

Modelado de las lluvias en el verano de 2008

Bryam Orihuela y Kobi Mosquera
 Instituto Geofísico del Perú

INTRODUCCIÓN

Durante los meses de febrero y marzo de 2008 se dieron lluvias bastante intensas en la región de los Andes noroccidentales del Perú. Estas causaron la recarga de los ríos que desembocan en las ciudades de la costa norte del Perú causando gran preocupación. Lo más inusual de este evento es que se generó durante un verano, según el ICEN (Índice Costero El Niño), con condiciones neutras frente a la costa peruana y, por otro lado, un evento La Niña del Pacífico Central según el ONI (*Oceanic Niño Index*). En general, el enfriamiento del océano Pacífico de este evento era más intenso en el Pacífico central, pero hasta el mes de enero se extendía (con menos intensidad) hasta muy cerca de nuestras costas (Figura 1a). En un contexto como este, normalmente no se esperarían precipitaciones en la zona (e.g. Lavado y Espinoza, 2014). Lo que caracterizó ese evento fue que en el mes de febrero, la temperatura superficial del mar (TSM) frente a la costa norte del Perú tuvo un calentamiento anómalo (Figura 1b) que muy probablemente contribuyó a que se desencadene el evento.

En el presente artículo se mostrará el avance de un trabajo que se está llevando a cabo para entender el mecanismo físico detrás de estas lluvias. Para ello, se usará un modelo atmosférico global al cual se le prescribirán diferentes patrones de TSM. Todo esto con el propósito final de estar más informados ante la posible ocurrencia de un evento similar.

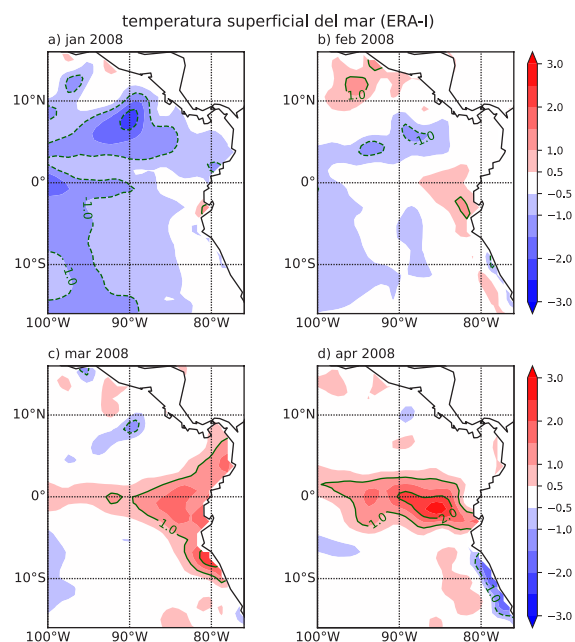


Figura 1. Datos de ERA Interim. Anomalías de la temperatura superficial del mar [°C] para (a) Enero, (b) Febrero, (c) Marzo y (d) Abril de 2008. Climatología 1988-2008.

MODELO, DATOS Y SIMULACIONES

El modelo atmosférico global a utilizar es el OpenIFS (cycle 40r1). El OpenIFS (Carver y Vana, 2017) es una versión exportable del modelo IFS (Integrated Forecast System) para su uso en instituciones académicas y de investigación. IFS fue desarrollado por el centro Europeo de Predicciones Meteorológicas a Mediano Plazo (ECMWF por sus siglas en inglés) en colaboración

con Météo-France. El OpenIFS e IFS son muy similares pero la principal diferencia es que OpenIFS no cuenta con sistema de asimilación de datos. Es importante mencionar que para representar las variables espacialmente, este modelo usa un método espectral basado en armónicos esféricos truncados en un número de onda en particular. En este caso el modelo fue corrido con un truncamiento de 'T255' que equivale aproximadamente a 80 km de resolución espacial.

Como referencia para observar, a gran escala, lo que ocurrió durante ese periodo se utilizaron los datos del reanalysis ERA Interim o ERA-I (Dee et al., 2011) que si bien no son datos puramente observados, tienen una buena aproximación de la realidad (referidos como observaciones de ahora en adelante). Esta información cuenta con el mismo método y resolución espacial del modelo (T255, que equivale a 80 km aprox.).

