

Variabilidad del nivel del mar a partir de datos del altímetro del satélite ERS-2 al sur del Archipiélago Canario en 1998

A. Tejera-Cruz , O. Bergasa-López y L. García-Weil

Correo electrónico: Alicia.tejera@fisica.ulpgc.es

Dpto. de Física de la ULPGC; Edificio de Ciencias Básicas, Campus de Tafira.

35017 Las Palmas de Gran Canaria. Islas Canarias. España

RESUMEN

En este trabajo se presentan algunos resultados obtenidos del análisis de la variabilidad de la altura de la superficie del mar a partir de las anomalías del nivel del mar proporcionadas por los datos del altímetro a bordo del satélite ERS-2. La finalidad del estudio ha sido la determinación de la variación estacional que las estructuras oceanográficas mesoescalares presentan en las proximidades del archipiélago canario durante el año 1998. En esta zona, caracterizada por la generación de remolinos ciclónicos y anticiclónicos al sur de las islas debida a la perturbación que experimenta la corriente de Canarias a su paso por los canales entre las islas, y por los filamentos de agua fría procedente del afloramiento, el altímetro se muestra como una herramienta importante en la detección y posterior análisis de estas estructuras oceanográficas. Los resultados muestran que la variabilidad espacial y temporal del nivel del mar es máxima en el segundo semestre del año, y ésta se centra, fundamentalmente, en una estrecha banda situada al sudoeste del archipiélago.

PALABRAS CLAVE: altimetría, estructuras oceanográficas, remolinos, filamentos, anomalías del nivel del mar.

ABSTRACT

Some results obtained from the analysis of the sea surface height variability using sea level anomalies given by ERS-2 altimeter data are shown in this work. The aim of the study is to work out the seasonal variations of the mesoscale oceanographic features that appear in the vicinity of the Canary Archipelago during 1998 year. This area is characterized by cyclonic and anticyclonic eddies southward of the islands, which are generated by the interference suffered by the Canary Current through the canals between the islands, and also owing to cold water filaments coming from the Upwelling. The altimeter demonstrates to be an important tool in the detection and posterior analysis of these features. The results show that the temporal and spatial variability of the sea level is associated, fundamentally, to a narrow band located to the southwest of the archipelago, and which has been clearly seen with greater intensity during the periods of summer and autumn of 1998.

KEY WORDS: altimetry, oceanographic features, anticyclonic and cyclonic eddies, sea level anomalies, upwelling.

INTRODUCCIÓN

Los cambios en la altura de la superficie del mar proceden de las respuestas tanto dinámicas como de otro tipo a distintos mecanismos de fuerzas. Estos incluyen los de subida del nivel, los de marea, los debidos al viento así como los originados por la presión atmosférica.

Exceptuando las medidas directas de la altura del nivel del mar realizadas por los mareógrafos, este parámetro geofísico ha sido estimado a partir de cálculos geostroficados de la altura dinámica utilizando las

medidas de temperatura, salinidad y presión registradas en las estaciones oceanográficas durante las campañas que se desarrollan en el océano. La altura dinámica se evalúa respecto a una superficie geopotencial desconocida y mide todas las contribuciones baroclínicas desde la superficie del mar hasta la elegida como de referencia, mientras que se aproximan como barotrópicos los efectos de la presión atmosférica y el flujo barotrópico. El estudio de las distintas contribuciones a la variación del nivel del mar y sus relaciones con la altura dinámica es un problema complejo que está siendo tratado por las medidas regulares a gran escala realizadas por el altímetro.

Por otro lado, los estudios realizados analizando las estructuras oceanográficas en la zona de transición costera del noroeste de Africa y al sur del Archipiélago Canario utilizando imágenes de satélite, tanto de temperatura de la superficie del mar (García-Weil, 1998) como de concentración de pigmentos clorofílicos (Pachecho y Hernández-Guerra, 1999) han mostrado la presencia y la variabilidad de complejos fenómenos mesoescalares que dan cuenta de la circulación oceánica en esa área. Los filamentos de agua fría y rica en nutrientes procedentes del afloramiento norafricano y los remolinos ciclónicos y anticiclónicos de diferentes escalas caracterizan la dinámica mesoescalar de la región (Figura 1). En este sentido, la fuerte inestabilidad que presenta la Corriente de Canarias tras su paso a través de las islas del archipiélago origina un fuerte campo de remolinos al sur del mismo que repercute de forma directa en la variación de la topografía de la superficie del mar. En muchas ocasiones se ha observado un gran remolino anticiclónico (alrededor de 200 km de diámetro) al sudeste de Gran Canaria que parece quedar atrapado entre los filamentos de agua fría procedentes del afloramiento del noreste de Africa (Pacheco *et al.*, 1999).

