



Conexión de los segmentos de la Red Altimétrica Brasileña Imbituba - Santana por medio de un enfoque Oceanográfico



Henry Montecino C.^{1,2}, José Carrion S.², Silvio R. C. De Freitas², Ruth Maia Moreira²

¹Departamento de Ciencias Geodésicas y Geomática, Universidad de Concepción, Chile

²Curso de posgrado en Ciencias Geodésicas, Universidad Federal do Parana, Brasil

henrymontecino@gmail.com; josecarrionsa@gmail.com; sfreitas@ufpr.br; ruthdamaia@gmail.com



1. Introducción

El establecimiento de la Red Altimétrica de Alta Precisión (RAAP) que materializa el Sistema de Alturas de Brasil comenzó en 1945, y hoy cuenta con más de 65000 referencias de nivel que cubren la mayor parte de territorio Brasileño. La RAAP está vinculada al datum de Imbituba, este definido por el Nivel Medio del Mar (NMM) observado entre 1949-1957 [4]. Sin embargo, además del segmento de red vinculado al datum de Imbituba, otro segmento que cubre la región más al Noreste de Brasil también forma parte del SVRB, y está asociado al datum de Santana.

Por otro lado, las discrepancias espacio-temporal entre data verticales idealmente se ve revelada en la diferencia entre el Geoide y el NMM local, o también denominada *Sea Surface Topography - SSTop* [2, 5]. Por tanto, la *SSTop* es un elemento clave para la conexión de data verticales, principalmente en aquellos países con una amplia costa como es el caso de Brasil.

Desde el año 2000 el Laboratorio de Sistemas de Referencia y Altimetría por Satélite (LARAS) de la Universidad Federal do Paraná (UFPR) viene estudiando el SVRB en términos de la conexión con los países limítrofes [7] como también su conexión a un Sistema Global de Alturas (SGA)[3]. Además de la conexión con los países limítrofes, aún es un desafío para Brasil la conexión de los dos segmentos del SVRB Imbituba y Santana. Varios intentos de conexión indirecta de estos segmentos han sido realizados, estos principalmente basados en Modelos de Geopotencial Global (MGGs) y datos de GPS/Nivelación. Por ejemplo [6] encontró una discrepancia de 1.4m del datum de Santana sobre el de Imbituba.

En este Póster un enfoque independiente de las estrategias aplicadas anteriormente, basado en modelos de Superficie Media del Mar (*Mean Sea Surface - MSS*), Modelos de *SSTop*, y MGGs son utilizados.

2. Datos y Métodos

En este estudio tres fuentes de datos fueron utilizados: los modelos de *Mean Sea Surface* DNSC 2008 [1] basado en datos sobre el periodo 1993-2004, y el CNES CLS 2011 que fue calculado usando 15 años de datos de las misiones altimétricas TOPEX/POSEIDON, ERS-2, GFO, JASON-1, ENVISAT y ERS-1. Además dos MGGs fueron utilizados para la determinación de la *SSTop*, siendo estos: el EGM2008 y el GOCONS-TIM-R5. Fueron utilizados como referencias estos dos MGGs, ya que son el estado del arte en resolución espacial en el caso del EGM2008, y el de mejor resolución oriundo de la misión GOCE en el caso del GO-CONS TIM R5. También fue utilizado en este estudio el último modelo de *SSTop* MDT CNES-CLS13, que usa como Superficie Media del Mar el modelo CNES-CLS11, y como referencia el MGG EGM-DIR-R4 basado en 2 años de datos de GOCE reprocesados y 7 años de datos de GRACE.

El MDT CNES-CLS13 entre sus mejoras tiene el proceso de filtrado y la combinación de datos in-situ [9]. Además de los datos satelitales, resultados de un control terrestre sobre los mareógrafos de Santana, Fortaleza, Salvador, Macaé e Imbituba desarrollado por medio nivelación geométrica fue utilizado para contrastar las diferentes soluciones.

En el caso del modelo de MSS CNES CLS2011 [10] debido a que está referido al elipsoide Topex/Poseidon, fue necesario transformar las alturas al elipsoide global WGS-84, con propósitos de homogeneizar con otros modelos usados, esta transformación fue realizada por medio de la siguiente expresión [8]:

$$\delta h = h_2 - h_1 = -(\delta a \cdot \cos \phi^2 + \delta b \cdot \sin \phi^2) \quad (1)$$

Donde:

δh : es la corrección altimétrica para relacionar las alturas al WGS-84

δa : es la diferencia entre los semi ejes mayores de los elipsoides T/P e WGS-84 respectivamente.

