

**PP 068 "Reducción de la Vulnerabilidad y Atención de Emergencia por Desastres" Producto:  
"Entidades informadas en forma permanente y con pronóstico de la ocurrencia del  
Fenómeno El Niño"**

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

**Instituto Geofísico del Perú**

**INFORME TÉCNICO N° PpR/El Niño-IGP/2015-11  
04/12/2015**

**Advertencia:** El presente informe sirve como insumo para el Comité Multisectorial para el Estudio Nacional del Fenómeno El Niño (ENFEN). El pronunciamiento colegiado del ENFEN es la información oficial definitiva. La presente información podrá ser utilizada bajo su propia responsabilidad.

## **Resumen**

Según el valor del Índice Costero El Niño (ICEN) para el mes de octubre, las condiciones climáticas de la costa peruana fueron cálidas fuertes (2.23°C), manteniéndose la presencia de El Niño Costero de magnitud Fuerte. Los valores temporales del ICEN, 1 y 2, indican para los meses de noviembre y diciembre también condición Cálida Fuerte. El pronóstico de la temperatura superficial del mar de los modelos numéricos internacionales para la región del Pacífico oriental, con condiciones iniciales del mes de noviembre, indican en promedio que los estados climáticos se ubicarían en el rango de fuertes para los meses de diciembre y enero. Estos mismos resultados numéricos predicen que para el Pacífico central las condiciones serían Cálidas Muy Fuertes para esos meses.

La onda Kelvin que se formó en la segunda quincena de setiembre, y que se fortaleció en su evolución hacia el extremo oriental, ha profundizado la termoclina en el extremo oriental (95°W) en los últimos días de noviembre. No se observan ondas Kelvin cálidas desarrolladas en camino hacia el Pacífico Oriental, ni pulsos relevantes de viento del oeste que indiquen una futura formación de ondas cálidas.

## **Introducción**

Empezando el año 2014, en el marco del programa presupuestal 068 "Reducción de la Vulnerabilidad y Atención de Emergencia por Desastres", algunas instituciones que conforman el Comité Multisectorial para el Estudio del Fenómeno El Niño (ENFEN), bajo la coordinación del IMARPE, participan en el producto "Entidades informadas en forma permanente y con pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño", en el cual el IGP contribuye con la actividad denominada "Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño". El presente informe técnico es generado en el marco de esta actividad, el cual es entregado al IMARPE, como coordinador del producto, para ser utilizado como insumo en la evaluación periódica que realiza el ENFEN. El informe técnico generado posteriormente por el ENFEN será la información oficial sobre el monitoreo y pronóstico del Fenómeno El Niño y asociados en el Perú.

## Índice Costero El Niño

Utilizando los datos de Temperatura Superficial del Mar (TSM) promediados sobre la región Niño1+2, actualizados hasta el mes de noviembre de 2015 del producto ERSST v3b generados por el *Climate Prediction Center (CPC)* de la *National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA, EEUU)*, se ha calculado el Índice Costero El Niño (ICEN; ENFEN 2012) hasta el mes de octubre de 2015. Los valores se muestran en la Tabla 1.

| Año  | Mes       | ICEN (°C)   | Condiciones costeras del Mes |
|------|-----------|-------------|------------------------------|
| 2015 | Julio     | <b>2.15</b> | Cálida Fuerte                |
| 2015 | Agosto    | <b>2.15</b> | Cálida Fuerte                |
| 2015 | Setiembre | <b>2.07</b> | Cálida Fuerte                |
| 2015 | Octubre   | <b>2.23</b> | Cálida Fuerte                |

Tabla 1. Valores recientes del ICEN.  
(Descarga: <http://www.met.igp.gob.pe/datos/icen.txt>)

Según el valor del ICEN para el mes de octubre, se establece que continúa la presencia de El Niño costero de magnitud fuerte, el cual se inició en abril de este año

Para los meses más recientes se generan versiones preliminares y temporales de este índice (ICENTmp) combinando ERSST con otras fuentes. Estos valores sirven como una referencia.

| Año  | Mes       | ICENTmp | Condiciones costeras del mes | Fuente                                |
|------|-----------|---------|------------------------------|---------------------------------------|
| 2015 | Noviembre | 2.12    | Cálida Fuerte                | 2015/10-11: ERSST; 2015/12: NMME      |
| 2015 | Diciembre | 1.96    | Cálida Fuerte                | 2015/11: ERSTT; 2015/12-2016/01: NMME |

Tabla 2. Estimados preliminares del ICEN (ICENTmp)

Según estos valores del ICENTmp, se estima que en noviembre y diciembre de 2015 las condiciones sean CÁLIDAS FUERTES. El ICENTmp de noviembre será confirmado cuando se disponga del valor de ERSST para el mes de diciembre de 2015.

## **Diagnóstico del Pacífico Ecuatorial**

Para el mes de noviembre el Pacífico Ecuatorial refleja el desarrollo del fenómeno El Niño 2015. En este mes, el Pacífico central ecuatorial continúa mostrando un acoplamiento del océano y atmósfera de gran escala pero con menor intensidad. Las ATSM en Niño 3.4 son superiores a las de 1997 (ver Figura 5b). En la región Niño 1+2 la ATSM está bastante por debajo de lo observado en 1997 y 1982, pero es levemente superior a las condiciones de 1972 (ver Figura 5a). Las anomalías de viento del oeste en el Pacífico central (160°E-160°W; 5°S-5°N) descendieron y el promedio es inferior a los de los años 82 y 97 (Figura 2). Finalmente, la convección en el Pacífico central-oriental sigue activa pero, a pesar que se incrementó en la última semana de noviembre, no alcanza los valores de 1992 y 1997. La termoclina en el Pacífico oriental (110°W, 95°W), a pesar de estar más profunda de lo normal como consecuencia de la menor inclinación de la termoclina ecuatorial, no se asemeja a la observada en los años 1982 y 1997 (ver Figura 4). Posiblemente esto esté relacionado a que la anomalía de vientos del sudeste (SE) ha estado, en promedio, durante el año más fuerte que en 1982 y 1997, probablemente por la fase decadal fría en esta región (ver Figura 6). Hay que indicar que durante el mes de noviembre la profundidad promedio de la termoclina ecuatorial mostró una rápida disminución que llegó hasta aproximadamente su valor climatológico, esto podría interpretarse como el inicio de la fase de descarga que marca el final de un evento El Niño, lo cual se da normalmente antes de alcanzar su pico máximo, típicamente en el mes de diciembre.

## **Pronóstico a corto plazo con modelo de ondas y observaciones**

En el presente mes, los productos de ARGO (Figura 11c), JASON-2 (Figura 11d) y del modelo lineal (Figura 11e) muestran que, la onda Kelvin cálida que se formó debido a anomalías de viento del oeste que se dieron a fines de setiembre e inicios de octubre, ha profundizado la termoclina en el extremo oriental (95°W) hasta alcanzar un valor máximo de 50m por encima de lo normal a fines de noviembre, aunque la anomalía mensual, en promedio, sería de +40 metros (Figura 4). A la fecha, no se observa la presencia de ondas Kelvin cálidas en el Pacífico ecuatorial sustanciales que se estén desplazando hacia el Este. Asimismo, no se han desarrollado pulsos de viento hacia el oeste en el Pacífico ecuatorial que puedan generar ondas Kelvin cálidas. En su lugar, hay una aparente onda Kelvin fría acercándose del Pacífico occidental que podría contrarrestar el efecto cálido de los vientos del oeste.

## **Pronóstico estacional con modelos climáticos**

Para el verano 2015-2016, los pronósticos de la anomalía de TSM en el Pacífico oriental (Niño 1+2, ICEN) 2 de 8 modelos indican condiciones fuertes y 6 de 8 modelos condiciones moderadas. (Ver Tabla 3 y Figura 13). Para el caso particular del modelo de ECMWF, este presenta un mayor rango que los otros modelos, indicando condiciones desde extraordinarias hasta frías en sus miembros (Figura 14). Por otro lado, en el Pacífico central (Niño 3.4) los modelos indican que las condiciones estarán en promedio en el rango de “cálida muy fuerte” para los meses de enero y febrero, (ver Figura 15); las condiciones para los trimestre Diciembre-Enero-Febrero y Marzo-Abril-Mayo 2016 serían muy fuerte y fuerte respectivamente (Ver figuras 16 y 17).

| Modelo     | OND  | NDE  | DEF  | EFM  | FMA  | MAM  | AMJ  |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|
| CFS2       | 1.80 | 1.40 | 1.31 | 1.21 | 1.20 | 1.34 | 1.53 |
| CMC1       | 1.88 | 1.60 | 1.38 | 1.16 | 0.95 | 0.73 | 0.46 |
| CMC2       | 2.01 | 1.92 | 1.85 | 1.77 | 1.72 | 1.84 | 1.90 |
| GFDL       | 2.18 | 2.12 | 1.91 | 1.50 | 1.17 | 1.06 | 0.87 |
| NASA       | 2.26 | 2.22 | 2.04 | 1.80 | 1.64 | 1.55 | 1.35 |
| GFDL_FLOR  | 1.97 | 1.76 | 1.61 | 1.36 | 1.21 | 1.12 | 0.81 |
| NCAR_CCSM4 | 1.73 | 1.53 | 1.44 | 1.06 | 0.60 | 0.21 | 0.02 |
| NMME       | 1.98 | 1.79 | 1.65 | 1.41 | 1.21 | 1.12 | 0.99 |
| ECMWF      |      |      | 1.50 | 1.30 | 1.20 | 0.80 |      |
| ICENtmp    | 1.90 |      |      |      |      |      |      |

Tabla 3. Pronósticos del ICEN con diferentes modelos climáticos con condiciones iniciales de noviembre de 2015

| Modelo      | Magnitud |
|-------------|----------|
| CFS2        | Moderado |
| CMC1        | Moderado |
| CMC2        | Moderado |
| GFDL        | Moderado |
| NASA        | Fuerte   |
| GFDL_FLOR   | Moderado |
| NCAR_CCSM4  | Moderado |
| NMME (prom) | Moderado |
| ECMWF       |          |
| OBSERVADO   | Fuerte   |

Tabla 4. Pronósticos de magnitud de El Niño costero para el verano (diciembre 2015 –marzo 2016) según los modelos climáticos con condiciones iniciales de noviembre de 2015.