En este trabajo se abordará un análisis de la variabilidad del nivel del mar en torno al archipiélago canario utilizando los datos altimétricos durante el año 1998. Se compararán las máximas y mínimas variaciones del nivel del mar centrándonos fundamentalmente en la zona sur del archipiélago.

METODOLOGÍA

Los datos del altímetro utilizados son las anomalías del nivel del mar (*sea level anomaly -SLA-*) del sensor a bordo del satélite europeo ERS-2 generados por la División de Oceanografía Espacial *Collecte Localisation Satellites (CLS)* y distribuidos en CD-ROM por *Archivage, Validation et Interpretation des Donnees des Satellites Océanographiques (AVISO, 1997)*. El período de datos que va desde enero de 1998 hasta diciembre de 1998 se corresponde con 10 ciclos (del 29 al 39). Las trayectorias del satélite que cubren la región de estudio se muestran en la Figura 2.

La anomalía del nivel del mar representa la magnitud obtenida por el altímetro una vez realizadas todas las correcciones geofísicas (errores instrumentales y orbitales, perturbaciones atmosféricas y oceánicas, mareas y el efecto del barómetro inverso) y por el *CLS*. A lo largo de las trayectorias, los valores se extraen de las series de datos que aún contienen la señal orbital aplicando el método de repetición de trayectoria (análisis colineal).

Los valores de anomalía del nivel del mar y de variabilidad del nivel del mar (desviación típica de la anomalía del nivel del mar), se colocan en una malla regular de 0.25 x 0.15 grados. La representación se hace utilizando un método de interpolación óptimo en el que para cada punto de la malla el valor se estima mediante el cálculo de la media ponderada de los pesos de los valores en un subdominio de radio 50 km.

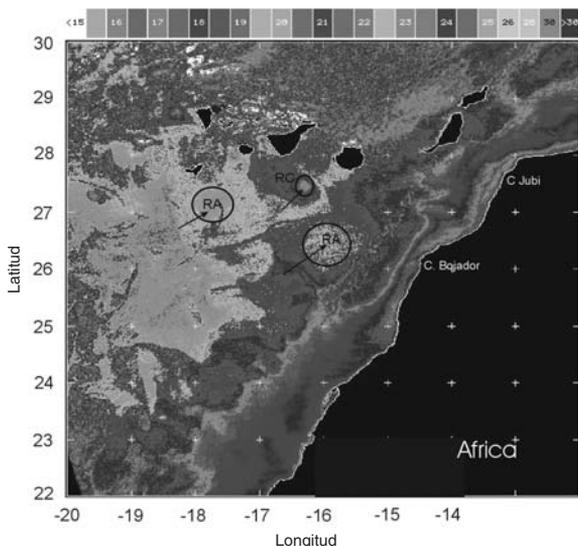


Figura 1. Imagen de temperatura de la superficie del mar del sensor AVHRR del Archipiélago Canario y costa noroeste del Africa correspondiente al día 19 de agosto de 1998

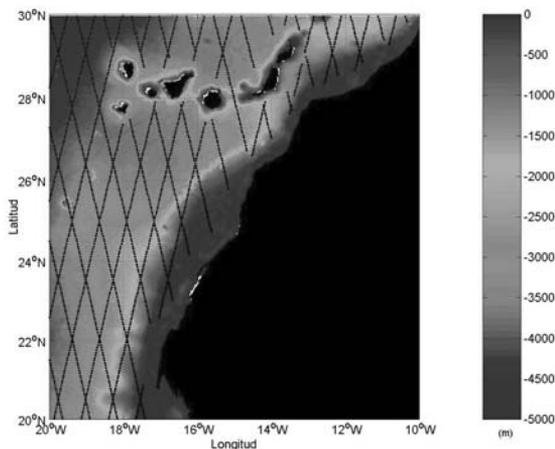


Figura 2. Batimetría y trayectorias del satélite ERS-2 en el área de estudio.

RESULTADOS

El análisis de los mapas de anomalías del nivel del mar obtenidos a partir de los datos del altímetro del ERS-2 durante el año 1998 muestra que las máximas variaciones se producen durante el segundo semestre del año, y éstas se localizan, principalmente al sur del archipiélago canario, y en ocasiones, en torno a los cabos Jubi y Bojador.

