

**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 Nº PpR/EI Niño-IGP/2014-02**  
**04/03/2014**

**Advertencia:** El presente informe sirve como insumo para el Comité Multisectorial para el Estudio 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 Índice Costero El Niño (ICEN), las condiciones climáticas en la costa fueron neutras hasta diciembre de 2013. Actualmente, no hay presencia de evento El Niño o La Niña en la costa peruana.

Los modelos oceánicos lineales predicen el arribo del núcleo de una onda Kelvin cálida a inicios de abril del año en curso. Asimismo, otra onda Kelvin cálida, forzada por el viento a fines de febrero, tendría un arribo potencial a fines de abril e inicios de mayo.

El pronóstico de la temperatura superficial cerca a nuestra costa (ICEN) así como en el Pacífico central (Niño 3.4), mediante modelos climáticos internacionales, indica condiciones dentro del rango neutral hasta mayo de 2014. Para los meses posteriores la incertidumbre es alta por la estacionalidad de la predictabilidad, así como por la dispersión entre los diferentes modelos. Sin embargo, existe una tendencia en los modelos a pronosticar condiciones entre neutras y cálidas hacia mediados de 2014. En los siguientes meses se espera que estos pronósticos sean más confiables.

Es importante resaltar que el monitoreo de las condiciones oceánicas en el Pacífico Ecuatorial se ha dificultado en los últimos meses debido a la ausencia de información en las boyas del Proyecto TAO (<http://www.pmel.noaa.gov/tao>) en el extremo oriental del Pacífico.

### **Introducción**

Empezando en 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 participa 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 promediados sobre la región Niño 1+2, actualizados hasta enero de 2014, inclusive, 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 diciembre de 2013. Los valores recientes hasta esa fecha son:

Año	Mes	ICEN	Condiciones costeras del Mes
2013	Setiembre	<b>-0.98</b>	Neutro
2013	Octubre	<b>-0.68</b>	Neutro
2013	Noviembre	<b>-0.51</b>	Neutro
2013	Diciembre	<b>-0.30</b>	Neutro

(Descarga: <http://www.met.igp.gob.pe/datos/icen.txt>)

Según los valores del ICEN, **se confirma que las condiciones climáticas hasta diciembre de 2013 en la costa peruana se clasifican como NEUTRAS**. Se recuerda que para declarar El Niño o La Niña en la costa, las condiciones costeras del mes deben ser cálidas o frías por al menos 3 meses consecutivos, respectivamente (ENFEN, 2012), por lo que se puede afirmar que **no estamos actualmente ante un evento El Niño o La Niña en la costa**.

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

Año	Mes	ICENtmp	Condiciones costeras del mes	Fuente
2013	Enero	-0.42	Neutro	2013/12-2014/01: ERSST; 2014/02: OI SST wkl
2014	Febrero	-0.34	Neutro	2014/01: ERSST; 2014/02: OI SST wkl; 2014/03: Pron. modelos

Según estos valores del ICENtmp, se estima que hasta febrero de 2014 lo más probable es que estas condiciones clasifiquen como NEUTRAS. Esto será confirmado cuando se disponga del valor de ERSST para el mes de febrero de 2014 y se pueda contar con el valor

de ICEN para el mes de enero de 2014 (El valor actualizado del ICEN será incluido en una adenda al presente informe).

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

Los modelos oceánicos lineales del IGP (Mosquera, 2009, 2011) con la profundidad referencial de la termoclina uniforme (LOM1) y profundidad variable (LOM2) fueron forzados con anomalías de vientos superficiales obtenidos del NCEP-CDAS hasta el 28 de febrero del 2014. Este modelo es luego corrido en modo de pronóstico con las anomalías de viento i) igualadas a cero (LOM1a y LOM2a), y ii) iguales al promedio de los últimos 28 días (LOM1b y LOM2b).

En las simulaciones se continúa observando actividad de las ondas Kelvin cálidas<sup>1</sup> en el Pacífico central y oriental. Se observa una onda Kelvin que arribaría a la costa sudamericana a fines de marzo e inicios de abril (Figs.1ab, 2ab, 3a y 4a), tal como se indicó en el informe anterior. Esto se observa también con otros modelos lineales: 1) es un modelo multimodal (modo 1 y 2) forzado con vientos de NCEP y 2) modelo lineal de termoclina constante forzado con el producto ASCAT (Figura 5).