### Conclusiones:

1. El **ICEN para octubre** de 2015 fue de 2.23 (**Cálida fuerte**). Asimismo, el **ICENtmp para noviembre y diciembre de 2015** es de 2.12 y 1.96 respectivamente, correspondiente a condiciones **cálidas fuertes**.
2. La onda Kelvin cálida; la cual se formó debido a pulsos de vientos del oeste en la segunda quincena de setiembre y que se fortaleció, en su evolución hacia el extremo oriental, en el mes de octubre; ha profundizado la termoclina en el extremo oriental (95°W) hasta alcanzar un valor máximo de 50 m por encima de lo normal a fines de noviembre, pero su valor mensual sería de 40 metros. La evolución de la anomalía de la termoclina en dicha zona y en el mes de noviembre fue similar a la del año 2002. En 1997 y 1982, la anomalía de la profundidad de la termoclina fue de aproximadamente 70 metros.
3. A la fecha, no se observa la presencia de ondas Kelvin cálidas en el Pacífico ecuatorial relevantes que se estén desplazando hacia el Este. Asimismo, no se han desarrollado pulsos de viento hacia el oeste en el Pacífico ecuatorial que puedan generar ondas Kelvin cálidas. En su lugar, hay una aparente onda Kelvin fría acercándose del Pacífico occidental que podría contrarrestar el efecto cálido de los vientos del oeste.
4. Para el Pacífico oriental (Niño 1+2), la mayoría de modelos (4 de 7) inicializados en noviembre indican que El Niño costero en marcha mantendría una magnitud fuerte (3 de 7 indica moderado) para el mes de diciembre. Según los datos observados el pico habría sido en octubre. Para el verano 2015-2016, todos los modelos predicen menores anomalías de TSM (condiciones moderadas 6 de 8 modelos y condición fuerte 2 de 8 modelos). El modelo NCAR\_CCSM4 indica fin del evento en el mes de marzo.
5. Para el Pacífico central (Niño 3.4), todos los modelos que han sido considerados, y que fueron inicializados en noviembre, indican que El Niño alcanzaría una magnitud muy fuerte hasta fines de 2015 para luego decaer a lo largo de los primeros meses de 2016.
6. Las ATSM en Niño 3.4 son superiores a las de 1997. En Niño 1+2 la ATSM se mantiene alrededor de 2°C, por debajo del valor de 1997 y 1982, pero por encima del año 1972. En la región Niño 4 la anomalía ha alcanzado 2°C, valor muy superior al de 1997 y 1982.
7. Las anomalías de viento del oeste en el Pacífico central (160°E-160°W; 5°S-5°N) se debilitaron en noviembre, continuando positivas pero sustancialmente por debajo de los años 82 y 97.
8. La convección en el Pacífico central-oriental sigue activa y, si bien en el mes de noviembre tuvo un incremento, aún se encuentra sustancialmente más débil que en 1982 y 1997.
9. La termoclina en el Pacífico oriental (125W, 110W, 95W) continúa anómalamente profunda, pero no es comparable con la que ocurrió en 1982 o 1997. Además, la inclinación de la termoclina hacia el este es sustancialmente menor que en 1997 (no hay dato para 1982). Al parecer habría alcanzado su máxima inclinación en el mes de noviembre, como consecuencia del paso de la onda Kelvin cálida. Asimismo, la profundidad promedio de la termoclina en el Pacífico ecuatorial en el mes de noviembre mostró una rápida disminución hacia su profundidad climatológica.
10. Los vientos alisios del sur-este se reforzaron en noviembre, presentándose sustancialmente más fuertes que en 1982 y 1997 (aparentemente por la fase decadal fría en esta región).

## Referencias

- Aparco J., K. Mosquera y K. Takahashi, 2014: Flotadores Argo para el cálculo de la anomalía de la profundidad de la termoclina ecuatorial (Aplicación Operacional), Boletín Técnico "Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño", Instituto Geofísico del Perú, Mayo, 1, 5.
- Barnston, A., Tippett, M., L'Heureux, M., Li, S., DeWitt, D., 2012: Skill of Real-Time Seasonal ENSO Model Predictions during 2002-11: Is Our Capability Increasing? *Bull. Amer. Met. Soc.*, 93, 5, 631-351.
- ENFEN 2012: Definición operacional de los eventos "El Niño" y "La Niña" y sus magnitudes en la costa del Peru. *Nota Técnica ENFEN*.
- Lagos, P., Silva, Y., Nickl, E. y Mosquera, K., 2008: El Niño – related precipitation variability in Perú, *Advances in Geosciences*, 14, 231-237.
- Lavado, W. y Espinoza, J. C., 2014: Entendiendo los impactos de diferentes tipos de El Niño y La Niña en las lluvias del Perú, Boletín Técnico "Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño", Instituto Geofísico del Perú, Marzo, 1, 3, 4-7.
- Machuca, R., 2014. Cálculo de daños económicos potenciales en viviendas por inundaciones durante la ocurrencia del fenómeno El Niño: caso norte peruano. Tesis para optar el título profesional de Economía. Universidad Nacional del Callao.
- Machuca, R., Takahashi, K., y Martínez, A. G., 2014: Impactos económicos de El Niño costero en el sector vivienda a causa de inundaciones en la costa norte del Perú, Boletín Técnico "Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño", Instituto Geofísico del Perú, Diciembre, 1, 12, 4-8.
- McPhaden, M. J., 2012: A 21st Century Shift in the Relationship between ENSO SST and Warm Water Volume Anomalies. *Geophys. Res. Lett.*, 39, L09706, doi:10.1029/2012GL051826.
- 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. 2014: Ondas Kelvin oceánicas y un modelo oceánico simple para su diagnóstico y pronóstico, Boletín mensual "Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño", Vol. 1, No1, enero.
- Mosquera, K., D. Pareja y K. Takahashi, 2014: Altimetría Satelital para el monitoreo de la onda Kelvin ecuatorial en el Océano Pacífico, Boletín Técnico "Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño", Instituto Geofísico del Perú, Abril, 1, 4.
- 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*, 5, 9, p.

55.

- Mosquera, K., D. Pareja y K. Takahashi, 2014: Altimetría Satelital para el monitoreo de la onda Kelvin ecuatorial en el Océano Pacífico, Boletín Técnico "Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño", Instituto Geofísico del Perú, Abril, 1, 4.
- Reupo, J., 2011: Evaluación y desarrollo de metodologías para el pronóstico estacional de anomalías de la temperatura en el mar peruano asociadas al Fenómeno El Niño y otros. *Compendio de trabajos de investigación realizado por estudiantes*. Vol. 12. Instituto Geofísico del Perú.
- Reupo, J. y Takahashi, K., 2014: Validación de pronósticos con modelos globales: Correlaciones de TSM (1982-2010), Boletín Técnico "Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño", Instituto Geofísico del Perú, Enero, 1, 1, 8-9.
- Takahashi, K., 2014: Variedades de El Niño, Boletín Técnico "Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño", Instituto Geofísico del Perú, Febrero, 1, 2, 4-7.
- Takahashi, K., K. Mosquera, D. Pareja, J. Reupo y J. Aparco, 2014: Monitoreo del Pacífico ecuatorial, Boletín Técnico "Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño", Instituto Geofísico del Perú, Marzo, 1, 3, 8-10.
- Takahashi, K., y Dewitte, B., Strong and moderate nonlinear El Niño regimes, *Climate Dynamics*, doi:10.1007/s00382-015-2665-3

Nota: Los Boletines Técnicos del IGP citados se pueden encontrar en:  
<http://www.met.igp.gob.pe/elniño/>

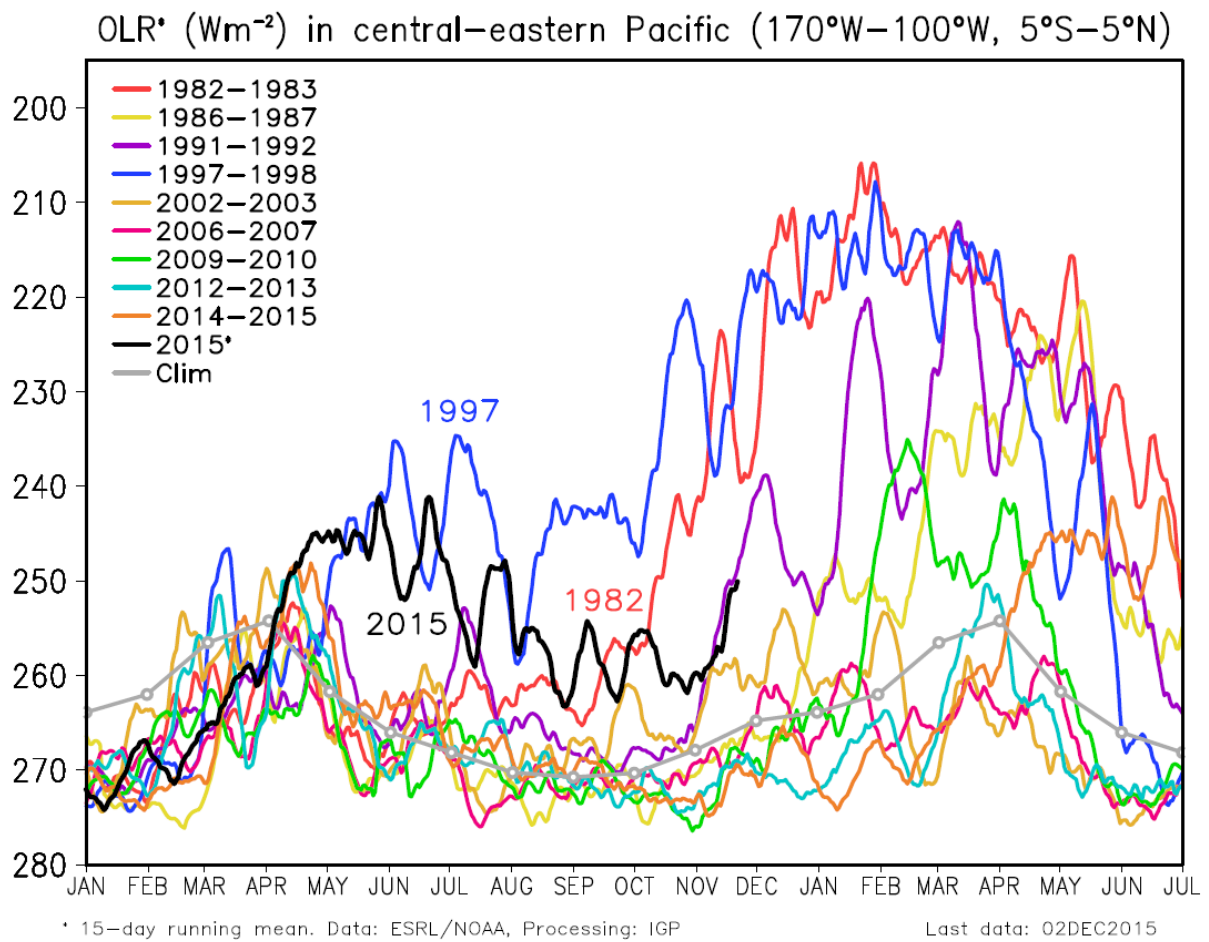
## **Equipo**

Ken Takahashi, Ph.D. (responsable)  
Kobi Mosquera, Dr.  
Jorge Reupo, Bach.  
Berlín Segura, Lic.

