

# SIRGAS-GTIII: Datum Vertical Reporte 2006/2007

Laura Sánchez



Reunión SIRGAS 2007  
Bogotá, junio 7 y 8 de 2007

## Miembros SIRGAS-GTIII

GEOF. JUAN FRANCISCO MOIRANO, UNLP, ARGENTINA

PROF. GRACIELA FONT, UNLP, ARGENTINA

PROF. SILVIO ROGÉRIO CORREIA DE FREITAS, UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ, BRASIL

ING. ROBERTO TEIXEIRA LUZ, IBGE/CGED, BRASIL

ING. WILFREDO RUBIO SALAZAR, IGM, CHILE

PROF. ALFONSO TIERRA, ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO, ECUADOR

ING. LUIS ALBERTO ECHEVERS, INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL 'TOMMY GUARDIA', PANAMÁ

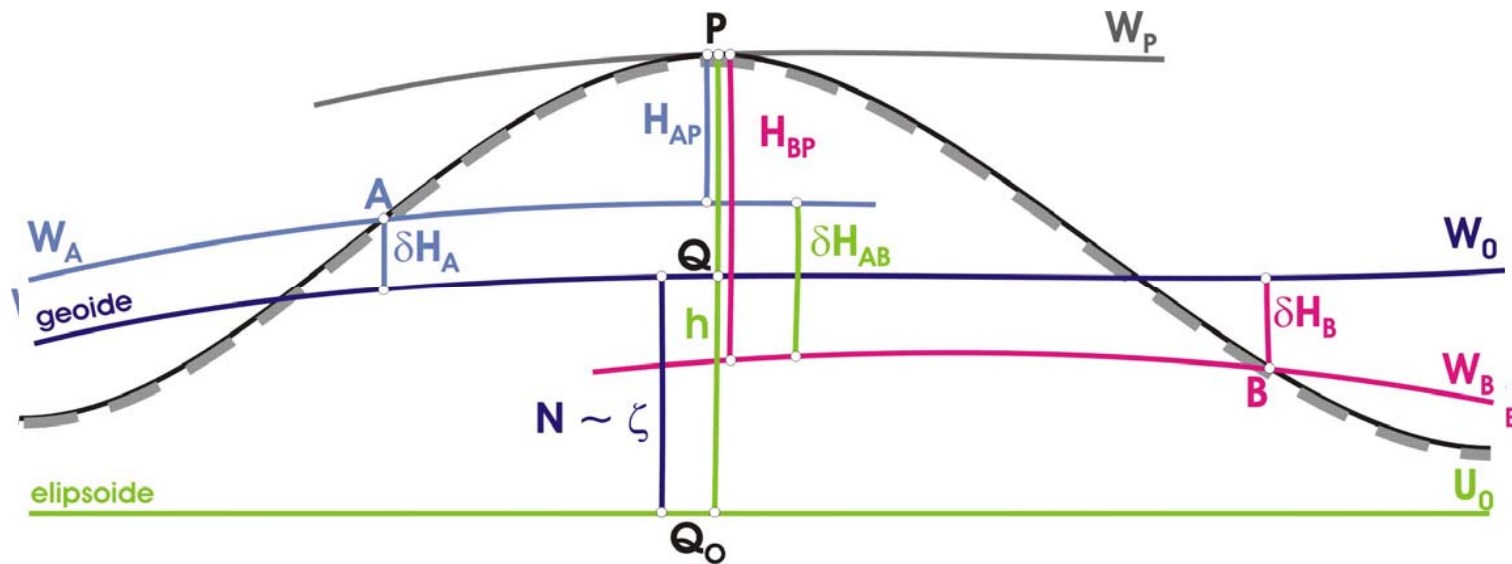
ING. RODOLFO MÉNDEZ, SERVICIO GEOGRAFICO MILITAR, URUGUAY

ING. JOSE NAPOLEON HERNANDEZ, CARTOGRAFIA NACIONAL, VENEZUELA

DR. MELVIN JESUS HOYER ROMERO, CONSEJO NACIONAL DE CARTOGRAFIA, VENEZUELA

# SIRGAS-GTIII: Datum vertical

**Objetivo:** Definir un sistema de alturas unificado para las Américas y coordinar su establecimiento y mantenimiento.



$$H_{AP} + \delta H_A = H_{BP} - \delta H_B$$

$$h_P = H_P + N_P$$

Agosto de 2005, Cairns, Australia (Asamblea de la IAG):