Se diseñaron simulaciones con el modelo OpenIFS, prescribiendo datos diarios de TSM de ERA-I. Las simulaciones cuentan con 10 miembros cada una y abarcan los meses desde noviembre hasta abril del año siguiente. Por el momento se hicieron 2 simulaciones esenciales para el trabajo y en cada una se prescribió la TSM correspondiente a:

- Simulación 1 (Exp_clim): Climatología. TSM de noviembre -> abril promedio de años 1988-2008.
- Simulación 2 (Exp_2008): Caso 2008. TSM de noviembre 2007 -> abril de 2008. Figura 1 muestra las anomalías de la TSM (solo de enero a abril) que fue prescrita.

La primera simulación (Exp_clim) es importante porque nos mostrará el comportamiento promedio del modelo durante los meses de análisis, lo cual será usado como la base para calcular eventos anómalos en las simulaciones. Y la segunda (Exp_2008) es necesaria para saber cómo fue la representación del evento en estudio por parte del modelo.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

La lluvia observada (ERA-I) se muestra en la Figura 2, en la cual se puede apreciar precipitaciones muy cerca de la costa norte del Perú, tanto en la zona marítima, como sobre tierra. Sin embargo, estas parecen estar un poco más al norte de donde realmente ocurrieron (como se mencionó previamente, los reanalysis son solo aproximaciones de la realidad), especialmente sobre tierra (recordar que las lluvias fueron intensas en los andes noroccidentales del Perú).

Analizando con más detalle estos datos, se puede observar que, en general, la distribución espacial de lluvia tiene una relación directa con las zonas de anomalías positivas de TSM (Figura 1). Sin embargo,

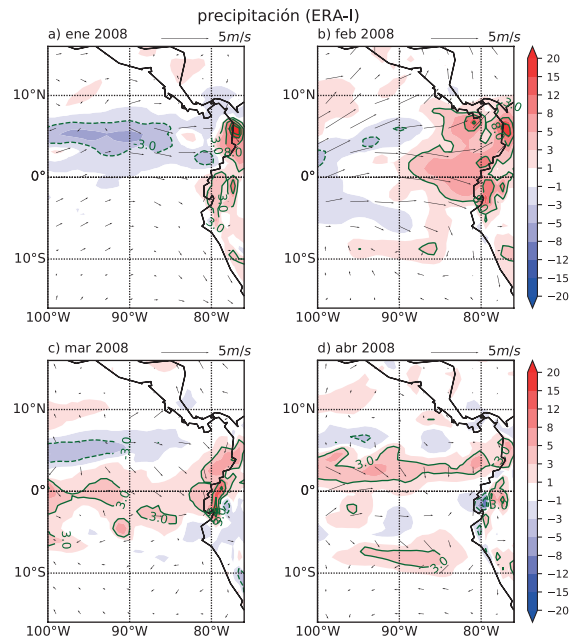


Figura 2. Datos de ERA Interim. Anomalías de precipitación [mm/día] y de viento a 10 metros (vectores) para (a) Enero, (b) Febrero, (c) Marzo y (d) Abril de 2008. Climatología 1988-2008.

frente al norte de Perú y Ecuador, en febrero (mes en el que comienzan el calentamiento anómalo del mar) la anomalía de TSM (Figura 1b), a pesar de no ser muy alta (alrededor de 0.5°C), se asocia con anomalías positivas de lluvia (Figura 2b) considerablemente altas (5-8 mm/día), lo que sugiere que podría haber alguna contribución adicional (por investigar), además de la inestabilidad debido a la convección por calentamiento de la tropósfera baja. En marzo las anomalías de TSM (Figura 1c) se intensifican, pero la lluvia (Figura 2c) no lo hace. Además, tienen una distribución espacial más zonal; es decir, el calentamiento del mar ya no está confinado solo a la zona marítima frente a la costa y la lluvia sigue el mismo comportamiento espacial. Algo similar ocurre en abril pero los valores de precipitación específicamente frente a la costa norte son cercanas a las climatológicas (Figura 2d). Otro aspecto resaltante es la presencia de anomalías del viento en superficie del oeste y noroeste durante los meses con más lluvia (Figura 2b y 2c), siendo más intensos en febrero. Estos cambios de viento son las principales fuentes del transporte de humedad hacia la zona terrestre, que además indican convergencia hacia las zonas lluviosas.

