

## Clasificación de la onda Kelvin ecuatorial según la magnitud del viento al oeste del Pacífico

Andrés Flores<sup>1</sup> y Kobi Mosquera<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Geofísico del Perú

Se sabe que la onda Kelvin cálida ecuatorial (*downwelling Kelvin wave*) es un proceso muy importante en el Pacífico, ya que su evolución hacia el este, a lo largo de la franja ecuatorial, altera la normal evolución estacional de las distintas variables, tales como el nivel medio del mar, la temperatura del mar y las corrientes zonales (ver Mosquera, 2014). Estas alteraciones se repiten a lo largo de la costa una vez que la onda alcanza el continente americano. En el caso particular del Perú, la onda Kelvin cálida incrementa la profundidad la termoclina y, en consecuencia, afecta el recurso pesquero, el cual se profundiza o migra hacia el sur. Por otro lado, si la onda Kelvin cálida arribara en la estación de verano, en donde estacionalmente la temperatura superficial del mar (TSM) es más alta, está contribuiría a incrementar aún más la TSM y alcanzar valores extremos que podrían provocar intensas precipitaciones en la región norte (Woodman, 1999). Es por este motivo que estudiar la onda Kelvin ecuatorial, su característica y física, es de suma importancia para el Perú, ya que un mejor entendimiento nos permitirá un mejor pronóstico de su impacto.

En esta ocasión se muestran los avances obtenidos para la clasificación de la onda Kelvin ecuatorial forzada por el viento. Para esto se usan las anomalías de vientos zonales, básicamente las anomalías del oeste que son las que forman las ondas Kelvin cálidas, del proyecto TAO (*Tropical Atmospheric Oceanic*: [www.pmel.noaa.gov/tao](http://www.pmel.noaa.gov/tao)) desde el 01 de enero de 1993 hasta el 31 de diciembre del 2014. En esta ocasión se tomó como zona de generación de las ondas Kelvin la región ubicada al oeste de la línea internacional de cambio de fecha ( $180^\circ$ ). Con esta consideración se procedió a calcular el promedio de la información de vientos zonales de tres boyas localizadas en  $147^\circ\text{E}$ ,  $156^\circ\text{E}$  y  $165^\circ\text{E}$ , previamente esta información fue promediada entre  $2^\circ\text{S}$  y  $2^\circ\text{N}$ . El resultado de esto es una serie de tiempo a la que luego se le sustrajo

la media mensual con el fin de obtener la variación intraestacional. Con esta nueva serie de tiempo se calcularon las fechas en las que las anomalías de viento del oeste alcanzaron valores por encima de los 3 m/s (valor referencial que será ajustado más adelante), las que sumaron 48 eventos. De este número de eventos, 4 pertenecieron a vientos superiores a 5 m/s, 10 a velocidades entre 4 y 5 m/s y 33 a vientos entre 3 y 4 m/s. En general, estas fechas son importantes, pues serán la base para obtener la evolución de las ondas Kelvin desde el momento en que se da el pulso de viento.

En esta ocasión se recuperó, a partir de cada una de las fechas obtenidas del viento intraestacional del oeste, 60 días de información de la profundidad de la isoterma de  $20^\circ\text{C}$  (termoclina) a escalas de tiempo intraestacional (entre 30 y 120 días) en la franja ecuatorial. Luego se reunieron en tres grupos basados en la intensidad de la anomalía del viento. Los elementos de cada grupo se promediaron para tener tres patrones de evolución de la profundidad de la termoclina intraestacional, que claramente es el patrón de la onda Kelvin, es decir tienen un desplazamiento hacia el este, tal como se muestra en la Figura 1. En esta se aprecia el patrón de la termoclina forzada por un viento del oeste de (a) 3 m/s, (b) 3 – 4 m/s y (c) mayor a 5 m/s. Es claro de esto que a mayor forzante de viento, mayor el alcance espacial de la onda Kelvin. En (b) el máximo de la profundidad de la termoclina se da entre la línea internacional de cambio de fecha y  $170^\circ\text{W}$ , mientras que en (c) una forzante de 5 m/s puede llegar a  $150^\circ\text{W}$  y  $140^\circ\text{W}$ . Un aspecto interesante es que, según estos resultados, las ondas Kelvin forzadas por vientos del oeste mayores a 5 m/s se harían más rápidas luego de  $170^\circ\text{W}$ , esto no se observa en los otros patrones que mantienen una misma velocidad de propagación. Asimismo, la señal de la ondas deja de ser intensa (para todos los casos) antes de  $120^\circ\text{W}$ .