$$\int_{S_o} (W - W_0) dS_o = \min \quad S_o \text{ superficie global del océano}$$

$$W = \frac{GM}{r} \left[ 1 + \sum_{n=1}^{\infty} \sum_{m=0}^n [C_{nm} \cos m\lambda + S_{nm} \sin m\lambda] P_{nm}(\cos\theta) \right] + \frac{1}{2} \omega^2 r^2 \cos(90^\circ - \theta)$$

Valor obtenido por SIRGAS-GTIII:  $W_0 = 62\,636\,853,4 \text{ m}^2\text{s}^{-2}$

Valor obtenido por Bursa et. al, quien aplica el mismo procedimiento pero con modelos de la superficie del mar diferentes:

$$W_0 = 62\,636\,856 \text{ m}^2\text{s}^{-2}$$

Discrepancia:  $\sim 3 \text{ m}^2 \text{ s}^{-2} \rightarrow 0,3 \text{ m}$

### **Abril de 2006, Praga, República Checa:**

Taller de trabajo enmarcado en el **IAG-ICP1.2**: Sistemas verticales de referencia

- Los dos grupos de trabajo (Bursa et al., SIRGAS-GTIII) describen los modelos utilizados y presentan las metodologías aplicadas.
- Modelos de la superficie del mar son diferentes, SIRGAS-GTIII utiliza CLS01, KMS04, GSFC00.1 y una serie de 9 modelos anuales derivados de TOPEX/Poseidon, Bursa et al. utilizan uno derivado por ellos mismos.
- El programa de cálculo de Bursa et al. presenta una discontinuidad en  $\varphi = -90^\circ$  ( $600 \text{ m}^2 \text{ s}^{-2}$ ) que afecta el promedio del potencial respectivo.
- SIRGAS-GTIII invita al grupo de Bursa et. al a discutir en detalle las constantes, modelos y cálculos correspondientes, y a presentar una solución conjunta, no hay reacción.

### Septiembre de 2006, Estambul, Turquía (1. Simposio del IGFS) :

Nuevo valor de Bursa et al. (2006):	62 636 854,7	m <sup>2</sup> s <sup>-2</sup>
Bursa et al. (2002):	856,0	
Sánchez (2005):	853,4	

Causa de las inconsistencias previas:

- Error en la función ponderadora utilizada para el cálculo del valor promedio.
- Distribución heterogénea de los puntos de cálculo (excesiva concentración en las latitudes altas).

**Recomendación de Bursa et al.:** introducir como valor de referencia el obtenido por Bursa et al. en 2002, al fin y al cabo, el calentamiento global hará que algún día la superficie del mar alcance la superficie equipotencial con ese valor!

### Junio de 2006, Wuhan, China (VI Hotine-Marussi Symposium) :

SIRGAS-GTIII aplica una nueva metodología basada en el problema de valor de frontera fijo (fixed gravity boundary value problem): a partir de la geometría conocida de la superficie de referencia y las perturbaciones de gravedad sobre dicha superficie, se puede determinar el potencial de la misma (Problema de valor de frontera de Neumann).

Nuevo valor Sánchez (2007):	62 636 853,15	m <sup>2</sup> s <sup>-2</sup>
Bursa et al. (2006):	854,7	
Bursa et al. (2002):	856,0	
Sánchez (2005):	853,4	

Se constata la repetibilidad del valor obtenido por SIRGAS-GTIII y se da por finalizada la discusión con Bursa et al.