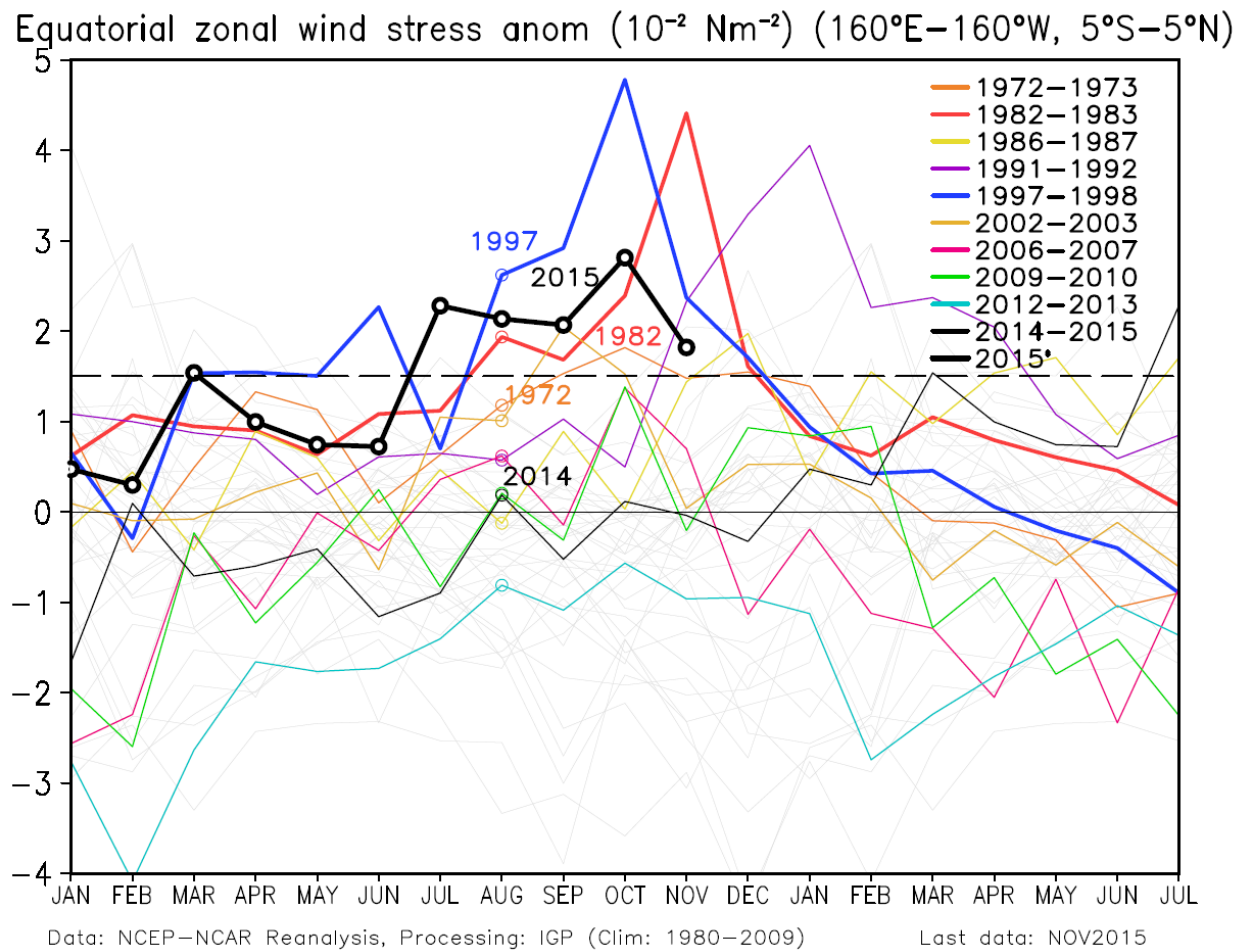
## **Agradecimientos**

A la Dra. Emily Becker (NOAA) y al Dr. Ben Kirtman (RSMAS) por su apoyo con los datos del proyecto NMME, a la Dra. Michelle L'Heureux (NOAA CPC) por su apoyo con los datos de Niño 1+2 para el cálculo del ICEN.

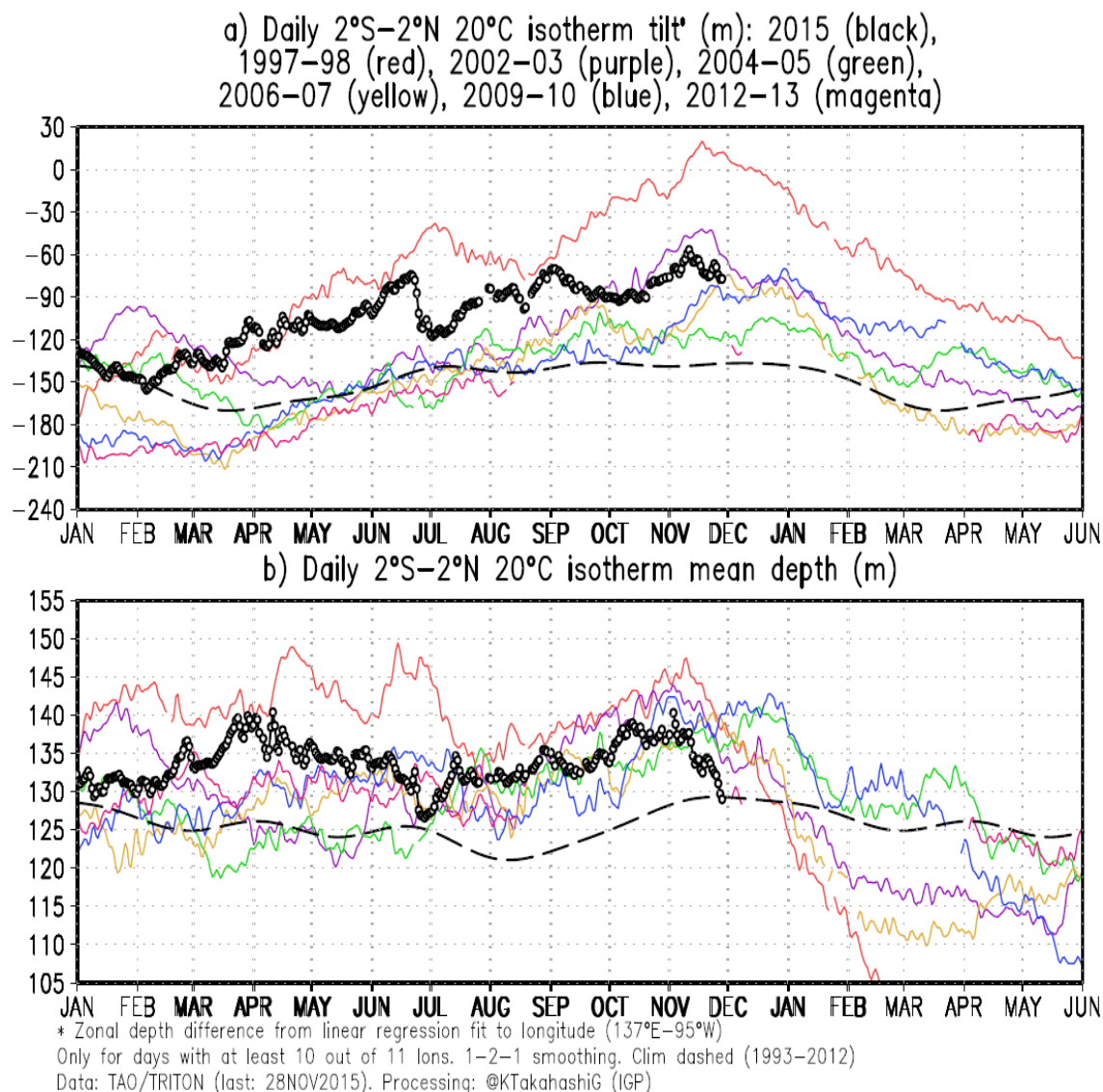
## Figuras



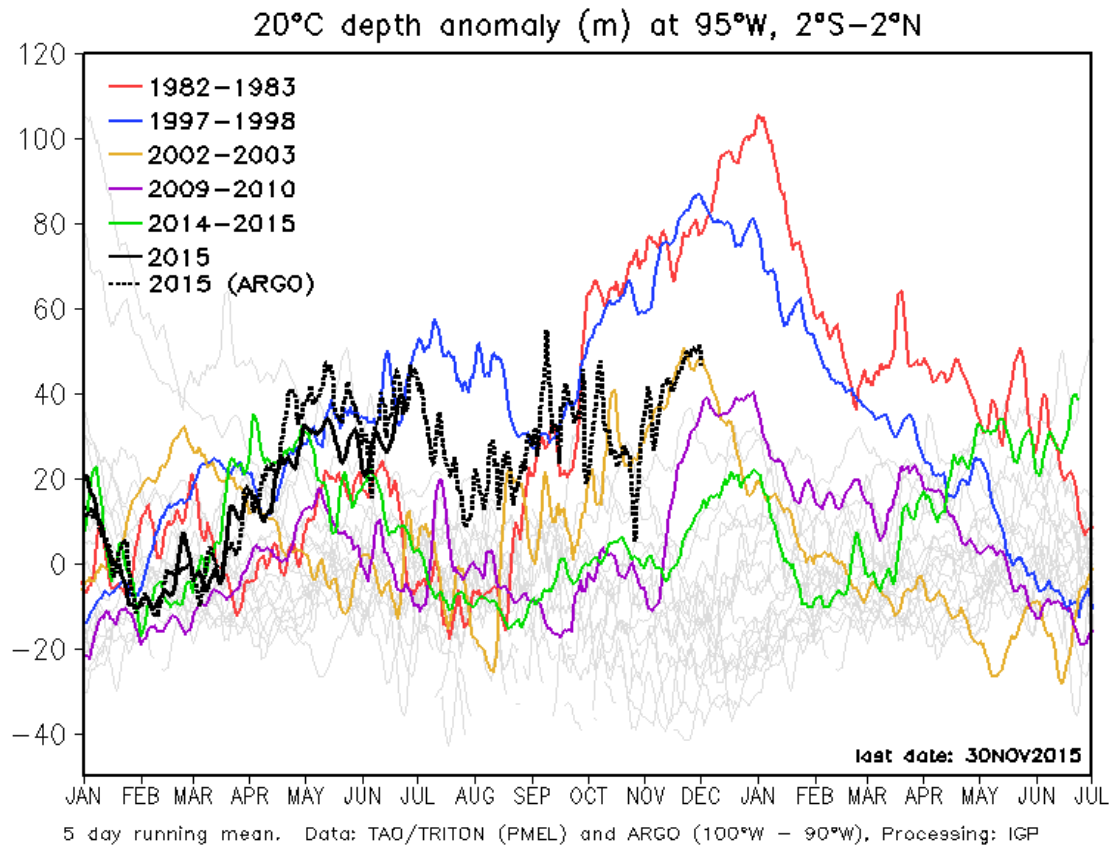
**Figura 1.** Actividad convectiva en el Pacífico Central Oriental ( $170^{\circ}$ – $100^{\circ}\text{W}$  y  $5^{\circ}\text{S}$ – $5^{\circ}\text{N}$ ) en base a la información de OLR (Outgoing Longwave Radiation). Elaboración: IGP