# Clasificación de la onda Kelvin ecuatorial según la magnitud del viento al oeste del Pacífico

Flores A. y Mosquera K.

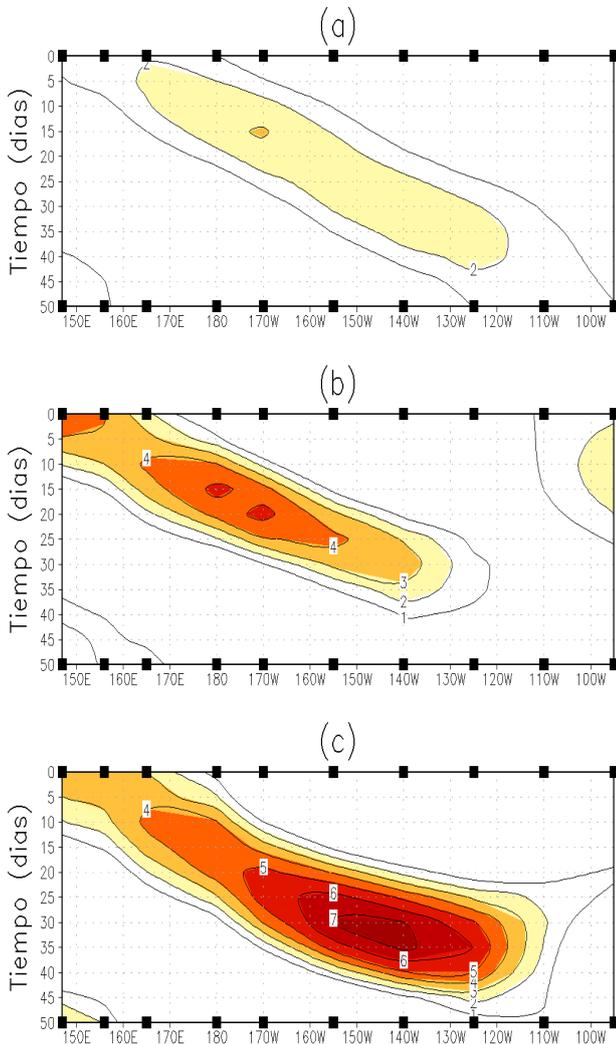


Figura 1. Promedio de los patrones de evolución de la anomalía intraestacional de la profundidad de la isoterma de 20°C (termoclina) en metros a lo largo de la franja ecuatorial relacionado a un forzante de viento intraestacional de (a) entre 3 y 4 m/s, (b) 4 y 5 m/s y (c) vientos mayores a 5 m/s. Los cuadrados a lo largo de los ejes superior e inferior indican la posición de las boyas del proyecto TAO.

Es necesario indicar que el desarrollo de la onda Kelvin a lo largo de la franja ecuatorial depende de muchos factores, como la variación zonal de la profundidad de la termoclina de oeste a este. En un estado promedio, la profundidad de la termoclina es mayor en el oeste que en el este, lo cual genera un gradiente zonal alrededor de 120°W que, como se ha visto en Mosquera-Vásquez et al. (2014), puede provocar un cambio en las características de la onda, como lo es su velocidad. Básicamente se harían más lentas luego de cruzar aquella región. Asimismo, esta pendiente de la termoclina provocaría que parte de la energía se refleje como onda Rossby, cuyo campo de velocidad zonal asociado podría influir en una advección hacia el oeste de la TSM en dicha región (Mosquera-Vásquez et al., 2013).

## Referencias

- 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"*, 1, 1, 4-7, Instituto Geofísico del Perú.
- Mosquera-Vásquez, K., B. Dewitte and S. Illig, 2014: The Central Pacific El Niño Intraseasonal Kelvin wave, *Journal of Geophysical Research*, doi: 10.1002/2014JC010044.
- Mosquera-Vásquez, K., B. Dewitte, S. Illig, K. Takahashi, and G. Garric, 2013: The 2002-03 El Niño: Equatorial waves sequence and their impact on sea surface temperature, *Journal of Geophysical Research*, doi: 10.1029/2012JC008551.
- Woodman, R. F., 1999: Modelo estadístico de pronóstico de las precipitaciones en la costa norte del Perú. *El Fenómeno El Niño. Investigación para una prognosis*, 1er. encuentro de Universidades del Pacífico Sur: Memoria, 93-108.