La respuesta a esta TSM anómala, en el modelo OpenIFS, se presenta en la Figura 3. Al observarla, es claro que durante los meses febrero y marzo (Figura 3b y 3c) la precipitación frente la costa norte del Perú presenta incrementos anómalos importantes, teniendo en marzo una distribución más zonal (debido al comportamiento similar de la TSM visto previamente) y no presenta valores altos sobre el continente en ambos meses, tal como ocurre en las observaciones (Figura 2b y 2c). Al parecer, la principal razón por la que las precipitaciones se mantienen hasta marzo es la máxima de valores

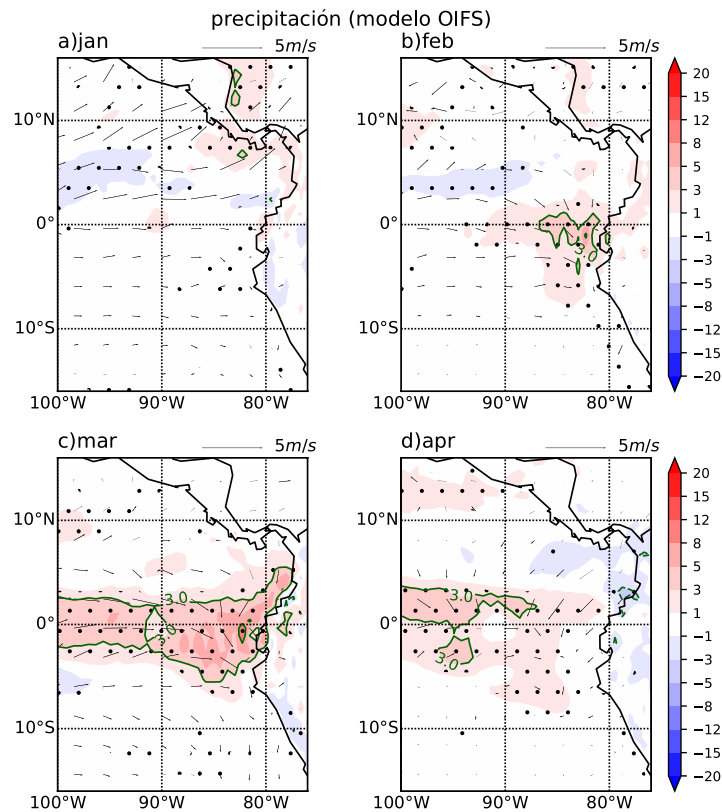


Figura 3. Exp_2008 – Exp_clim (Modelo OpenIFS). Anomalías de precipitación [mm/día] y de viento a 10 metros (vectores) para las simulaciones con la TSM prescrita de (a) Enero, (b) Febrero, (c) Marzo y (d) Abril (mostrado en la fig. 1). Áreas punteadas determinan zonas donde las diferencias son estadísticamente diferentes (test t-student) al 95%.

de TSM durante este mes. En marzo, la TSM obtiene su valor más alto del año en esta zona (alrededor de 26.5°C). Así, anomalías positivas sobre esta generan un incremento de la lluvia mucho más rápido que con valores más bajos debido a la naturaleza no lineal de esta relación (e.g. Jauregui y Takahashi, 2017). Sin embargo, lo más resaltante de esta simulación es que el modelo logró simular lluvia anómala en febrero, a pesar de que las anomalías de TSM no fueron muy altas. Hacia el mes de abril, las anomalías de precipitación (Figura 3d) disminuyen al igual que en las observaciones (Figura 2d). Por otro lado, el modelo también logra representar las anomalías de viento del oeste y noroeste en febrero y marzo (Figura 3b y 3c.); sin embargo, no son tan intensas en febrero como se ve en las observaciones (Figura 2b). Esta podría ser una de las causas por las que el modelo no representa lluvias fuertes sobre el continente y estas solo quedan confinadas sobre el mar.

La continuación de este trabajo será publicado en una edición posterior de este boletín.

AGRADECIMIENTOS

El autor agradece la asistencia con la parte computacional del modelo a Carlos Enciso (IGP) y Glenn Carver (ECMWF).

REFERENCIAS

- Carver, G., and F. Vana. 2017. Openifs home. ECMWF. URL: <https://software.ecmwf.int/wiki/display/OIFS/OpenIFS+Home>.
- Dee, D., and Coauthors. 2011. The ERA-interim reanalysis: Configuration and performance of the data assimilation system. Quarterly Journal of the royal meteorological society, 137 (656), 553597.
- Jauregui, Y.R. and K. Takahashi. 2017. Simple physical-empirical model of the precipitation distribution based on a tropical sea surface temperature threshold and the effects of climate change. Climate Dynamics.
- Lavado-Casimiro, W., and J. C. Espinoza. 2014. Impacts of El Niño and La Niña in the precipitation over Perú (1965-2007). Revista Brasileira de meteorología, 29 (2), 171-182.