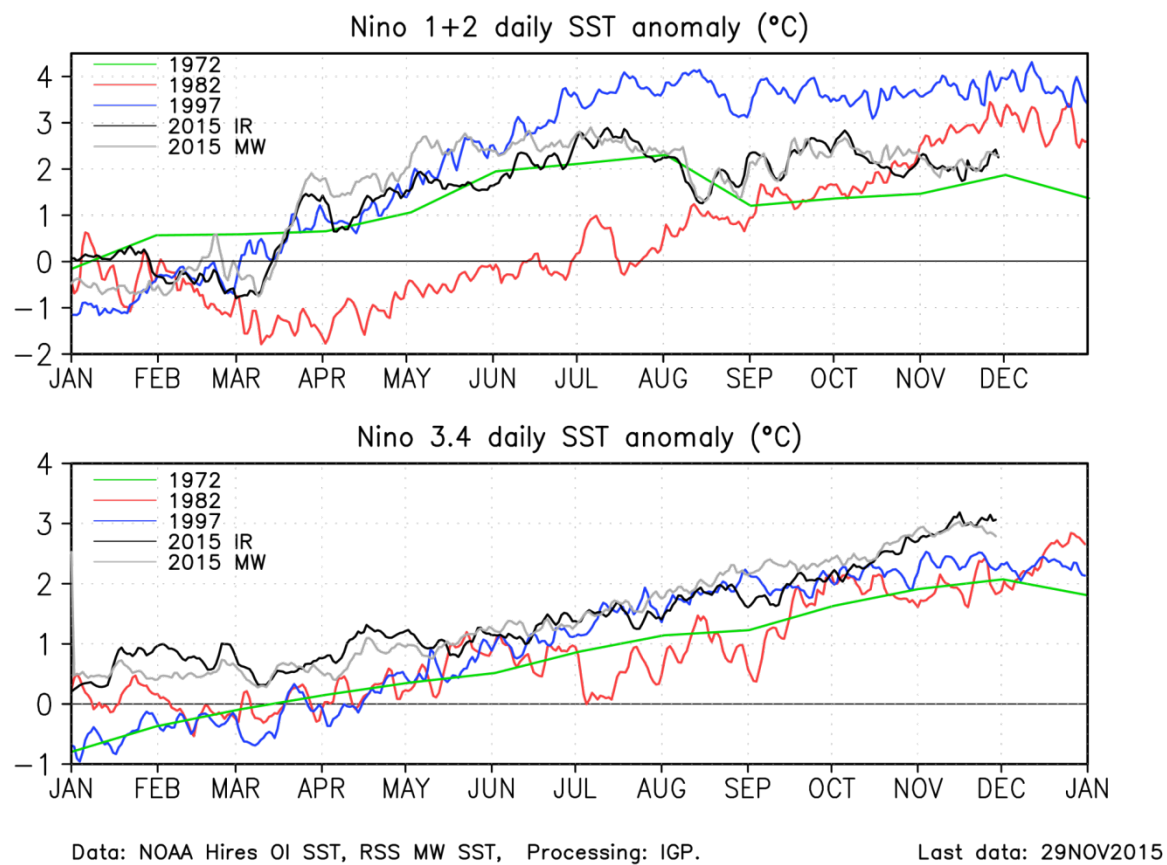
**Figura 2.** Promedio de la anomalía del esfuerzo de viento zonal en el Pacífico Ecuatorial ( $160^{\circ}\text{E}-160^{\circ}\text{W}$  y  $5^{\circ}\text{S}-5^{\circ}\text{N}$ ) obtenido de los datos del reanálisis de NCEP-NCAR. Elaboración: IGP



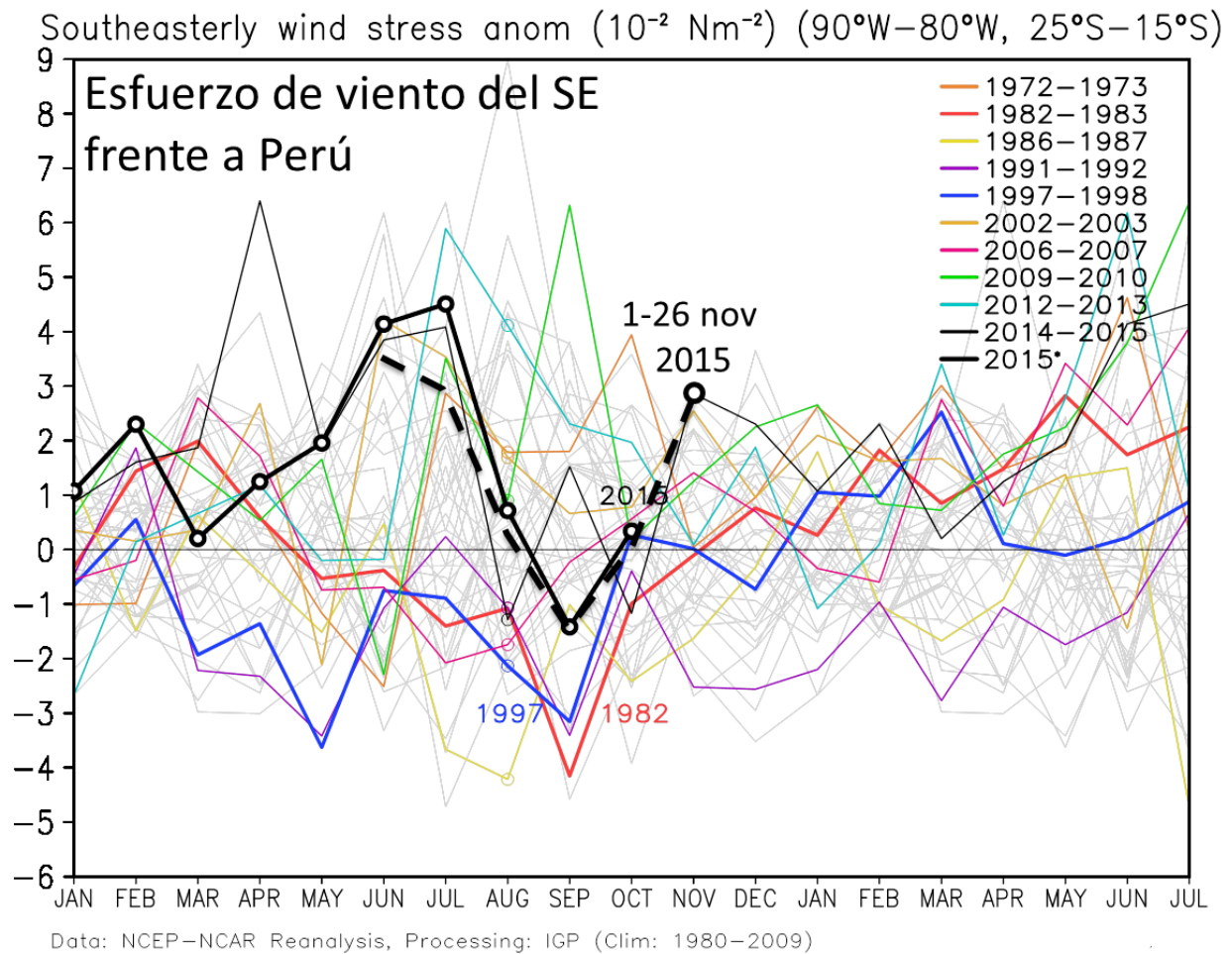
**Figura 3 a)** Inclinación de la termoclina en el Pacífico ecuatorial basado en los datos de las boyas TAO entre 2°N y 2°S. **b)** Contenido de calor en la región ecuatorial basado en los datos de las boyas TAO entre 2°N y 2°S. Elaboración: IGP



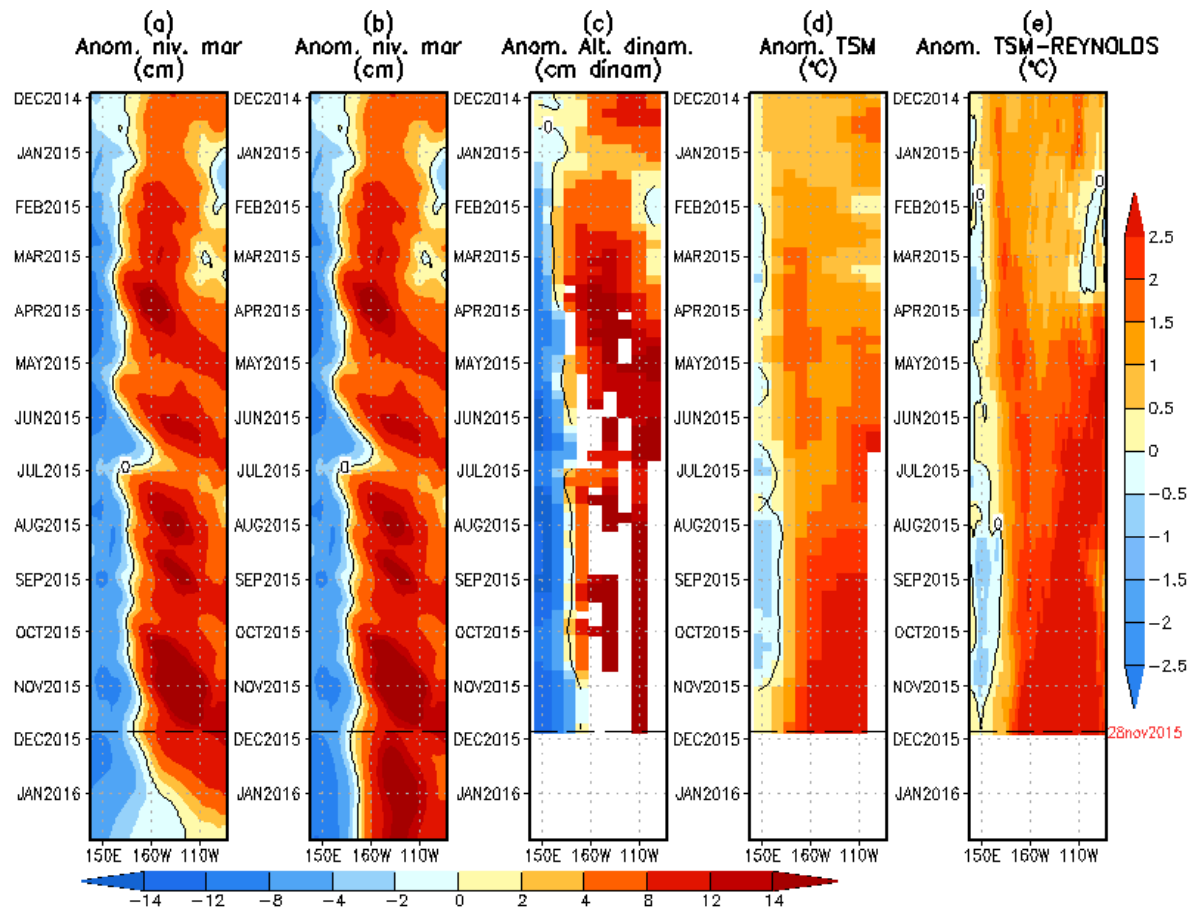
**Figura 4.** Anomalia de la profundidad de la isoterma de 20°C en la zona de 95°W en base a: i) la información de las boyas de TAO en 95°W y entre 2°S y 2°N; y ii) los flotadores de ARGO entre 100°-90°W y 2°S-2°N. Elaboración: IGP