δb : es la diferencia entre los semi ejes menores de los elipsoides T/P e WGS-84 respectivamente.

ϕ : es la latitud geodésica.

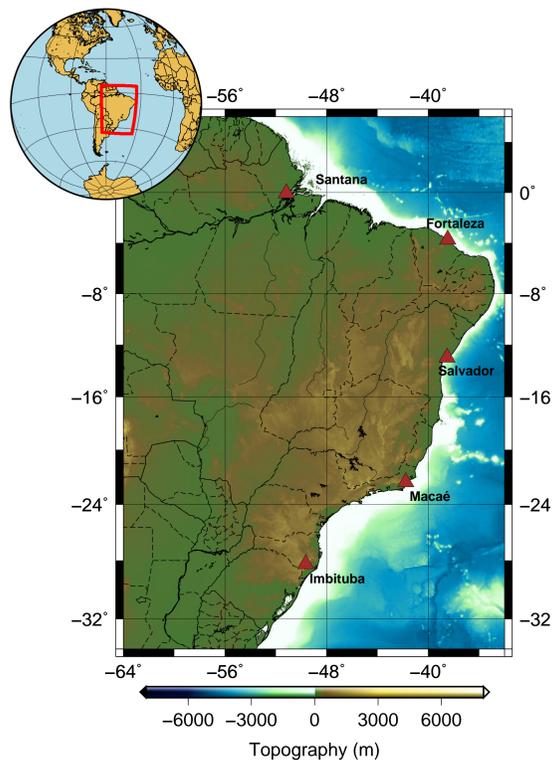


fig 1. Región de estudio y mareógrafos estudiados

Además, con propósito de referir la *SSTop* del modelo DNSC2008 a la misma superficie de referencia usada en la *SSTop* del CLS2011 (GO-CONS TIM R5), la *SSTop* original del DNSC2008 referida la EGM2008 fue transformada a partir de las diferencia en el geode ($\delta N = N_{EGM2008} - N_{GO-CONS}$).

3. Resultados

Los resultados obtenidos desde los dos modelos de MSS revelan los siguientes valores de *SSTop*:

Modelo <i>SSTop</i>	Sup. Referencia	$\delta SSTop_{Sant-Imb}$ [m]
DNSC 2008	EGM2008	0.405
DNSC 2008	GO-CONS TIM R5	-0.59
CNES CLS2011	GO-CONS TIM R5	-0.985
CNES CLS2013	EGM DIR R4	0.200

Table 1: Diferencia de *SSTop* entre Santana e Imbituba

Sin embargo debe ser destacado que la región de Amapá (Noreste de Brasil) donde está ubicado el mareógrafo de Santana, presenta particulares características geográficas como: resonancias costeras y flujos de agua dulce, elementos que posiblemente distorcionan la señal de los satélites altímetros.

Por otro lado, la estimación de la variación ($\delta SSTop$) obtenida desde DNSC 2008 es altamente consistente con los resultados obtenidos del ajuste del año 2011 de la red vertical Brasileña a través del software GHOST, estos presentan resultados en el orden de 45 cm del datum Santana sobre el datum de Imbituba.