Con el fin de identificar la naturaleza de las estructuras oceanográficas que podrían originar y estar asociadas a esas variaciones del nivel del mar en estas zonas, se seleccionaron los datos del altímetro correspondientes a los ciclos 30, 32, 34 y 36, meses de marzo, mayo, julio, agosto y octubre de 1998.

Los mapas de anomalía del nivel del mar del altímetro (Figura 3) muestran un gran predominio de estructuras oceanográficas mesoescalares en distintos períodos, aunque su intensidad se acentúa en verano (Figura 3c) y otoño (Figura 3d) alcanzándose valores del nivel del mar del orden de 20 cm al

sur de las islas de Gran Canaria y El Hierro (Tejera A. & Bergasa O., 2001).

En este sentido, las anomalías positivas (>15 cm), identificadas como sobre-elevaciones del nivel del mar y mostradas en la Figura 3 (26.0°N-16.5°W), sugieren la presencia de remolinos anticiclónicos (círculos en línea continua) destacando el observado en el mes de noviembre (Figura 3d). En cambio los valores negativos (<15 cm), que indican depresiones en la superficie del mar, se encuentran a 27° latitud norte (Figura 3c y 3d), y están asociados a una estructura ciclónica (círculo en línea discontinua). La secuencia de mapas estudiados para este período también pone de manifiesto que la presencia de estructuras anticiclónicas tiene mayor frecuencia de aparición que las ciclónicas, tanto en número como en intensidad.

Por otro lado la variación estacional del nivel del mar es más intensa en los períodos de verano y otoño (Figuras 4) cuando los valores de variabilidad alcanzan los máximos del intervalo. Estos núcleos