**Figura 5.** Anomalía de la TSM (Infra rojo y microondas) comparada con las anomalías de TSM de los años 1982 y 1983, la imagen superior es para la región Niño 1+2 y la imagen inferior la para la región Niño 3.4. Elaboración: IGP



**Figura 6.** Anomalías del esfuerzo de viento en la región  $90^{\circ}\text{W}-80^{\circ}\text{W}$ ,  $25^{\circ}\text{S}-15^{\circ}\text{N}$ . Las líneas punteadas son datos diarios. Elaboración IGP



**Figura 7.** Anomalías (a y b) del nivel medio del mar simulado con LOM1 (termoclina uniforme), (c) de la altura dinámica (TAO), (d y e) de la temperatura superficial del mar observada de TAO y Reynolds, respectivamente, en la región ecuatorial (2°S y 2°N). En (a) y (b) la línea cortada en color negro, indica el momento en que el modelo empieza a utilizar el esfuerzo de viento igual a cero (LOM1a) y persistida (LOM1b), respectivamente, para la predicción (ver fecha en color rojo a la derecha). La escala de (a), (b) y (c) se ubica abajo en forma horizontal, mientras que la escala de (d) y (e) está a la derecha (Fuente: IGP, ASCAT, climatología: 2008-2013).

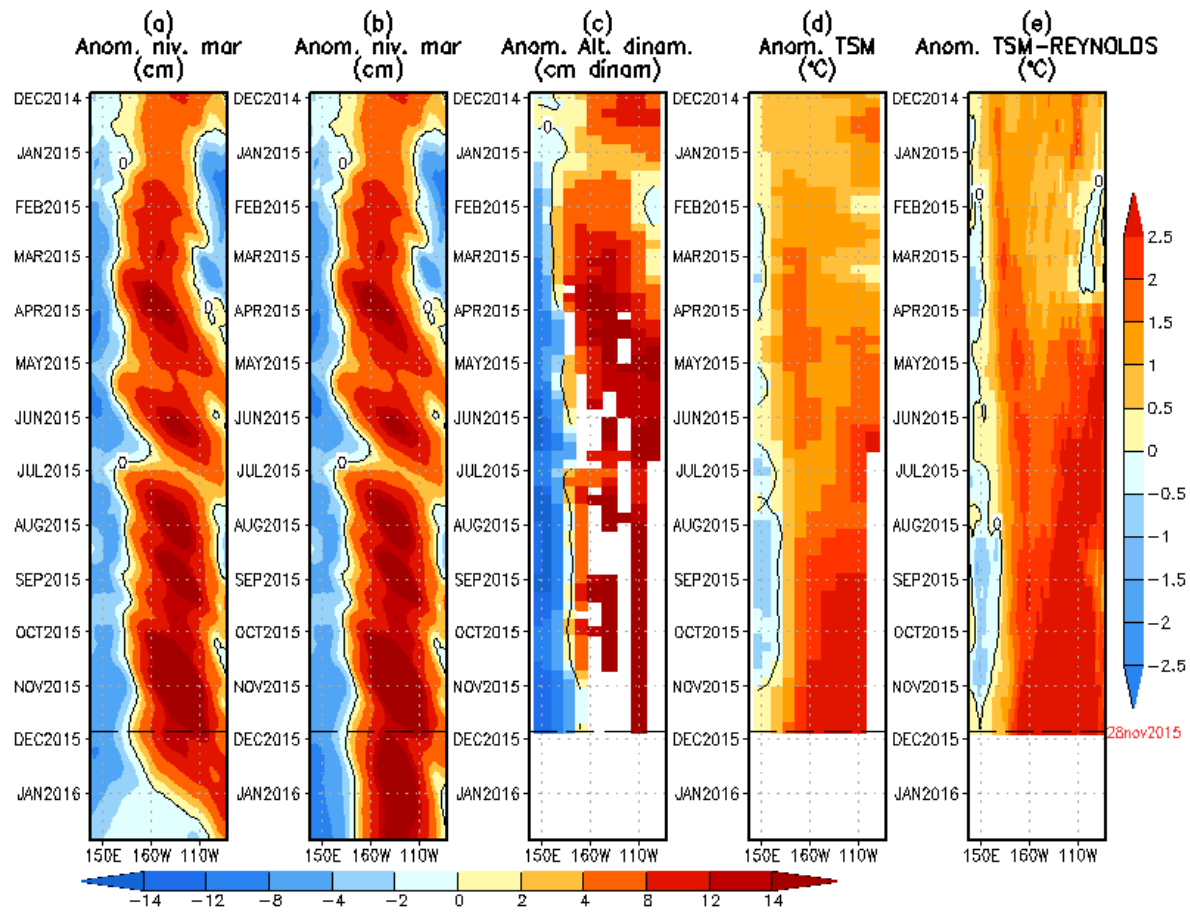
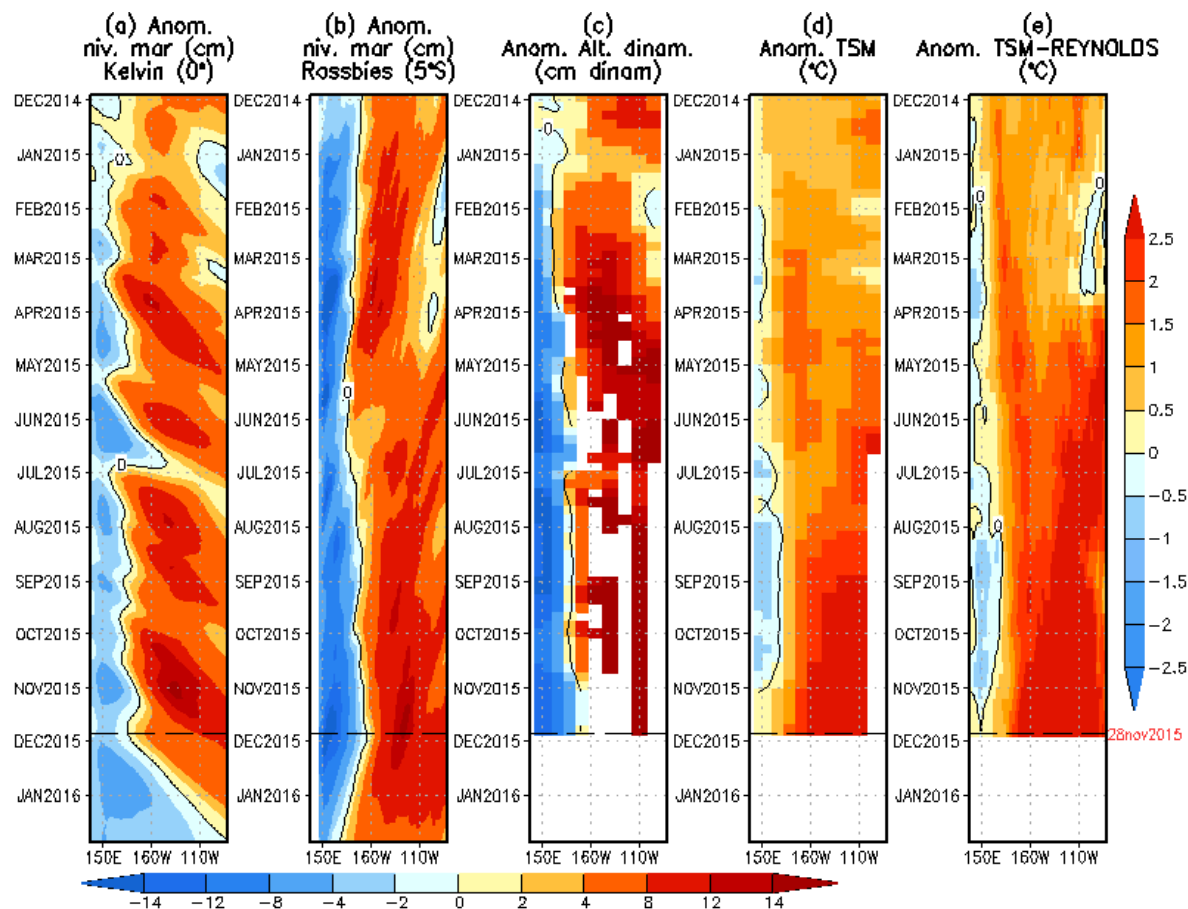


Figura 8. Similar a la Fig. 7 pero para LOM2 (termoclina variable).



**Figura 9.** (a) Contribución de la Onda Kelvin al nivel del mar y (b) Contribución de la onda Rossby al nivel del mar en 5°N obtenida de LOM1a. (c) anomalía de la altura dinámica (TAO), (d y e) anomalía de la temperatura superficial del mar observada de TAO y Reynolds, respectivamente en la región ecuatorial (Fuente: IGP, ASCAT, climatología: 2008-2013).