## Participación de SIRGAS-GTIII en el IAG-ICP1.2

El valor de referencia  $W_0$  a adoptar para la unificación de los sistemas de alturas en SIRGAS debe ser convencional, respaldado por la IAG, por lo tanto participación de SIRGAS-GTIII en el IAG-ICP1.2:

### Vertical Reference Systems:

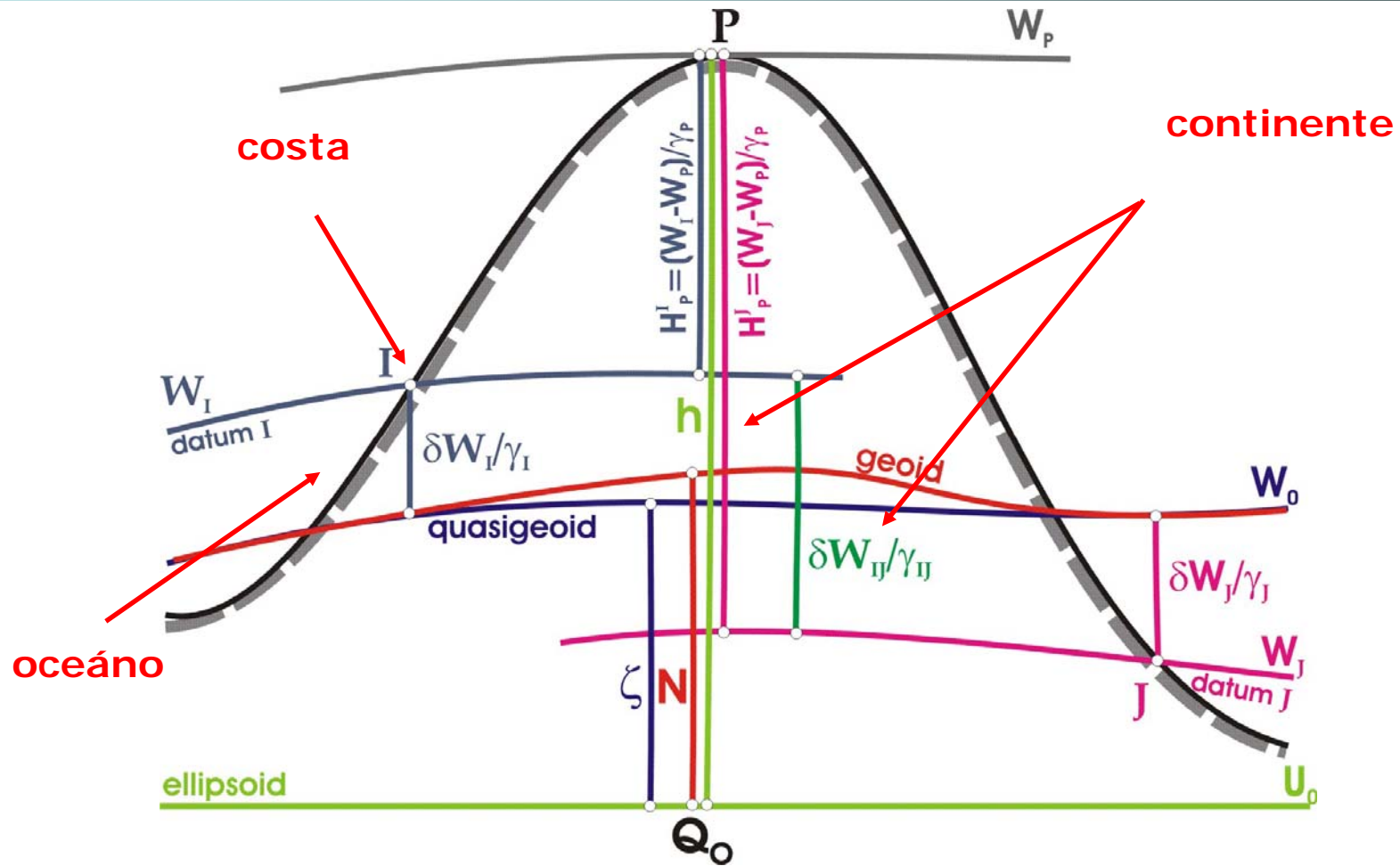
- European Vertical Reference System Workshop, 5-6 April 2004 in Frankfurt on Main, Germany (draft minutes)
- Business Meeting of ICP1.2, 31 August 2004, on GGSM2004 in Porto, Portugal (minutes)
- Business Meeting of ICP1.2, 22 August 2005, on the IAG Scientific Symposium in Cairns, Australia (minutes)
- ICP 1.2 Workshop, 11-12 April 2006 in Prague, Czech Republic (minutes)
- ICP1.2 Splinter/Business Meeting, 28 August 2006 at the 1st IGFS Symposium in Istanbul, Turkey