### **Pronóstico estacional del ICEN con modelos climáticos**

Los pronósticos del ICEN para los próximos meses (hasta mayo) indican condiciones alrededor de lo neutral. Para los meses siguientes hay bastante mayor dispersión, pero los pronósticos favorecen condiciones entre neutras y cálidas débiles para mediados de 2014 (Fig. 6, 8, 9). Sin embargo, la validación del modelo CFS2 para el pronóstico en la región Niño 1+2 (para el periodo 1982-2010 así como para 2000-2010) indica que las predicciones son menos confiables cuando son inicializadas antes del mes de febrero ("barrera de predictabilidad"; Reupo, 2012), por lo cual se recomienda tomar con mucho cuidado los pronósticos actuales. Se espera que los pronósticos sean más confiables cuando sean inicializados en febrero y marzo 2014.

Similarmente, los pronósticos para la región del Pacífico ecuatorial central (Niño 3.4; Fig. 7-9) también indican condiciones entre neutras y cálidas, pero la conocida "barrera primaveral de predictabilidad" implica que también estos pronósticos serán más confiables cuando sean inicializados después de la primavera boreal (marzo-mayo; ej. Barnston et al., 2012). Por lo pronto entonces, se considera que en la región Niño 3.4 continuarán las condiciones cercanas a neutro en los próximos tres meses.

---

<sup>1</sup> Onda de Kelvin cálida es aquella con anomalías cálidas de temperatura subsuperficial, así como un mayor nivel del mar y una mayor profundidad de la termoclina.

<sup>2</sup> [http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis\\_monitoring/ocean/weeklyenso\\_clim\\_81-10/wkd20eq2\\_anm.gif](http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ocean/weeklyenso_clim_81-10/wkd20eq2_anm.gif)

## Conclusiones

1. El ICEN para los meses de octubre a diciembre de 2013 (así como los valores temporales ICENtmp para enero de 2014 y febrero de 2014), correspondieron a condiciones neutras. Por lo pronto, no hay presencia de evento El Niño o La Niña en nuestra costa.
2. El pronóstico de la ATSM en la región Niño 1+2 (ICEN) por los modelos numéricos de las agencias internacionales continúan indicando valores dentro del rango neutral para los siguientes tres meses (marzo-mayo).
3. De la misma forma, en la región Niño 3.4, los modelos numéricos continúan pronosticando valores dentro de lo normal para los siguientes tres meses (marzo-mayo).
4. Hacia mediados del año 2014, los modelos pronostican condiciones entre neutro y cálida débil para el ICEN. Pero la barrera de predictabilidad asociada a la estacionalidad resulta en baja confiabilidad a los pronósticos iniciados antes de febrero.
5. Similarmente, para la región Niño 3.4, los pronósticos son entre neutros y cálidos hacia mediados del 2014 pero estos serán más confiables después de la primavera boreal (mayo).
6. Los modelos lineales indican que dos ondas cálidas llegarían a la costa sudamericana: una alrededor del inicio de abril y la otra a la quincena o fines del mismo mes. Como es conocido, este tipo de onda provoca una tendencia positiva en la anomalía de la TSM (Mosquera, 2014).
7. Es importante resaltar que el monitoreo de las condiciones oceánicas en el Pacífico Ecuatorial se ha dificultado en los últimos meses debido a la ausencia de información en las boyas del Proyecto TAO (<http://www.pmel.noaa.gov/tao>) en el extremo oriental del Pacífico.

## Referencias

- 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*.
- 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., 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.

- 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

### **Equipo**

Ken Takahashi, Ph.D. (responsable)

Kobi Mosquera, Ph. D. (c)