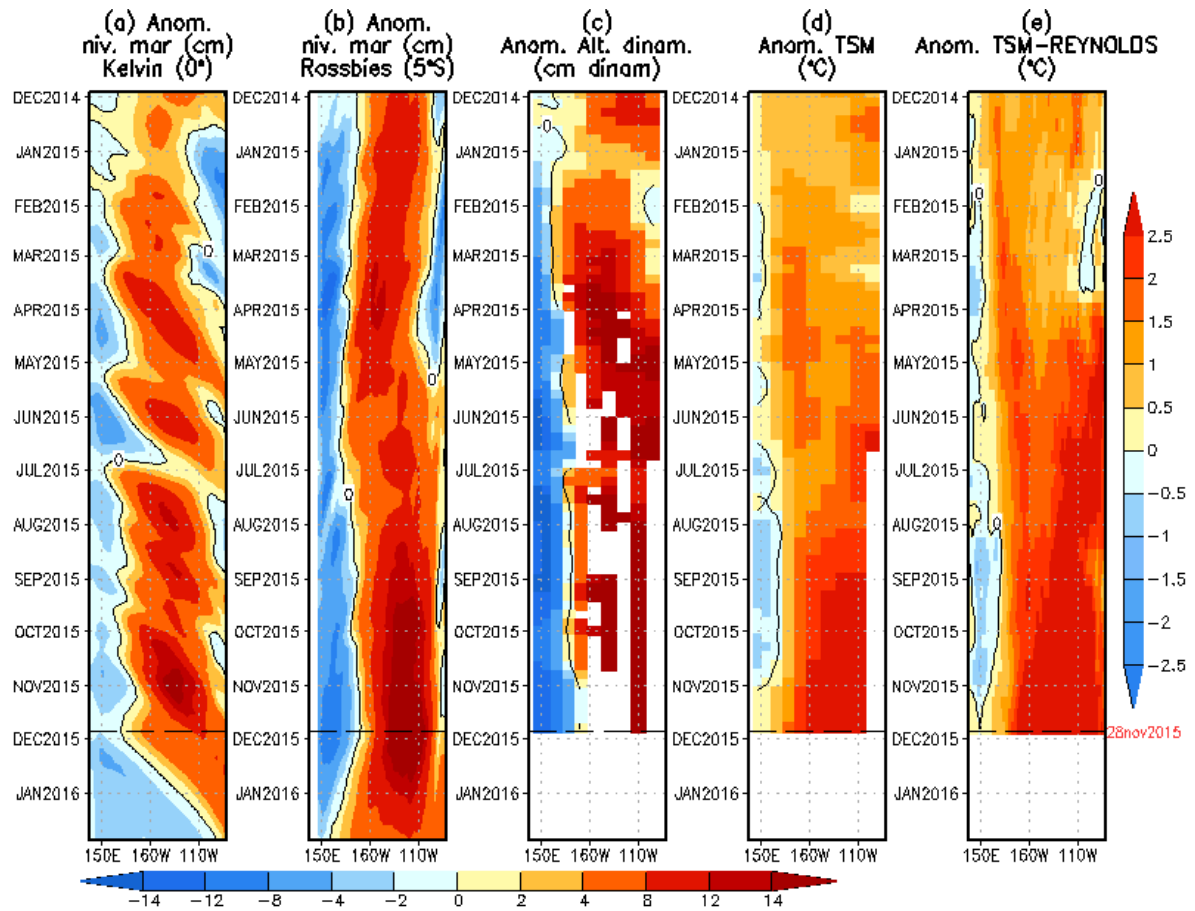
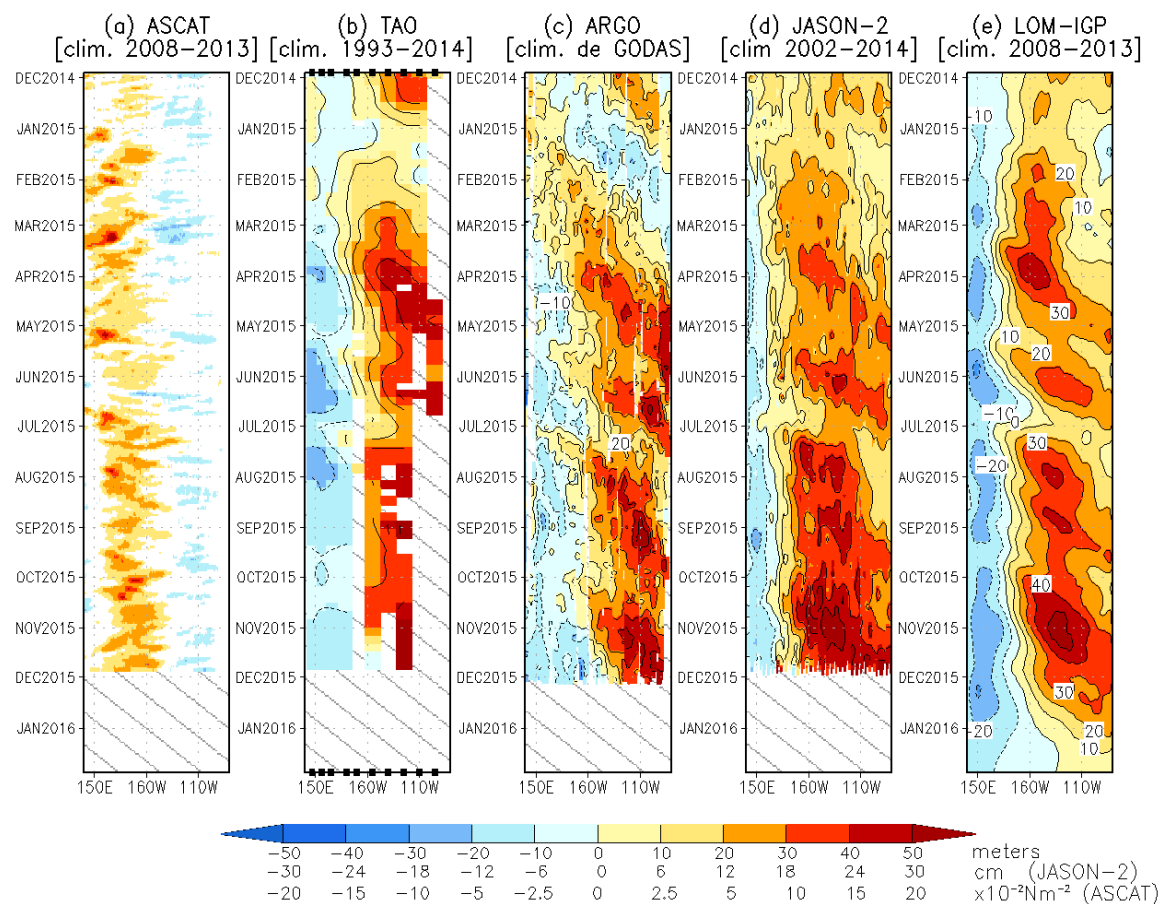
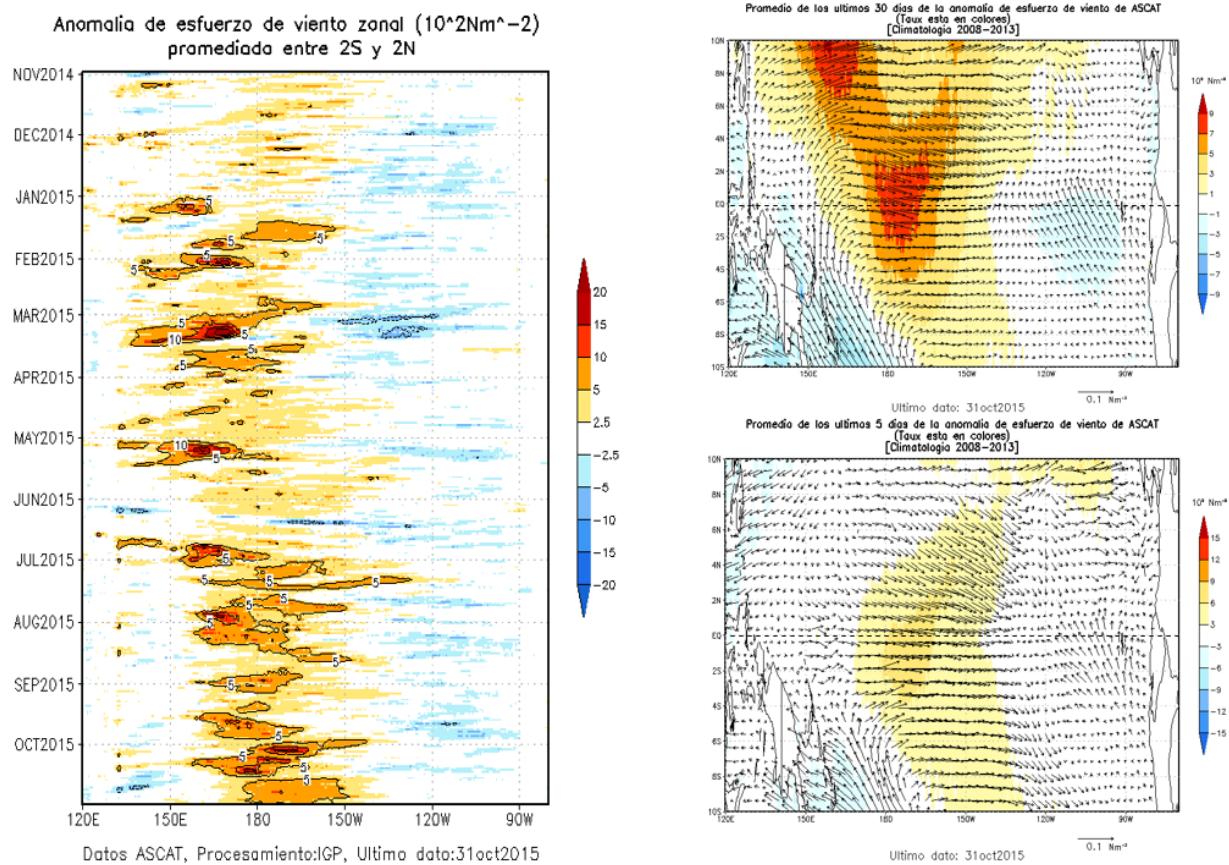


Figura 10. (a) Igual que la Figura 9, pero para LOM2a.