### Principales recomendaciones:

1. Sistema de referencia basado en cantidades geopotenciales ( $W_0$  y números geopotenciales), la conversión a alturas físicas es parte de la realización de dicho sistema, como en SIRGAS!
2.  $W_0$  debe determinarse a partir de modelos convencionales de la superficie del mar y de gravedad, como en SIRGAS!
3. La superficie del mar utilizada para el cálculo de  $W_0$  debe excluir las zonas de congeamiento y descongelamiento polar, como en SIRGAS!
4. Debe continuarse con el IAG-ICP1.2 para avanzar en la unificación global de los sistemas de alturas existentes.
5. Reporte final y borrador de las convenciones para un sistema de referencia vertical global en preparación.

# Unificación de los sistemas de alturas existentes



$$h_p - H_p^j - \zeta_p^j = \delta H^j = \frac{\delta W^j}{\gamma_p}$$

# Unificación de los sistemas de alturas existentes

## Áreas oceánicas

(SStop cerca de mareógrafos)

Datos: altimetría satelital y modelos globales de gravedad, SStop en las líneas de costa refinada por registros mareográficos.

$$H_P^j = SStop = h - \zeta_0$$

$$T_P^j - T_0 = \delta W^j$$

## Áreas costeras

(mareógrafos de referencia)

Datos: posicionamiento GPS en mareógrafos, spirit levelling con correcciones de gravedad, gravedad terrestre y un modelo global de gravedad.

$$W_0^j = W_P^j \rightarrow H_P^j = -\frac{\delta W^j}{\gamma_P}$$

$$\frac{1}{2}T_P^j - \frac{1}{2}h_P\gamma_P = \delta W^j$$

$$h_P = f(X, Y, Z)$$

$$\zeta_P^j = \frac{T_P^j - \delta W^j}{\gamma_P}$$

## Áreas continentales

(marco de referencia geométrico)

Datos: Posicionamiento GPS (incluyendo puntos fronterizos), spirit levelling con correcciones de gravedad, gravedad terrestre y un modelo global de gravedad.