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**

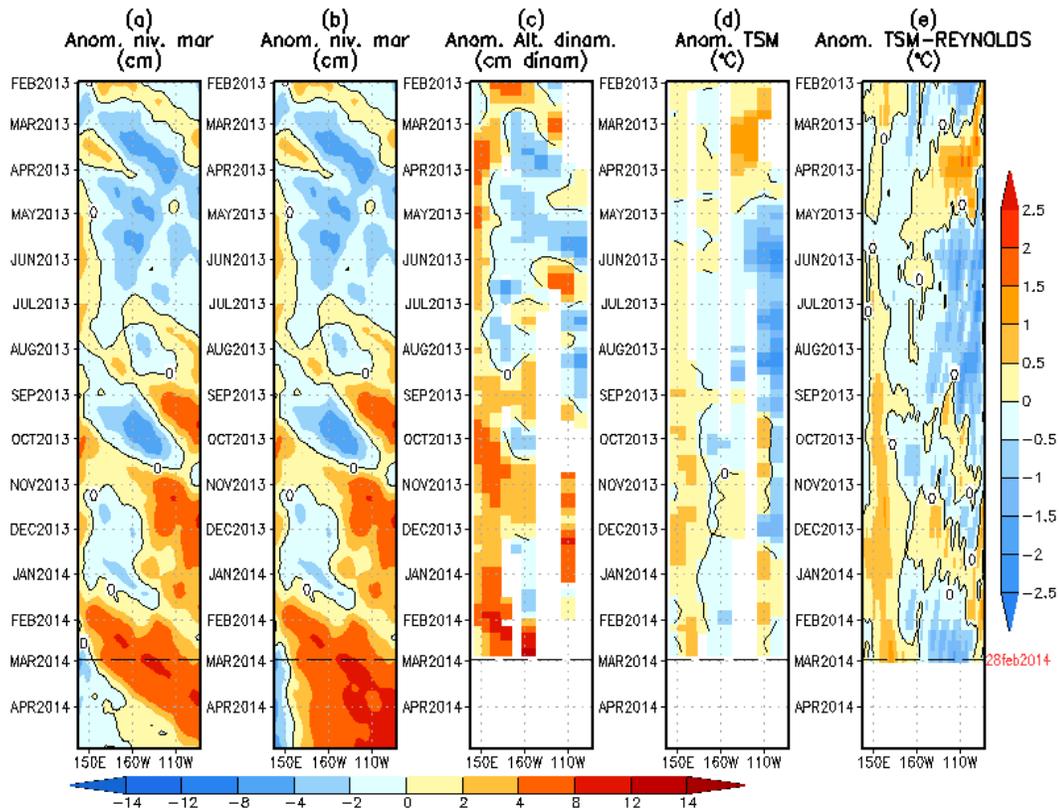


Figura 1. Anomalías (a y b) del nivel medio del mar simulado con LOM1 (termoclina uniforme), (c) de la altura dinámica (TAO), (d y e) de la temperatura superficial del mar observada de TAO y Reynolds, respectivamente, en la región ecuatorial (2°S y 2°N). En (a) y (b) la línea cortada en color negro, 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, NOAA PMEL, climatología: 2000-2013).

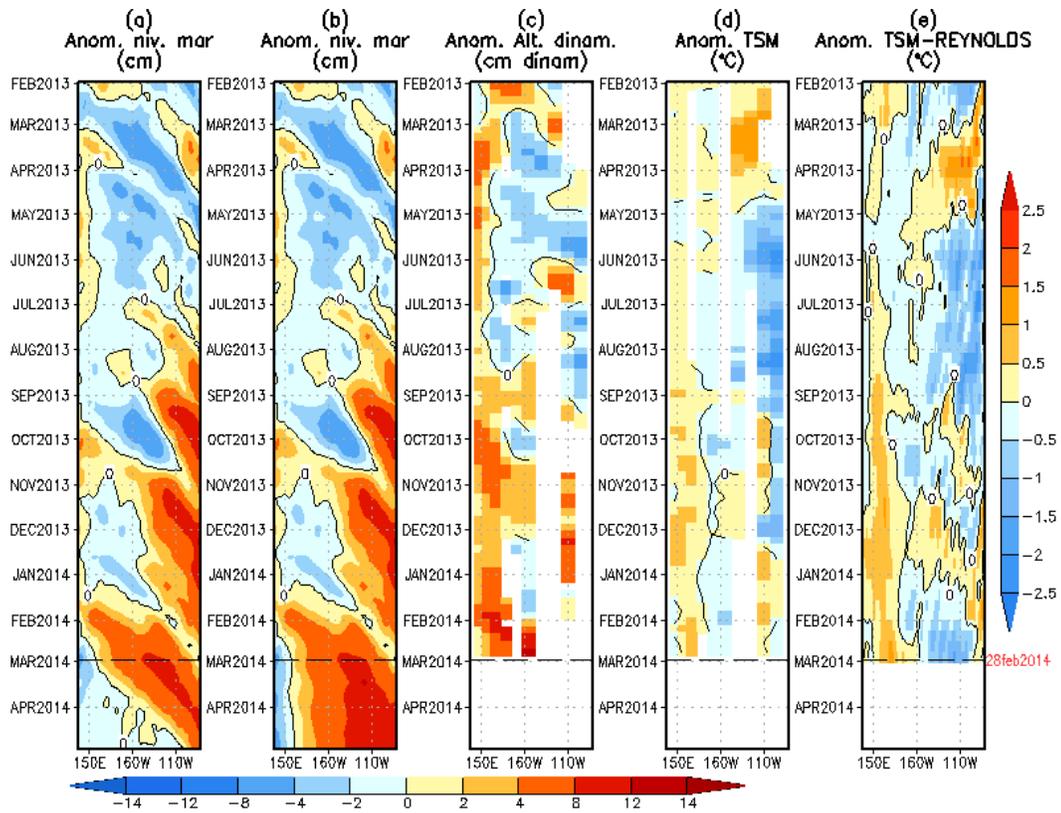


Figura 2. Similar a la Fig. 1 pero para LOM2 (termoclina variable).