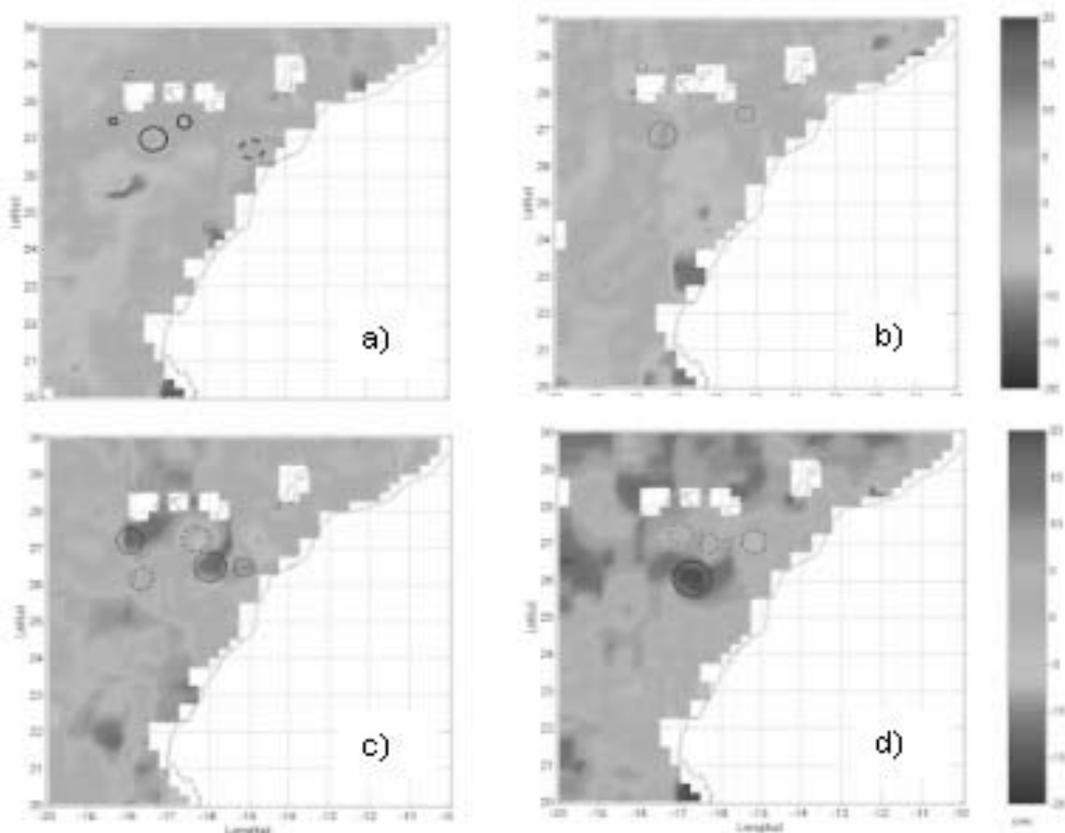
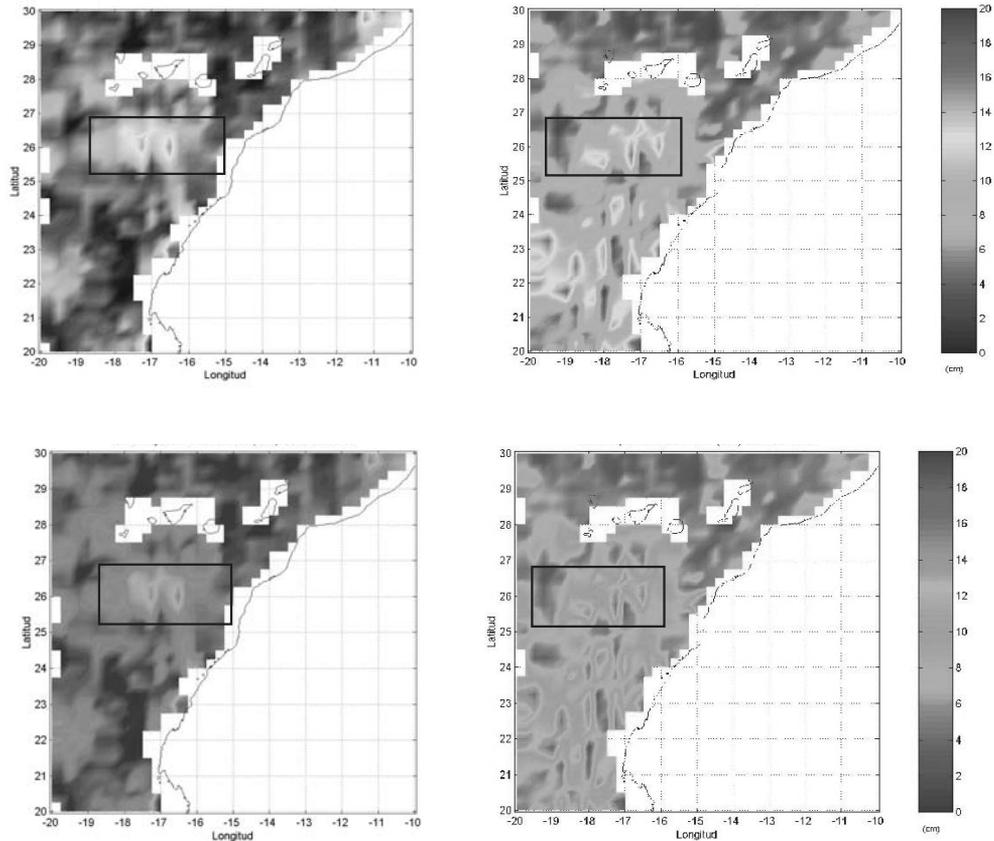


Figura 3. Mapas de anomalía del nivel del mar correspondiente a los ciclos 30, 32, 34 y 36.



* **Figura 4.** Variabilidad semianual del nivel del mar en 1998 a partir de los datos del ERS-2; (a) correspondiente al período del invierno - primavera y (b) al de verano-otoño.

de máxima variabilidad están localizados al sur y sudeste de la isla de El Hierro (26.5°N-17.5°W; 26.0°N-19.0°W).

El estudio de los mapas de variabilidad del nivel del mar semianuales durante el mismo periodo pone de manifiesto una gran actividad mesoescalar concentrada y localizada a modo de estrecha banda al sudoeste del archipiélago, quedando ésta limitada por la batimétrica de 3000 m. En la Figura 5 se muestra el mapa de variabilidad anual correspondiente al año 1998, y en él se ha remarcado con un recuadro dicha zona.

CONCLUSIONES

Los máximos valores de variabilidad semestrales son de aproximadamente 12 cm, y se localizan en una estrecha franja al sur del archipiélago, lo que podría indicar una convergencia de distintas estructuras en

esta zona que acentúa la variación del nivel de la superficie del mar reflejada en la señal del altímetro.