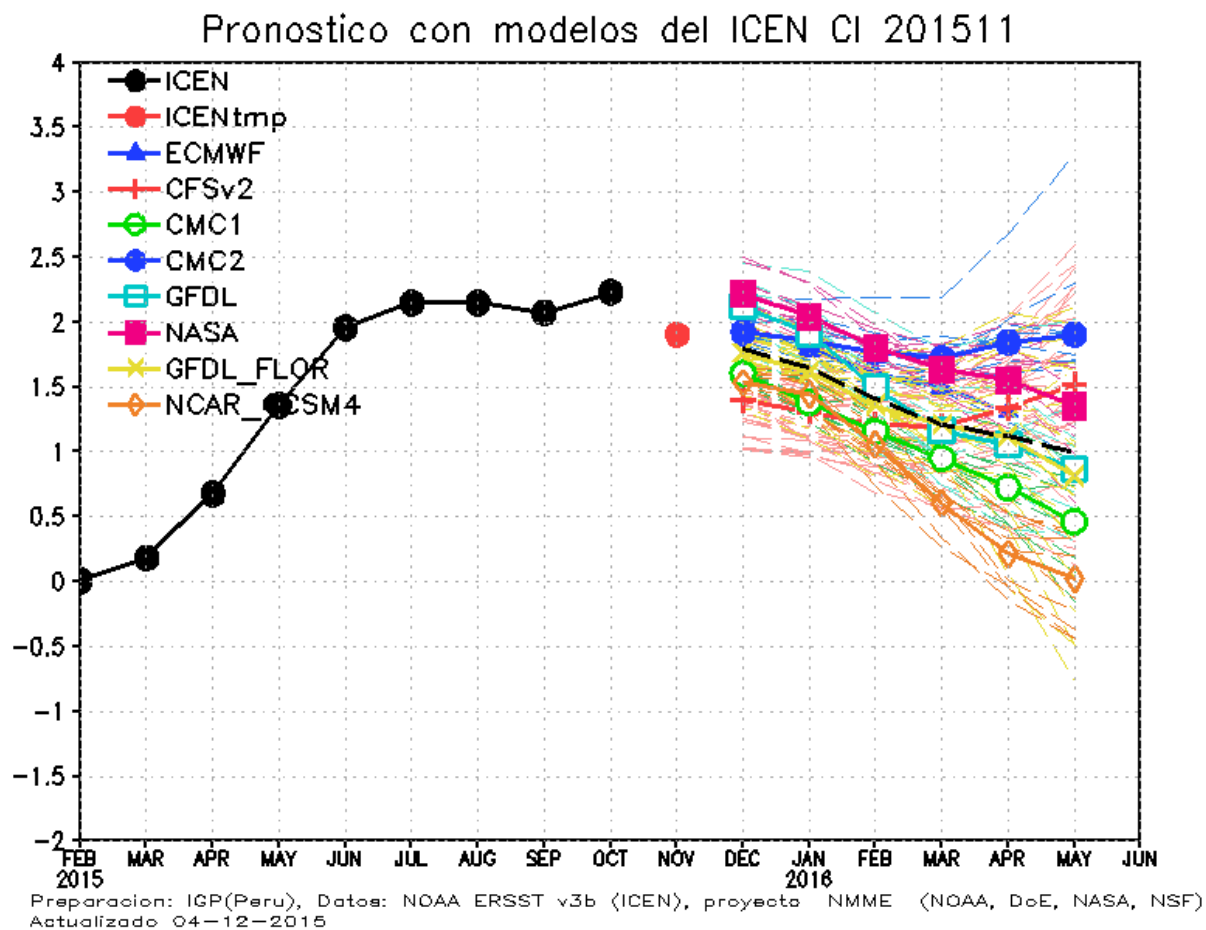


**Figura 11.** Diagrama longitud-tiempo de las anomalías de esfuerzo de viento zonal ecuatorial basado en datos del escaterómetro ASCAT (a), anomalía de la profundidad de la isoterma de 20°C datos de TAO (b) y los derivadores de Argo (c), datos del nivel del mar de JASON-2 (d). Finalmente en (e) se muestra la anomalía de la profundidad de la termoclina calculada con el modelo LOM-IGP (forzado por ASCAT, y  $\tau_{\text{aux}}=0$  para el pronóstico). Las líneas diagonales representan una propagación hacia el este con velocidad de 2.6 m/s. (Elaboración: IGP)

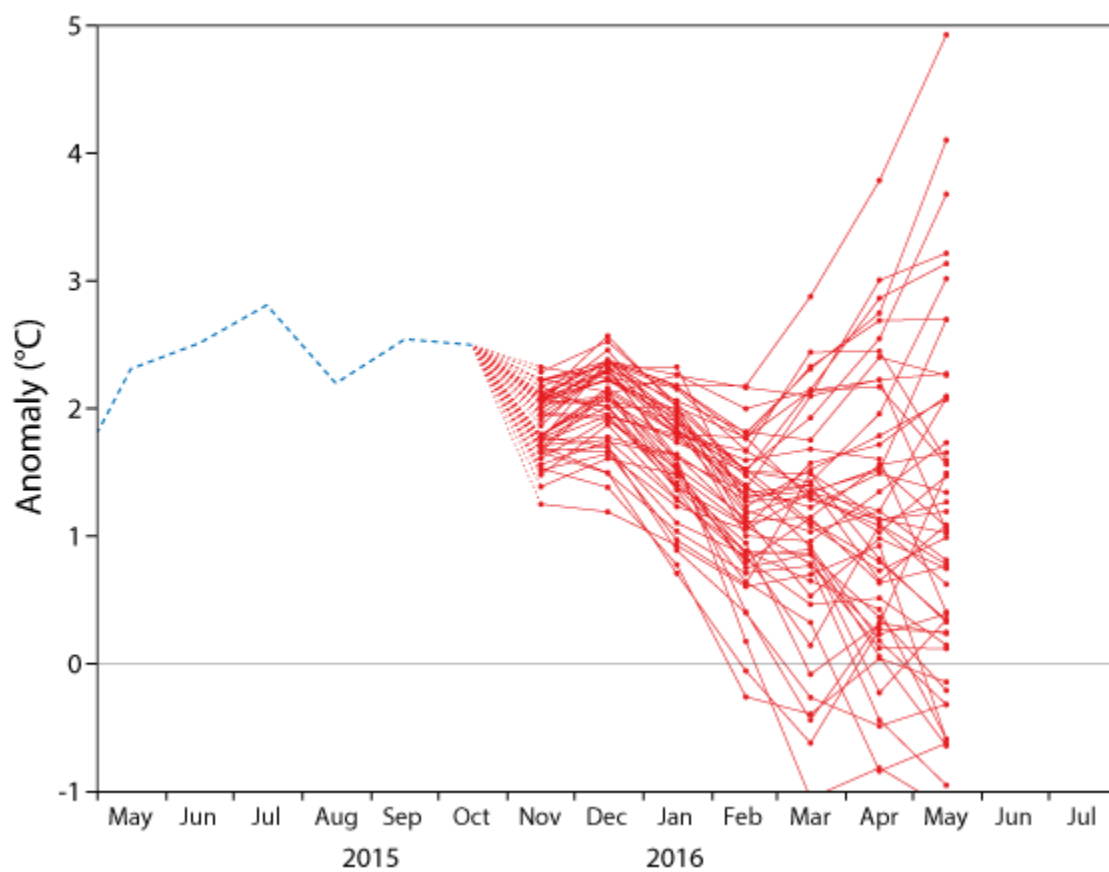
## Anomalia de esfuerzo de viento (ASCAT)



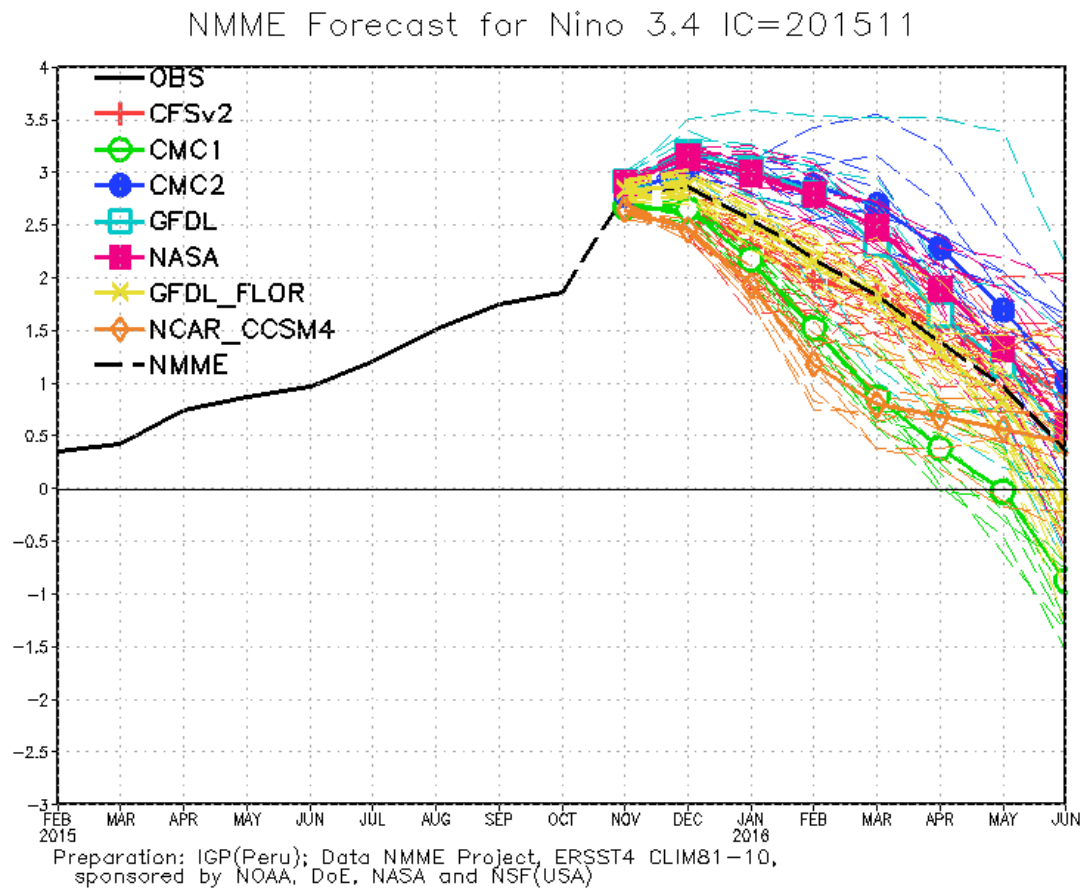
**Figura 12.** Izquierda: Diagrama longitud-tiempo de las anomalías de esfuerzo de viento zonal ecuatorial basado en datos del escaterómetro ASCAT. Derecha (superior): Mapa del promedio de 30 días. Derecha (inferior): Mapa del promedio de 5 días, hasta el 28 de noviembre del 2015, incluyendo los vectores de esfuerzo zonal. (Elaboración: IGP)