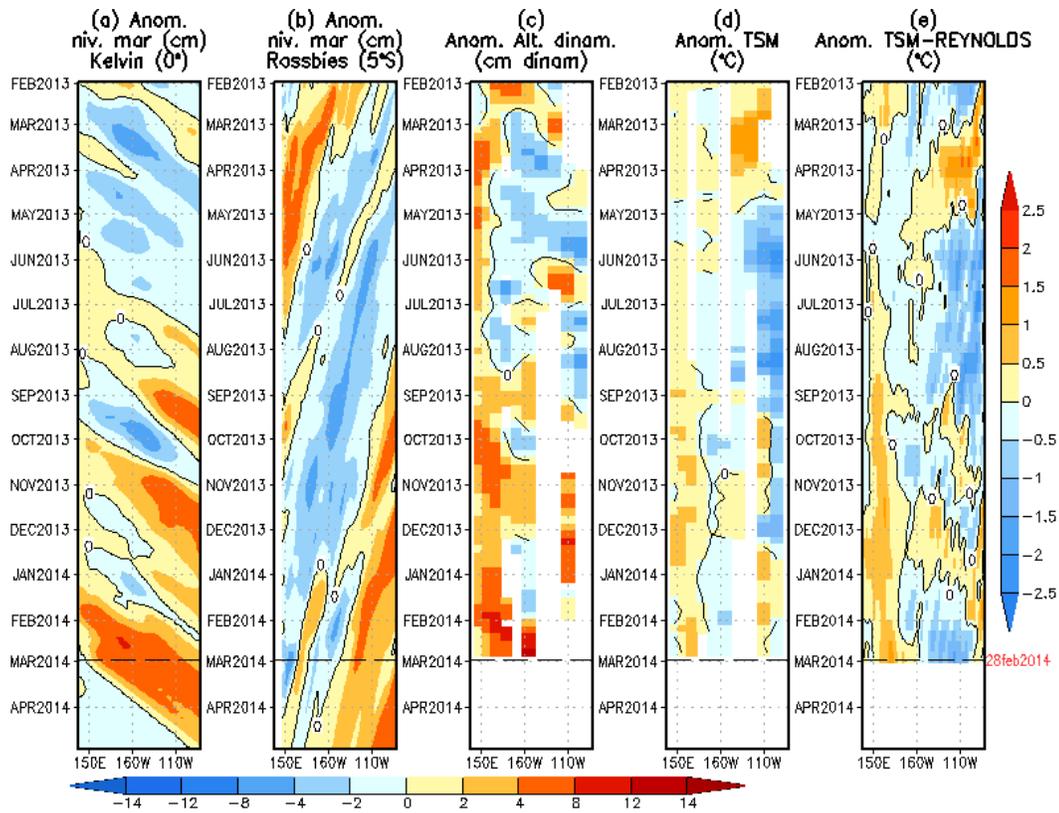


Figura 3. (a) Contribución de la Onda Kelvin al nivel del mar y (b) Contribución de la onda Rossby al nivel del mar en 5°N obtenida de LOM1a. (c) anomalía de la altura dinámica (TAO), (d) y (e) anomalía de la temperatura superficial del mar observada de TAO y Reynolds, respectivamente en la región ecuatorial (Fuente: IGP, NOAA PMEL, climatología: 2000-2013).

