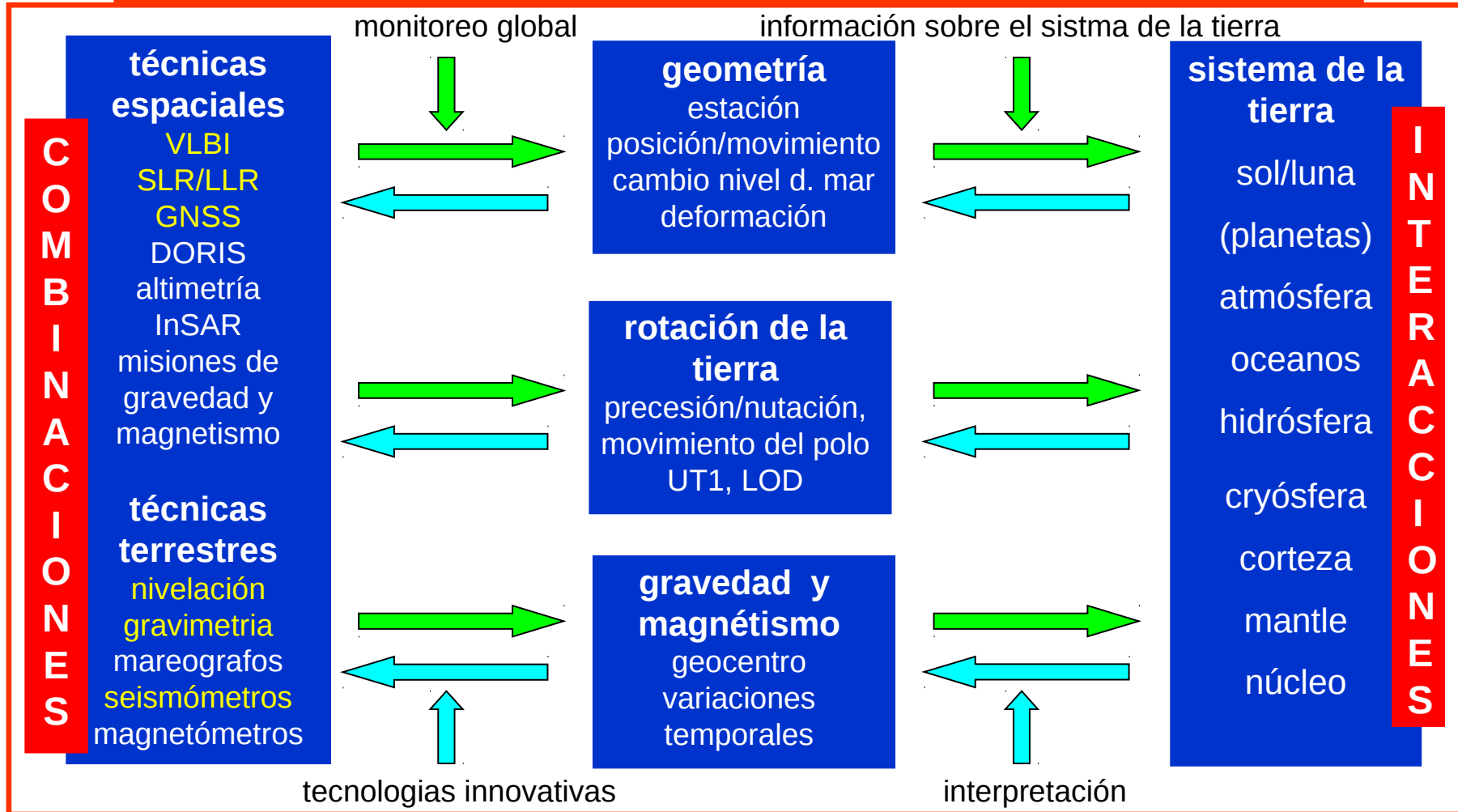
Representation:

- GGOS shall promote and improve the **visibility** of the scientific research in geodesy. It shall be established as an official partner in IGOS, the United Nation's Integrated Global Observing Strategy, and other relevant international bodies in order to achieve maximum benefit for the scientific community and society in general.