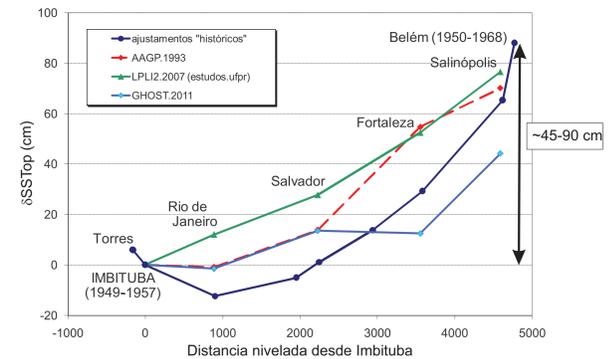


fig 2. Control mareográfico Terrestre

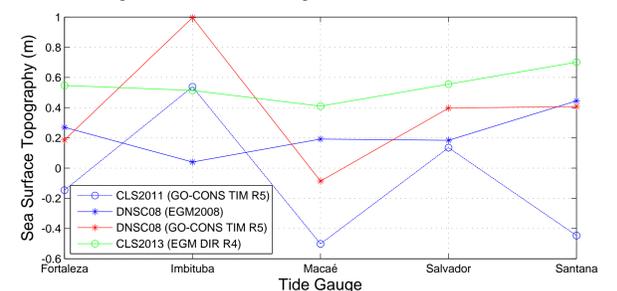


fig 3. *SSTop* de los modelos en los mareógrafos

4. Consideraciones Finales

Los resultados obtenidos por medio de un enfoque oceanográfico basado en los modelos de *SSTop* presentan consistencias sólo entre los modelos de MSS DNSC 2008 y MSS CNES CLS2011. Por otro lado, los resultados obtenidos desde el modelo DNSC 2008 muestran una alta consistencia con la variación de la *SSTop* obtenida a partir del control mareográfico terrestre del ajuste del año 2011. Estos resultados muestran una consistencia en términos de sentido de offset entre los data de Imbituba y Santana en relación a otros estudios basados en estrategias independientes, como por ejemplo [6]. No obstante los antecedentes revelados por estos estudios muestran que el datum de Santana estaría ~ 1.4 m sobre el datum de Imbituba.

Por otro lado, el modelo CNES CLS2013 no presentó un mejor desempeño que el CNES CLS2011 en relación a los resultados de otros estudios. Sin embargo debe ser señalado que este modelo está referido al EGM DIR R4, lo cual podría introducir algunos efectos sistemáticos en relación a la superficie del GO-CONS TIM R5. Cabe destacar que otras estrategias o refinamiento de las estrategias aplicadas deben ser realizados.

Agradecimientos

Los autores agradecen por el apoyo económico a la Universidad de Concepción (UdeC), Coordenação de aperfeiçoamento de pessoal de nível superior (CAPES), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Secretaria de Educação Superior, Ciência, Tecnologia e Inovação (SENESCYT).

Referencias

- [1] O.B. Andersen and P. Knudsen. Dnsc08 mean sea surface and mean dynamic topography models. *Journal of Geophysical Research*, 114, 2009.
- [2] W. Bosch. The sea surface topography and its impact to global height system definition. In H. Drewes, A. Dodson, L. P. S. Fortes, L. Sanchez, and P. Sandoval, editors, *Vertical Reference System*, volume 124 of *International Association of Geodesy Symposia*, pages 225–230. International Association of Geodesy, Springer, 2001.
- [3] V. G. Ferreira and S. R. C. De Freitas. An attempt to link the brazilian height system to a world height system. *Boletim de Ciencias Geodésicas*, 18(3):1982–2170, 2012.
- [4] R. T. Luz, V. M. Guimaraes, A. C. Rodriguez, and J. D. Correia. Brazilian first order levelling network. In H. Drewes, A. Dodson, L. P. S. Fortes, L. Sanchez, and P. Sandoval, editors, *Vertical Reference System*, volume 124 of *International Association of Geodesy Symposia*, pages 20–22. International Association of Geodesy, Springer, 2001.
- [5] P. Merry, C. L. nad Vanicek. Investigation of local variations of sea-surface topography. *Marine Geodesy*, 7(1-4):101–126, 1983.
- [6] H. Montecino and S. De Freitas. Strategies for connecting imbituba and santana datums based on satellite gravimetry and residual terrain model. In C. Rizos and P. Willis, editors, *Earth on the edge: Science for a Sustainable Planet*, volume 139 of *International Association of Geodesy Symposia*, pages 543–549. International Association of Geodesy, Springer, 2014.
- [7] R. Pereira, D. Del Cogliano, M. E. Gomez, R. Luz, and S. De Freitas. Analysis of discrepancies between argentine and brazil national height networks with basis in regional and global geopotential numbers. In *IAG Scientific Assembly 2013*, September 2013.
- [8] V. Renganathan. *Arctic Sea Ice Freeboard Heights from Satellite Altimetry*. PhD thesis, Department of Geomatics Engineering, Calgary University, 2010.
- [9] M.-H. Rio, S. Mulet, and N. Picot. New global mean dynamic topography from a goce geoid model, altimeter measurements and oceanographic in-situ data. In *Proceedings of the ESA Living Planet Symposium*, September 2013.
- [10] Service Altimetry and Localization Precise. *The CNES CLS 2011 Global Mean Sea Surface*, October 2011.