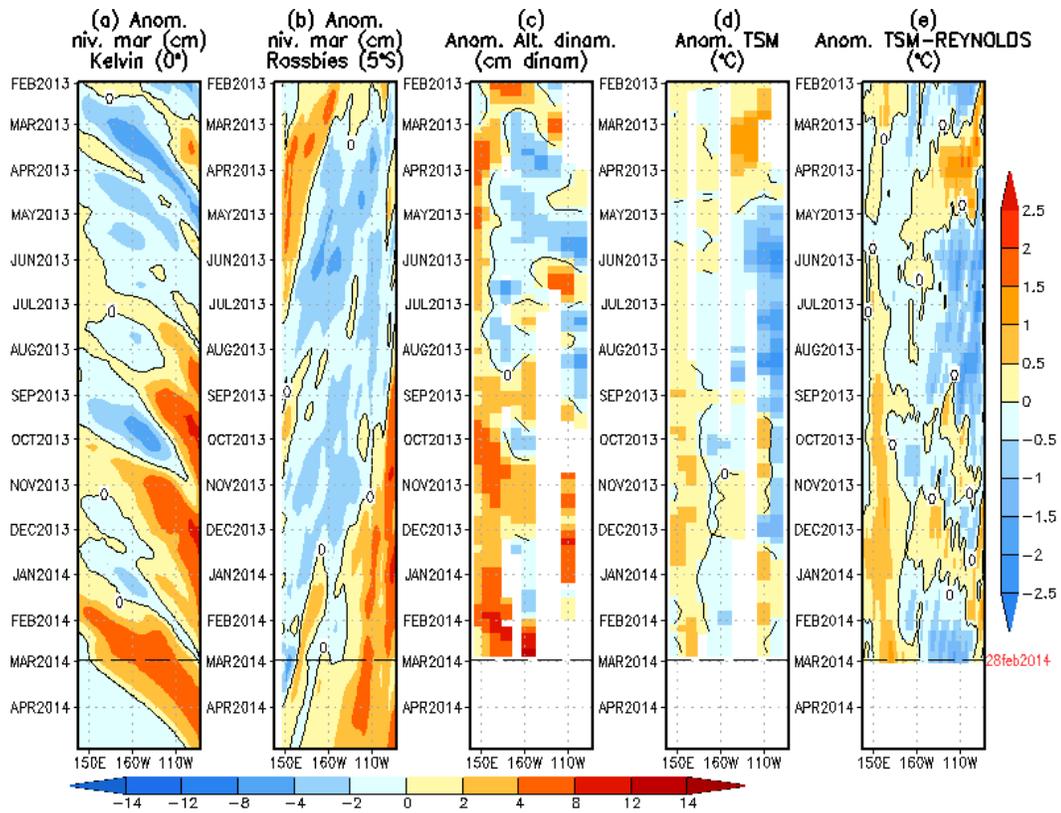


Figura 4. (a) Igual que la Figura 3, pero para LOM2a.