Global Geodetic Observing System monitoreo y modelamiento del sistema de la tierra

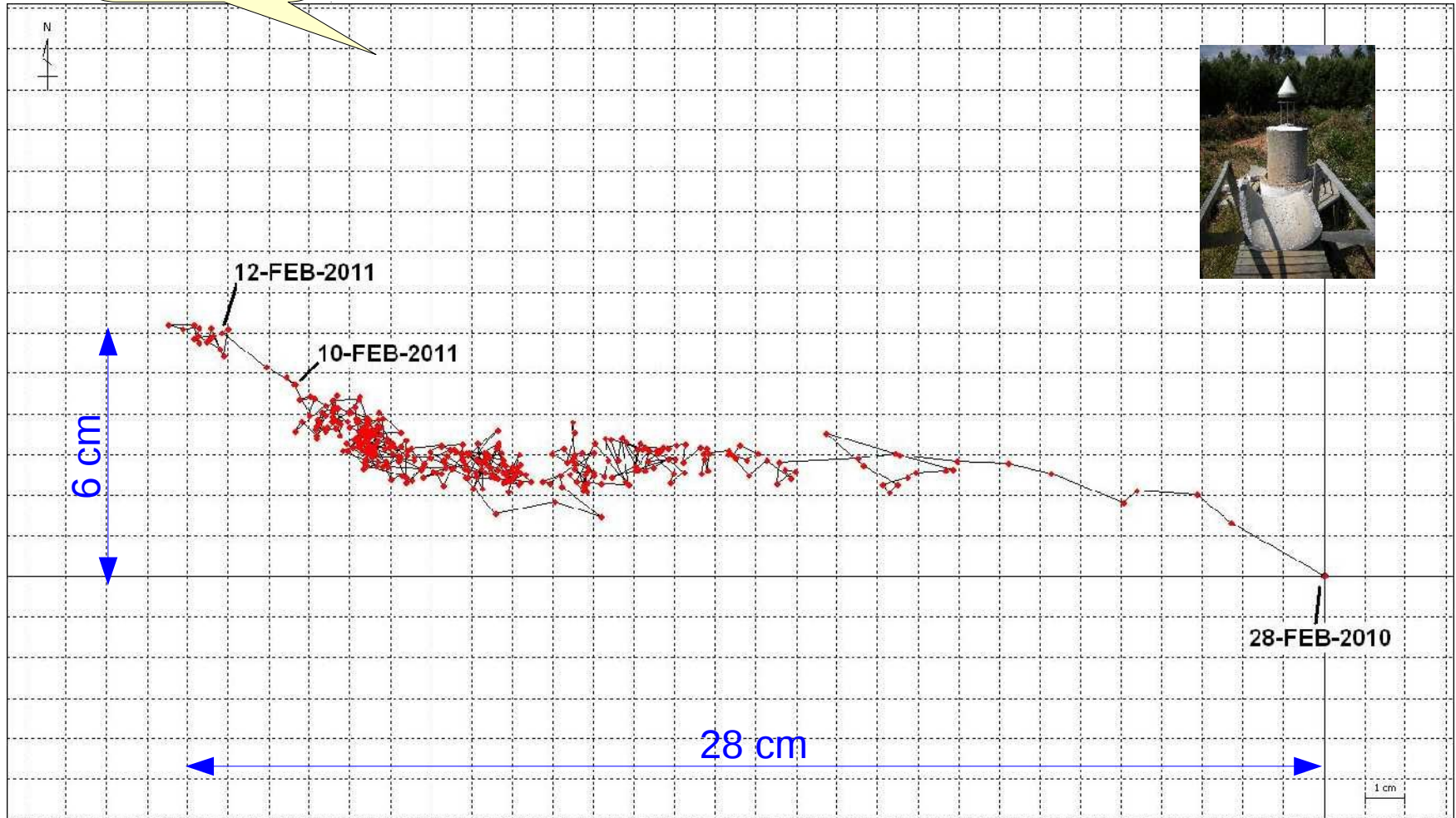
marcos de referencia: más precisos y estable a largo plazo





Movimiento horizontal postsísmico de CONZ (28.02.10 - 26.02.11)

¿Cómo
modelamos
la velocidad?