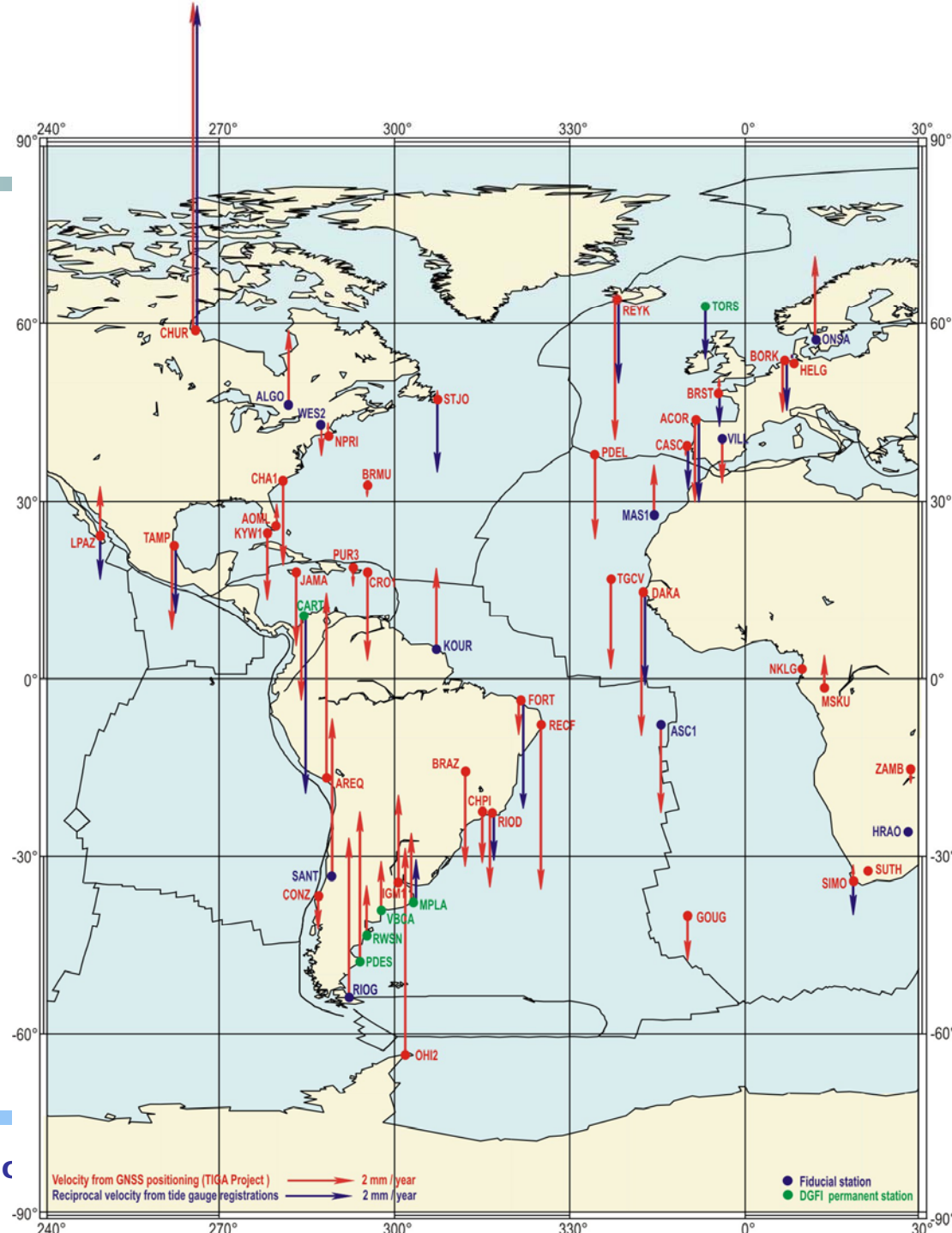
$$H_P^j = \frac{(W_0^j - \delta W^j) - W_P^j}{\gamma_P}$$

$$\frac{1}{2}(W_0^j - W_P^j + T_P^j) - \frac{1}{2}h_P\gamma_P = \delta W^j$$

$$\frac{1}{2}(W_0^j - W_P^j + T_P^j) - \frac{1}{2}(W_0^{j+1} - W_P^{j+1} + T_P^{j+1}) = \delta W^{j+1} - \delta W^j$$