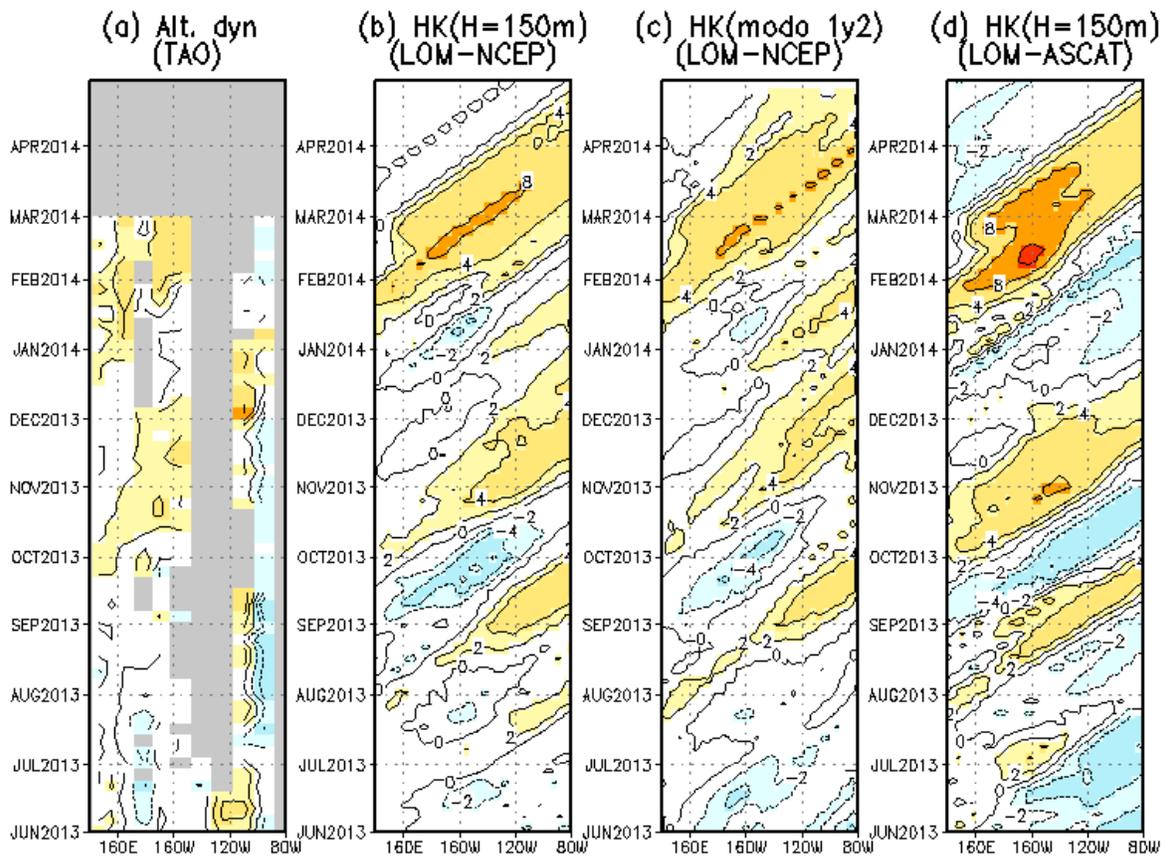


Figura 5. Diagramas longitud versus tiempo a lo largo del Pacífico Ecuatorial para (a) anomalía de la profundidad de la termoclina de TAO , (b) contribución de la onda kelvin sobre el nivel del mar usando LOM1b, (c) Igual que (a) pero para un modelo de dos modos baroclínicos y (d) igual que (a) pero forzado con vientos estimados por ASCAT.

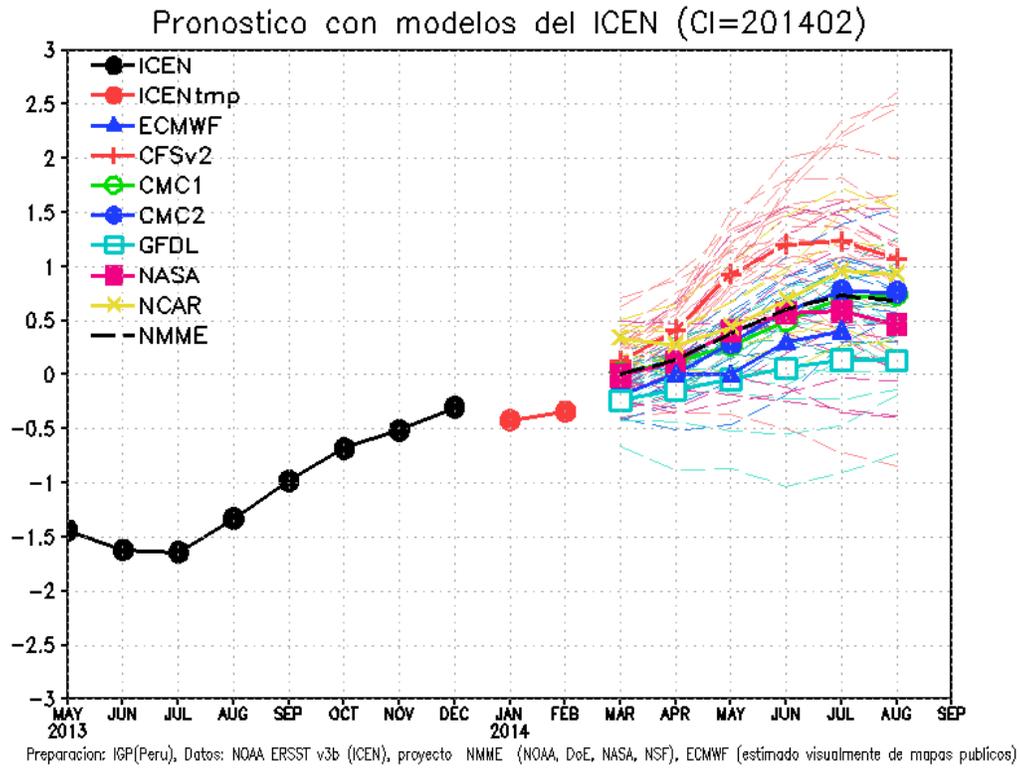


Figura 6. Índice Costero El Niño (ICEN, negro con círculos llenos) y sus valores temporales (ICENtmp, rojo con círculos llenos). Además, pronósticos numéricos del ICEN (media móvil de 3 meses de las anomalías pronosticadas de TSM en Niño 1+2) por diferentes modelos climáticos. Las líneas entrecortadas corresponden a los miembros de los "ensembles". Los pronósticos de los modelos CFSv2, CMC1, CMC2, GFDL, NASA y NCAR tienen como condición inicial el mes de enero de 2014. El modelo ECMWF tiene como condición inicial el mes de febrero de 2014. (Fuente: IGP, NOAA, proyecto NMME, ECMWF).

