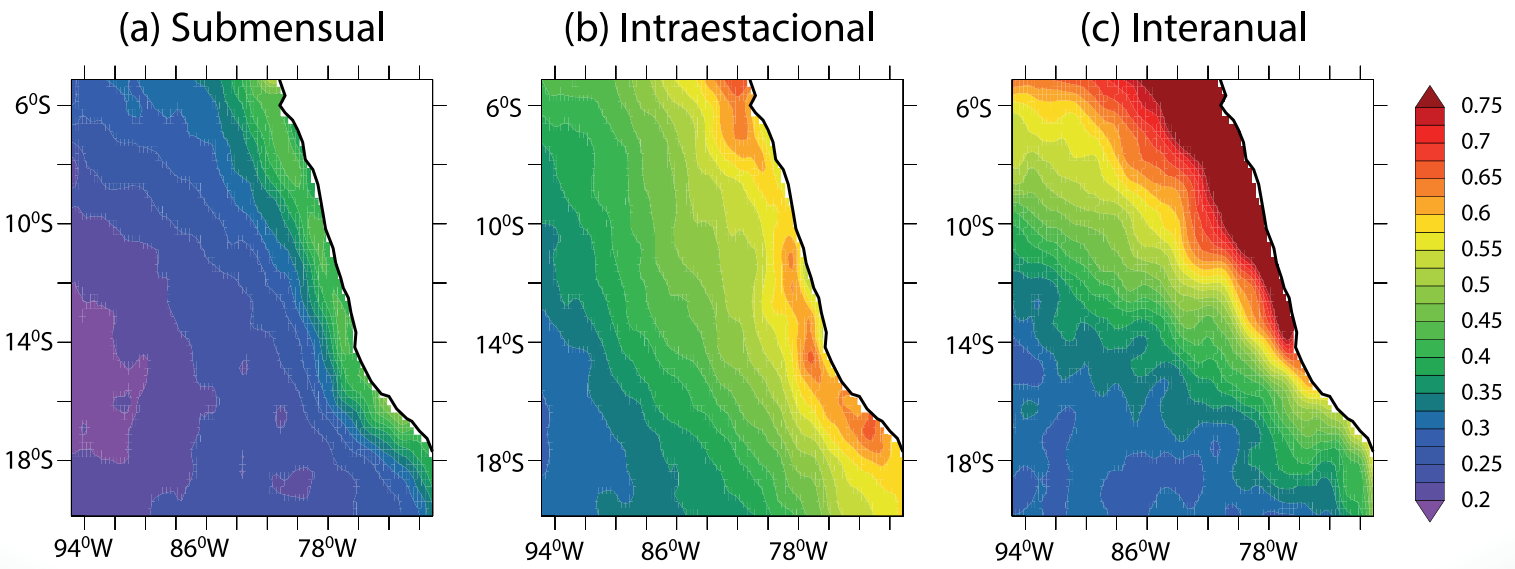
PERÚ Ministerio del Ambiente | Instituto Geofísico del Perú - IGP

Programa Presupuestal por Resultados Nº 068: "Reducción de vulnerabilidad y atención de emergencias por desastres" Producto: "Entidades informadas en forma permanente y con pronósticos frente al Fenómeno El Niño"

"Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño"

Boletín Técnico

Variabilidad de la Temperatura Superficial del Mar en diferentes escalas temporales



PERÚ PROGRESO PARA TODOS

Vol. 2 Nº 9 Setiembre 2015

Experimentos con el modelo oceánico lineal

Kobi Mosquera[1] y Berlín Segura[1]
[1]Instituto Geofísico del Perú

A fines de junio de 2015, un pulso de viento del oeste se presentó en el extremo occidental (ver Figura 1a), el que en los siguientes días se proyectó en el mar como una onda Kelvin cálida cuya señal en el Pacífico Central había alcanzado valores importantes (ver Figura 1b, c y d), incluso se podría decir que su magnitud en el nivel del mar (deducida de la señal del satélite JASON-2, ver Figura 1b) era superior a las observadas (hasta ese momento) en todo el desarrollo del fenómeno El Niño costero 2015, el cual se inició en abril. Curiosamente esta onda cálida, pronosticada para que llegue al extremo oriental entre fines de agosto e inicios de setiembre (ver Comunicado ENFEN No. 14-2015), se atenuó aproximadamente desde 100ºW hasta la costa como consecuencia, tal vez, de la acción de las anomalías de viento del este y/o reflexión de estas ondas por la termoclina somera en esta región (ver Comunicado ENFEN No. 15-2015).