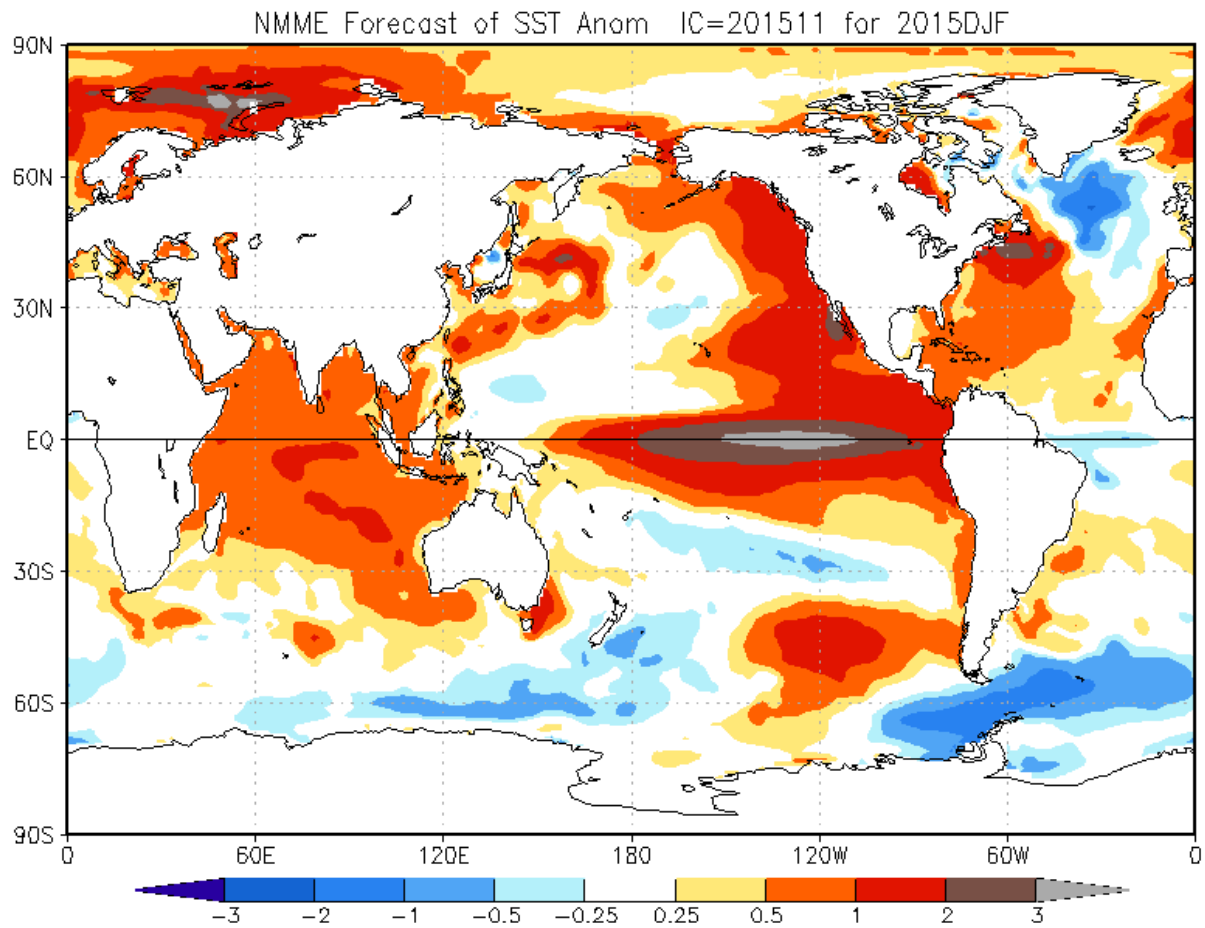
**Figura 13.** Índice Costero El Niño (ICEN, negro con círculos llenos) y sus valor temporal (ICENtmp, rojo con círculo lleno). Además, pronósticos numéricos del ICEN (media móvil de 3 meses de las anomalías pronosticadas de TSM en Niño 1+2) por diferentes modelos climáticos. Las líneas entrecortadas corresponden a los miembros de los "ensembles". Los pronósticos de los modelos CFSv2, CMC1, CMC2, GFDL, NASA GFDL\_FLOR y NCAR\_CCSM4 tienen como condición inicial el mes de noviembre de 2015. El modelo ECMWF tiene como condición inicial el mes de noviembre 2015. (Fuente: IGP, NOAA, proyecto NMME, ECMWF).



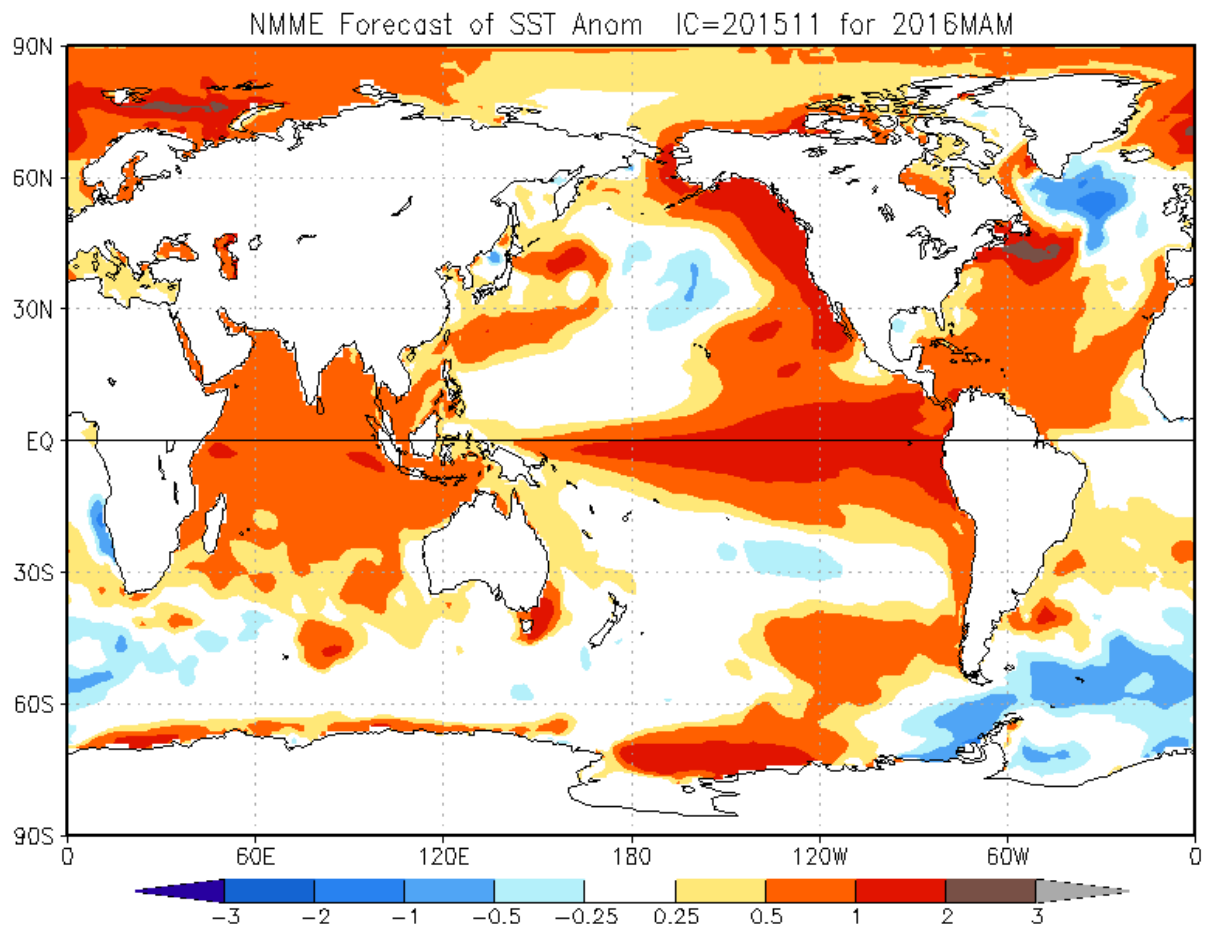
**Figura 14.** Pronostico de la anomalía de TSM para la región Niño 1+2. Las condiciones iniciales corresponden al mes de noviembre.  
Fuente ECMWF.



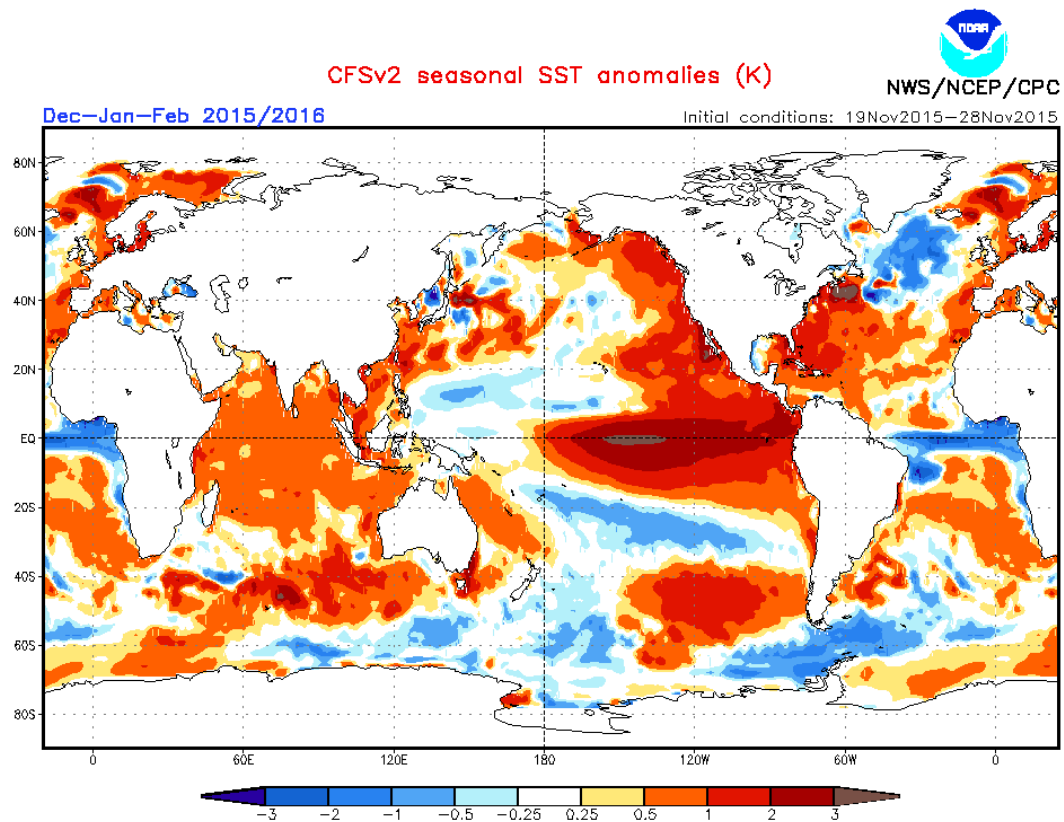
**Figura 15.** Índice Niño 3.4 mensual observado y pronosticado por los modelos de NMME. (Fuente: <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/NMME/>)



**Figura 16.** Pronóstico de la anomalía de temperatura superficial del mar promediada sobre los modelos del proyecto NMME (NCEP CFS2, CanCM3 CMC1 y 2, GFDL CM2.2, NASA, GFDL\_FLOR y NCAR\_CCSM4 para el trimestre diciembre-febrero de 2015 con condiciones iniciales de noviembre de 2015. (Fuente: <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/NMME/>)



**Figura 17.** Similar a la Fig.16, pero para el trimestre marzo– mayo de 2016.



**Figura 18.** Pronósticos numéricos de anomalía de TSM para el periodo diciembre 2015 - febrero 2016 por el modelo CFSv2 con condiciones iniciales entre el 19 y 28 de noviembre de 2015. (Fuente: NOAA).