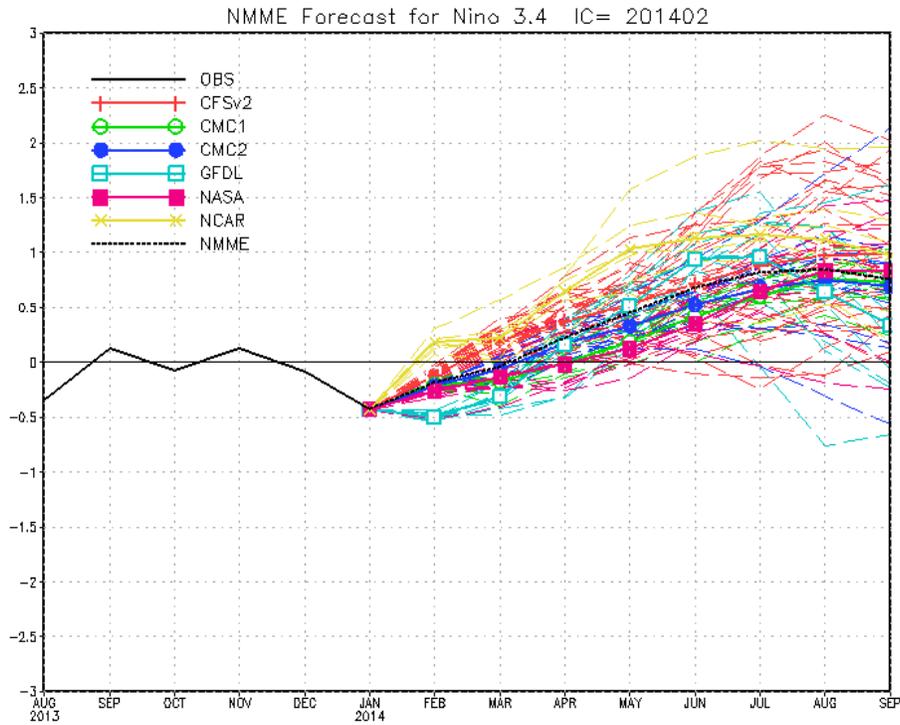


Figura 7. Similar a Fig. 6 pero para el índice Niño 3.4 mensual observado y pronosticado por los modelos de NMME. (Fuente: <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/NMME/>)

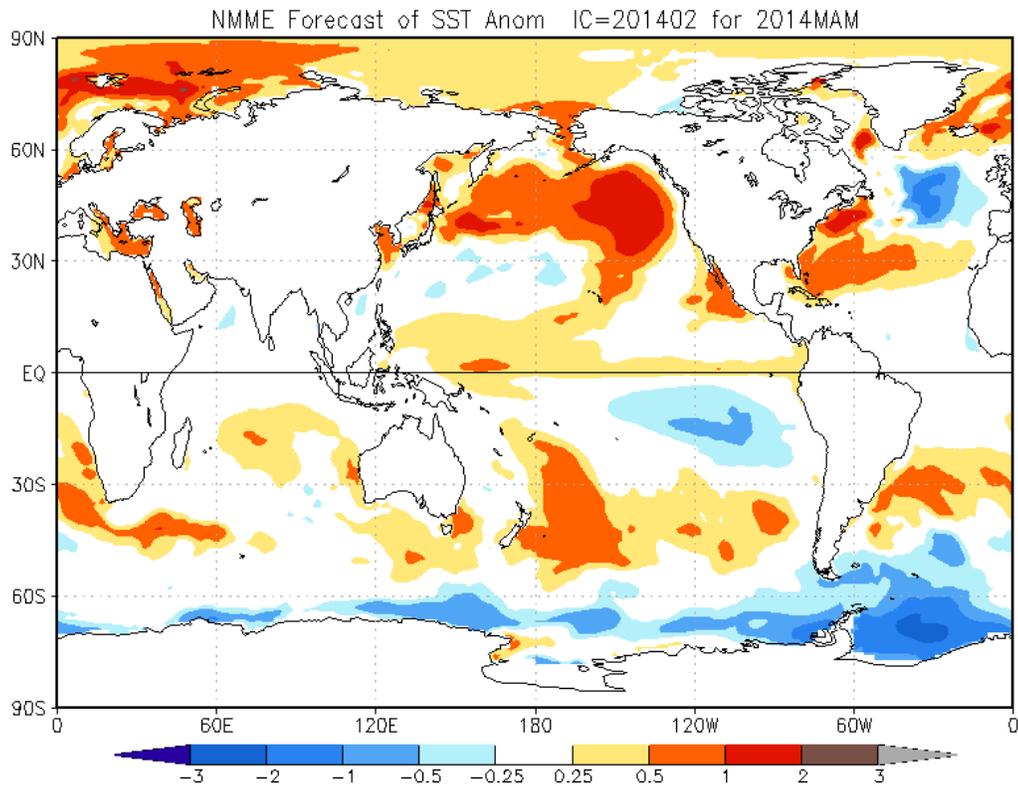


Figura 8. Pronóstico de la anomalía de temperatura superficial del mar promediada sobre los modelos del proyecto NMME (NCEP CFS2, CanCM3 CMC1 y 2, GFDL CM2.2, NASA GEOS5, NCAR CCSM3.0) para el trimestre marzo-mayo de 2014 con condiciones iniciales de febrero de 2014. (Fuente: <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/NMME/>)