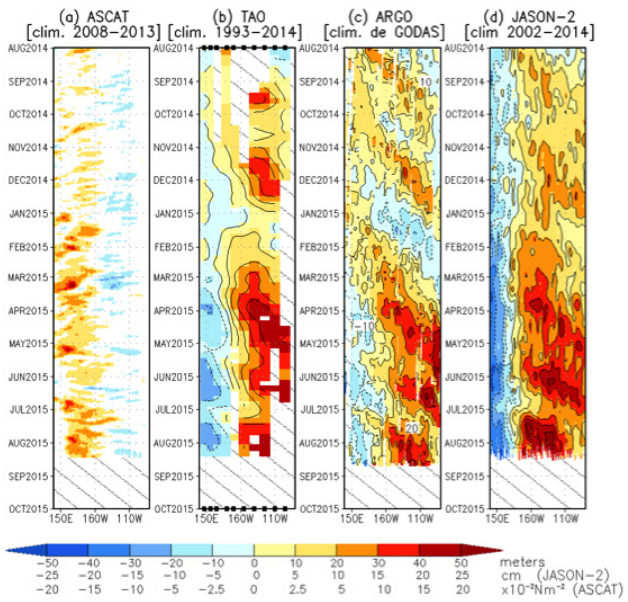


Figura 1. Diagrama longitud-tiempo de las anomalías de esfuerzo de viento zonal ecuatorial basado en datos del escaterómetro ASCAT (a), anomalía de la profundidad de la isoterma de 20°C datos de TAO (b) y los derivadores de Argo (c), datos del nivel del mar de JASON-2 (d). Las líneas diagonales representan una propagación hacia el este con velocidad de 2.6 m/s. (Elaboración: IGP).

Para interpretar lo arriba mencionado, particularmente la influencia de la anomalía de los vientos del este, se procedió a elaborar dos experimentos numéricos con un modelo oceánico lineal (Mosquera, 2009; Mosquera et al., 2011; Mosquera, 2014). Los experimentos usaron como forzante los vientos calculados del *scatterometer* ASCAT (*ftp.ifremer.fr*), cuya ventaja principal es la de tener una buena resolución espacial a nivel global. Sin embargo, como parte de su desventaja, solo se cuenta con este tipo de información desde el año 2008. En consecuencia, la anomalía se calcula a partir de una climatología de siete años (2008-2014), periodo que se encuentra dentro de la fase fría de la Oscilación Decadal del Pacífico (PDO, por sus siglas en inglés), la que se inició aproximadamente alrededor del año 1999. La anomalía de vientos de ASCAT, la cual cubre todo el dominio tropical, se separó en dos campos de datos: 1) vientos del oeste y 2) vientos del este. El primero (segundo) debe generar las ondas Kelvin cálidas (frías). A los resultados de ambos experimentos, es decir al nivel del mar y a las corrientes zonales, se les extrajo la señal de las ondas largas ecuatoriales (Boulanger y Menkes, 1995).

En la Figura 2 se puede apreciar, a lo largo de la línea ecuatorial, los datos observados y los resultados de los dos experimentos, entre la quincena de agosto de 2014 hasta la quincena de agosto de 2015. En (a) se grafica la anomalía de esfuerzo de viento zonal, cuyos valores positivos (negativos) indican vientos del oeste (este) y se colorean en tonos entre amarillo (celeste) y rojo (azul). En esta misma figura se nota que la anomalía de viento del oeste se hizo más intensa a partir de, aproximadamente, enero de 2015 y se concentró, en promedio, al este de 160ºW. Por otro lado, las anomalías del este, la cuales se ven menos intensas que las anomalías del oeste, se concentraron al oeste de 160ºW.

En la Figura 2b se ha graficado la anomalía del nivel del mar obtenida del altímetro JASON 2. El periodo usado como climatología va desde el año 2002 al 2014 (se usa JASON-1 para la climatología). Desde enero de 2015 se ve claramente la presencia de ondas Kelvin ecuatoriales cálidas, básicamente son tres ondas intensas que se formaron en la quincena de marzo, fines de mayo e inicios de julio. De estas tres ondas, las dos primeras logran llegar al extremo este con la misma intensidad con la que se aprecian en todo el Pacífico Ecuatorial, mientras que la tercera no lo hace.

En la Figura 2cdef se observan los resultados numéricos del modelo. La Figura 2c es la suma de los resultados de la simulación forzada con vientos del este y oeste, la cual incluye solo ondas Kelvin (primer modo meridional) y Rossby (segundo modo

meridional). Aquí se puede apreciar que los resultados numéricos son similares a lo observado (Figura 2b) y principalmente desde enero de 2015. Esto es un indicador que en dicho periodo la dinámica del nivel del mar en la zona ecuatorial tiene un comportamiento aproximadamente del tipo lineal, quizás se deba a que la termoclina ha estado menos inclinada de lo habitual. En la Figura 2d solamente se muestra la señal de la onda Kelvin, en donde se observa, indirectamente, que existe contribución de la onda Rossby (en el "mundo" del modelo), principalmente, en el Pacífico Central y Oriental. El modelo reproduce las tres ondas cálidas, tal como lo observado en el nivel del mar, que incluye la atenuación de la última onda. La Figura 2e (2f) presenta los resultados numéricos usando solo anomalías de viento del oeste (este).