# Actividades en avance

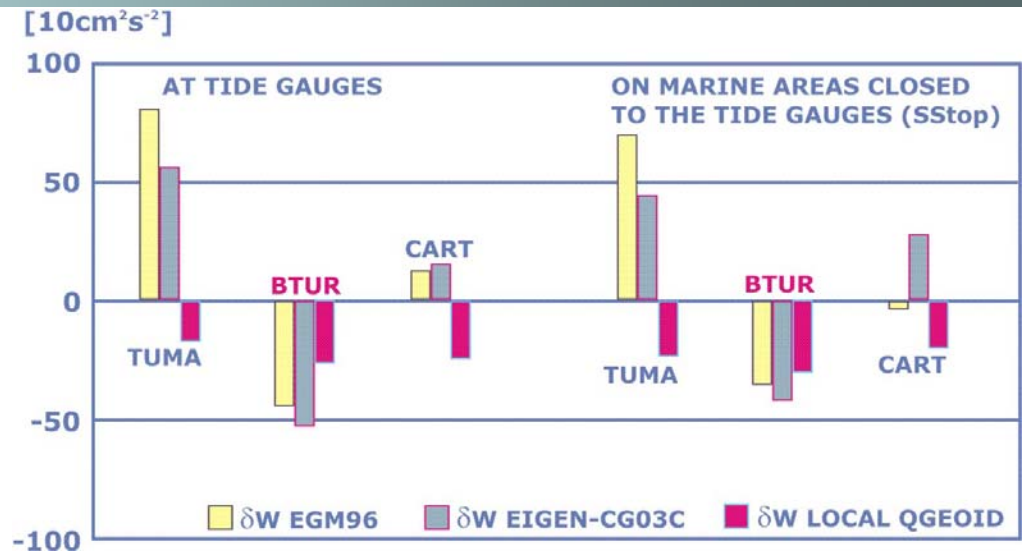
Combinación de posicionamiento GPS con registros mareográficos bajo el proyecto TIGA del IGS (Tide Gauge Benchmark Monitoring Project).



Reunión SIRGAS, junio

# Actividades en avance

Determinación de la topografía de la superficie del mar en los mareógrafos de referencia de SIRGAS.



Nombre	EGM96		EIGEN-CG03C		Qgeoide Local	
	$\delta H_i^{TG}$ [cm]	$\delta H_i^{SSTop}$ [cm]	$\delta H_i^{TG}$ [cm]	$\delta H_i^{SSTop}$ [cm]	$\delta H_i^{TG}$ [cm]	$\delta H_i^{SSTop}$ [cm]
TUMA	80	70	56	43	-18	-22
BTUR	-43	-35	-52	-41	-25	-30
CART	12	-2	15	29	-23	-20
Promedio	<b>16 ± 61</b>	<b>11 ± 53</b>	<b>6 ± 54</b>	<b>10 ± 45</b>	<b>-22 ± 4</b>	<b>-24 ± 5</b>

## Actividades requeridas

### A nivel continental (global):

- Determinación de la superficie global de referencia (Geoide =  $W_0$ )
- Determinación movimientos verticales de la corteza y del nivel del mar
- Determinación de la SSTop en los mareógrafos de referencia
- Ajuste continental (en un sólo bloque) de las redes de nivelación de primer orden de todos los países

### A nivel individual para cada país:

- Nivelación geométrica de los mareógrafos de referencia
- Nivelación geométrica de las estaciones SIRGAS2000
- Nivelación geométrica entre países vecinos
- Puesta a disposición de las diferencias de nivel + gravimetría entre los nodos principales de las redes de nivelación de primer orden, los mareógrafos de referencia, estaciones SIRGAS2000 y conexiones internacionales



## Desniveles (números geopotenciales) reportados al SIRGAS-GTIII

---

Argentina 0

Bolivia 0

Brasil: 17 líneas de primer orden, 9 conexiones internacionales.

Chile: 17 líneas de primer orden con 15 mareógrafos, 5 conexiones internacionales, sin cordenadas, sin gravedad.

Colombia: 98 % de la red de nivelación (20 000 km), 3 conexiones internacionales.

Ecuador: 8 líneas de primer orden, datos de gravedad, 1 conexión internacional.

Paraguay: 0

Perú: 0

Uruguay: 25 líneas de primer orden, 3 conexiones internacionales.

Venezuela: Nivelación de primer orden entre puntos SIRGAS2000 y 3 mareógrafo, incluido el de referencia



## Actividades futuras

---

1. Ajuste continental de los números geopotenciales, depende de la información faltante.
2. Determinación de la topografía de la superficie del mar en los mareógrafos de referencia.
3. Combinación posicionamiento GPS, registros mareográficos y altimetría satelital en los mareógrafos de referencia con estaciones GNSS de funcionamiento continuo. Compilación de trabajos adelantados por diferentes grupos en la región (UNLP, Universidad de Parana, etc.)
4. Iniciar formalmente actividades en América Central en pro de recopilar la información requerida.