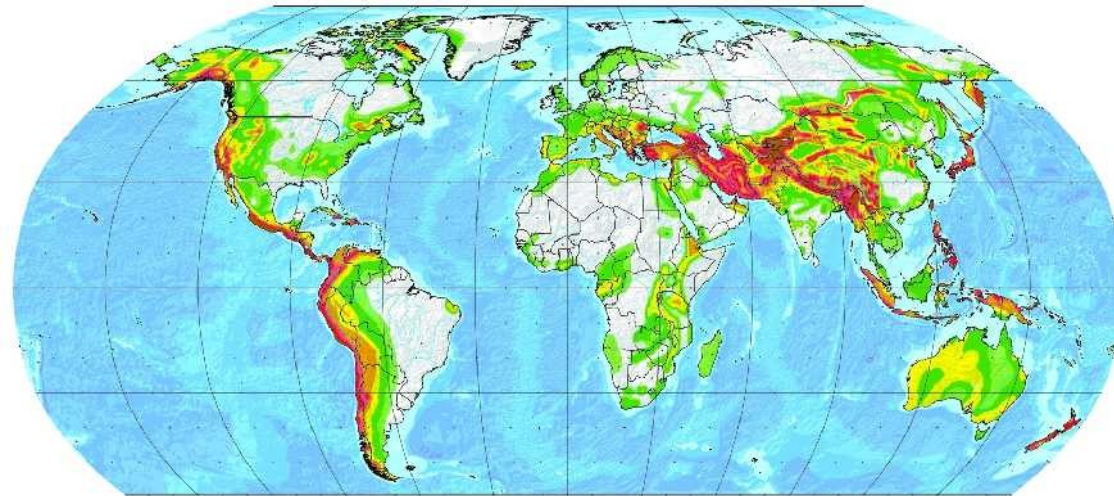


Futuro de los marcos de referencia terrestre

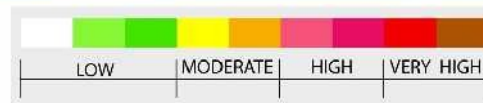
- GGOS aumentará la resolución espacial a un 1 mm en 3D

Problema: Series de tiempo expondrán movimientos no lineales

- ¿Excluimos todas las zonas sísmicas?



mapa del
riesgo
sísmico



Soluciones:

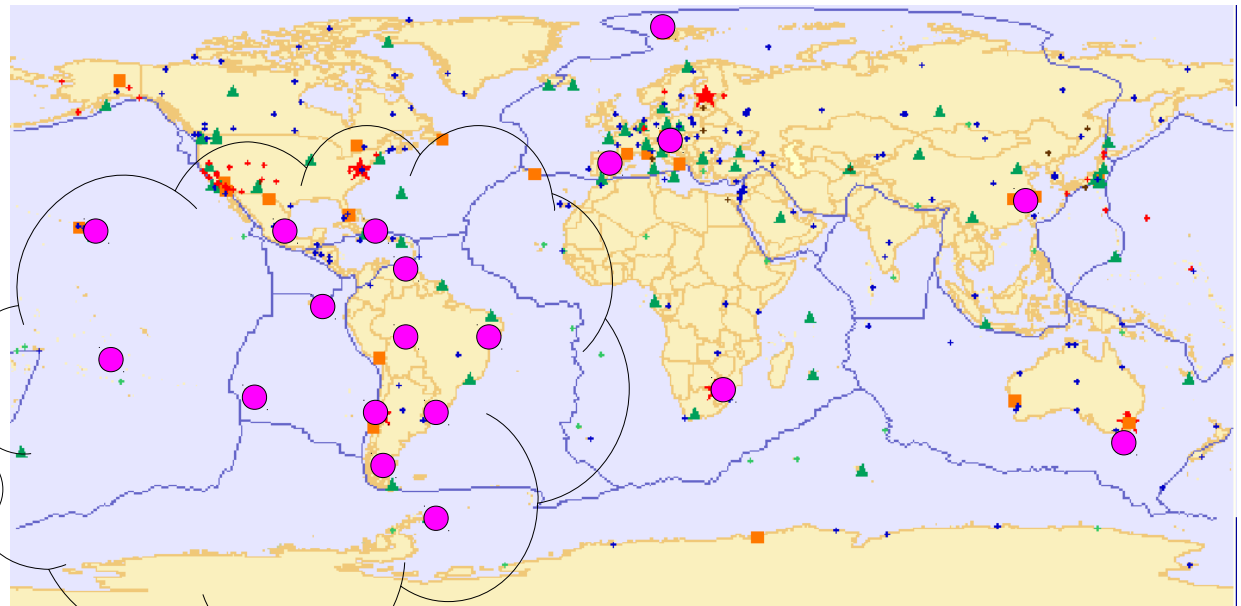
- Mejorar el modelamiento de las velocidades (no-lineal)
- Introducir sistemas de referencia mas cercano a tiempo real



Conclusiones TIGO y GGOS

- TIGO como estación fundamental para la geodesia es un ejemplo para la instrumentación que necesita GGOS.
- GGOS necesita más estaciones fundamentales geodésicas en las Americas y el Caribe.
- La comunidad geodésica esta invitada a levantar más proyectos a favor de la realización de GGOS.

● estaciones
fundamentales



¿Es un sueño
del futuro
SIRGAS?



Ubicación de TIGO

73°01' W, 36°50' S



Oceano Pacífico

San Pedro
de la Paz

Talcahuano

Concepción

Rio Bío Bío

TIGO