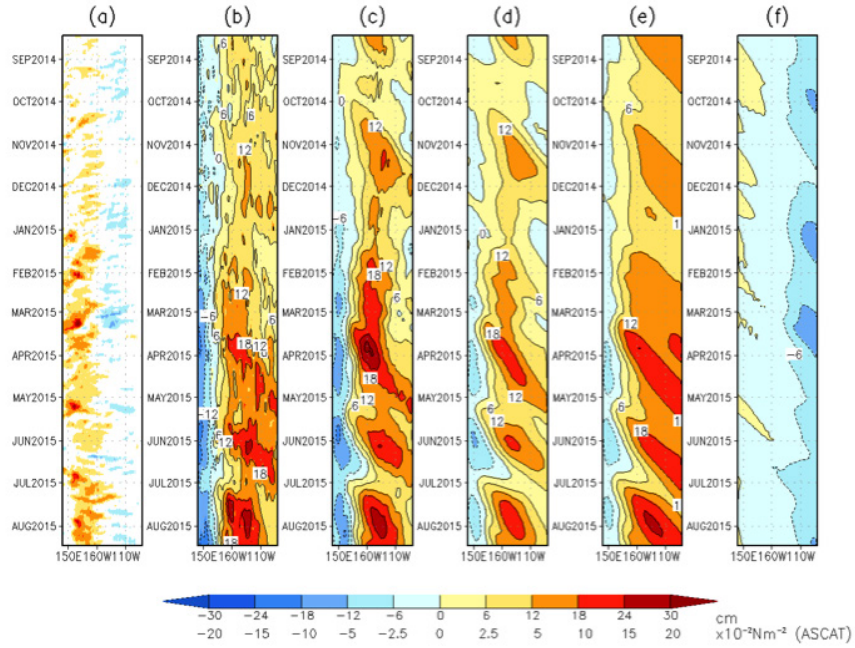


Figura 2. Diagramas longitud versus tiempo de la anomalía del (a) esfuerzo de viento zonal calculado del scatterometer ASCAT y (b) nivel del mar obtenido del altímetro JASON 1 y 2. Los otros gráficos representan el nivel del mar de las simulaciones numéricas con el modelo oceánico lineal forzado con ASCAT, en donde: (c) es la suma de la señal de la onda Kelvin y Rossby en el nivel del mar, (d) es la señal de la onda Kelvin, (e) es la señal de la onda Kelvin producto del uso de anomalías positivas del esfuerzo de viento, mientras que (f) es lo mismo que (e) pero para anomalías negativas de esfuerzo de viento.

Como se indicó líneas arriba, los vientos del oeste se deben proyectar en ondas Kelvin cálidas y, como se ve en la Figura 2e, estas deben desplazarse sin atenuación hacia el extremo oriental. Por otro lado, los resultados de forzar el modelo con anomalías de viento del este provocan ondas Kelvin frías de hasta doce centímetros, las que se dieron en octubre de 2014, enero y marzo de 2015. En promedio, lo que primó fueron las anomalías negativas de hasta seis centímetros al este de 120ºW. La presencia de estas ondas Kelvin frías debe estar contribuyendo a que las ondas Kelvin formadas en el Pacífico Central – Occidental no lleguen con la intensidad original y a que, en el caso de la última (tercera) onda Kelvin, esta se vea muy atenuada (Figura 2b y c). Asimismo, de haber una onda Rossby reflejada en el continente o forzada por el viento, esta debe contribuir en el incremento del nivel del mar en la zona ecuatorial. Esto amerita un estudio más profundo y, además, con mayor información observacional.

Los resultados presentados en este documento son preliminares y se basan en una interpretación utilizando las ondas largas ecuatoriales, principalmente ondas Kelvin y Rossby, en un océano ideal. Esta interpretación ayudará a "ver" parte de lo que está sucediendo en el Pacífico Ecuatorial y que no permite que el fenómeno El Niño se desarrolle completamente en el extremo oriental. Más adelante se espera continuar con otros experimentos simples que permitan interpretar parte de la dinámica del Pacífico Ecuatorial.

Referencias

Boulanger, J.-P., and C. Menkes, 1995: Propagation and reflection of long equatorial waves in the Pacific Ocean during the 1992–1993 El Niño, Journal of Geophysical Research, 100(C12), 25041–25059.

Mosquera, K., 2009: Variabilidad Intra-estacional de la Onda de Kelvin Ecuatorial en el Pacífico (2000-2007): Simulación Numérica y datos observados, Tesis para optar el grado de Magíster en Física - Mención Geofísica en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Mosquera, K., B. Dewitte y P. Lagos, 2011: Variabilidad Intra-estacional de la onda de Kelvin ecuatorial en el Pacífico (2000-2007): simulación numérica y datos observados, Magistri et Doctores, Revista de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Año 5, Nº9, julio-diciembre de 2010, p. 55.

Mosquera, K., 2014: Ondas Kelvin oceánicas y un modelo oceánico simple para su diagnóstico y pronóstico, Boletín Técnico "Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño", Vol. 1, N°1, 4-7, Instituto Geofísico del Perú.