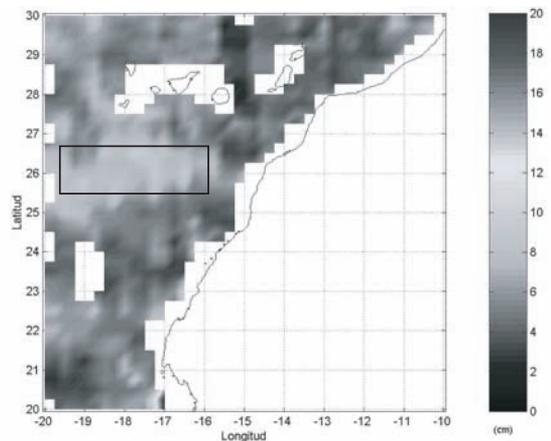


Figura 5. Variabilidad anual del nivel del mar en 1998.

Las anomalías de la superficie del mar sugieren que los máximos valores de variabilidad estarían asociados a estructuras oceanográficas mesoescala-

Todas las figuras precedidas de asterisco se incluyen en el cuadernillo anexo de color

res del tipo remolinos anticiclónicos y ciclónicos, localizados al sur de las islas de Gran Canaria, Tenerife y El Hierro.

Los mapas de variabilidad del nivel del mar obtenidos a partir de los datos del altímetro del ERS-2 durante el año 1998 han sido analizados. En ellos las máximas variaciones se ponen de manifiesto en los períodos de verano y otoño, siendo más intensas en este segundo intervalo.

AGRADECIMIENTOS

A D. Angel Luque por el procesamiento de la imagen de temperatura de la superficie del mar del sensor AVHRR. Este trabajo ha sido realizado con la financiación de los proyectos del CICYT MAR97-0464-CO4 y REN2000-1503-CO2-02/MAR.

BIBLIOGRAFÍA

AVISO. User Handbook, Sea Level Anomalies (SLAs), AVI-NT-011-312-CN, 2nd Edition, 1997.

BERGASA, O y TEJERA, A. 2001. Caracterización energética de estructuras mesoescales en la región de canarias a partir de datos del altímetro del ERS-2. *Actas de la XXVIII Reunión Bienal de la Real Sociedad Española de Física*, Sevilla.

GARCÍA WEIL, L., 1998. *Descripción y análisis cuantitativo mediante series de imágenes de satélite de la dinámica de las aguas superficiales del noroeste de África*. Tesis doctoral, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, pp 289.

PACHECO M. y HENÁNDEZ-GUERRA 1999. Seasonal variability of recurrent phytoplankton pigment patterns in the Canary Islands area. *Int. J. Remote Sensing*. 20: 1405-1418.

PACHECO, M., TEJERA, A., GARCÍA-WEIL, L., y BERGASA, O. 1999. Offshore Cyclonic and Anticyclonic Eddies in the Canary Current System. *Proc. IGARSS1999* (Alemania).

TEJERA, A. y BERGASA, O. 2001. Variaciones del nivel del mar con datos del altímetro del ERS-2 al sur del Archipiélago Canario. *Actas del IX Congreso Nacional de Teledetección*. Lérída.



**30th International
Symposium on
Remote Sensing
of Environment**



~ ~ Mark Your Calendars ~ ~

30th INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON REMOTE SENSING OF ENVIRONMENT

**November 10-14, 2003
Honolulu, Hawaii**

You are invited to the 30th International Symposium on Remote Sensing of Environment. The overall theme is the use of Earth observation systems in understanding and managing our planet's environment with particular emphasis on natural hazards. The symposium will include sessions on vital issues of interest to academia, government agencies, resource managers and decision-makers in public and private sectors.

Conference Highlights

Technical Program

- ◆ The primary forum for the application of Earth observation systems
- ◆ Presentations by experts from more than 50 countries
- ◆ Special focus and technical sessions on the Asia Pacific region
- ◆ Conference proceedings distributed at meeting and through international network
- ◆ Call for Papers will be mailed by the 4th quarter of 2002

Exhibition and Displays

- ◆ Up to 200 interactive poster presentations
- ◆ Up to 50 organizations show-casing products and services
- ◆ One-on-one consultation (get instant feedback on your application problems)

Related Attractions

- ◆ Whale Watching
- ◆ Volcanoes
- ◆ Iolani Palace and Museums
- ◆ World-class Zoo and Aquarium

For further information on how to participate, please contact:

ISRSE

<http://www.symposia.org>

E-mail: isrse@email.arizona.edu