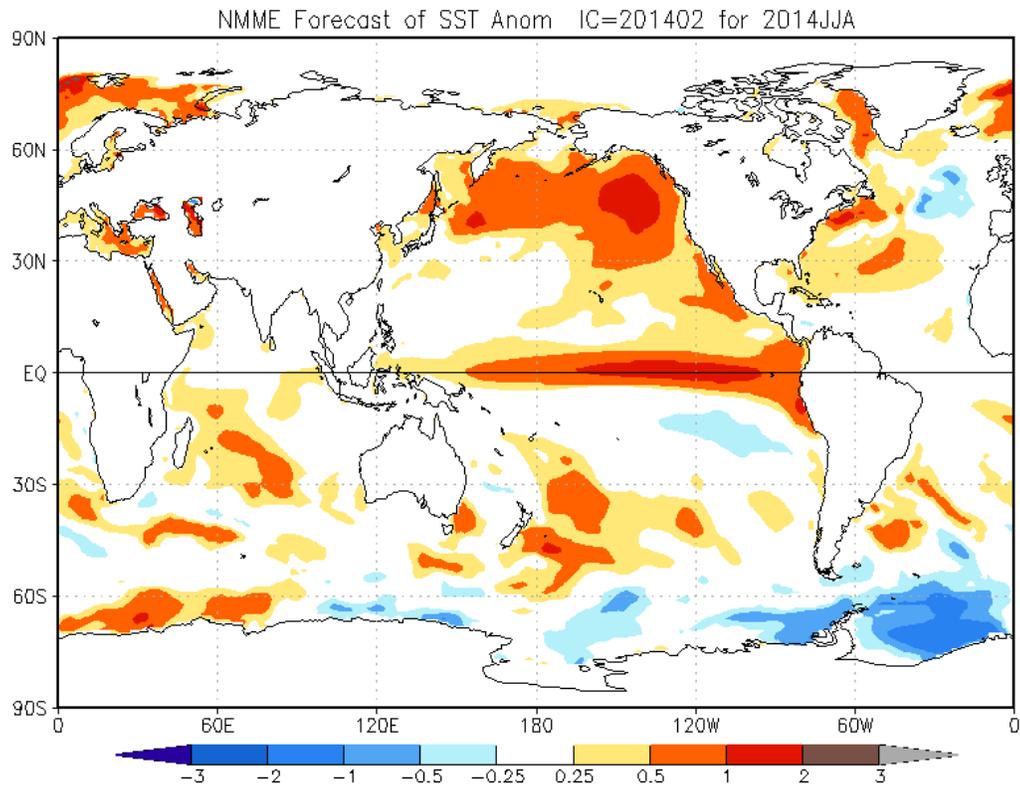


Figura 9. Similar a la Fig.8, pero para el trimestre junio-agosto de 2014.

**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**

**ADENDA AL INFORME TÉCNICO N° PpR/El Niño-IGP/2014-02**

**05/03/2014**

**Advertencia:** El presente informe sirve como insumo para el Comité Multisectorial para el Estudio 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.

#### **Actualización del Índice Costero El Niño**

Los datos de temperatura superficial del mar promediados sobre la región Niño 1+2, del producto ERSST v3b generados por el Climate Prediction Center (CPC) de la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA, EEUU), se han actualizados hasta el mes de febrero de 2014, con lo cual se ha calculado el Índice Costero El Niño (ICEN; ENFEN 2012) hasta el mes de enero de 2014. Los valores recientes hasta esa fecha son:

<b>Año</b>	<b>Mes</b>	<b>ICEN</b>	<b>Condiciones costeras del mes</b>
2013	Octubre	<b>-0.68</b>	Neutro
2013	Noviembre	<b>-0.51</b>	Neutro
2013	Diciembre	<b>-0.30</b>	Neutro
2014	Enero	<b>-0.49</b>	Neutro

(Descarga: <http://www.met.igp.gob.pe/datos/icen.txt>)

Según los valores del ICEN, **se confirma que las condiciones climáticas hasta enero de 2014 en la costa peruana se clasifican como NEUTRAS.**