

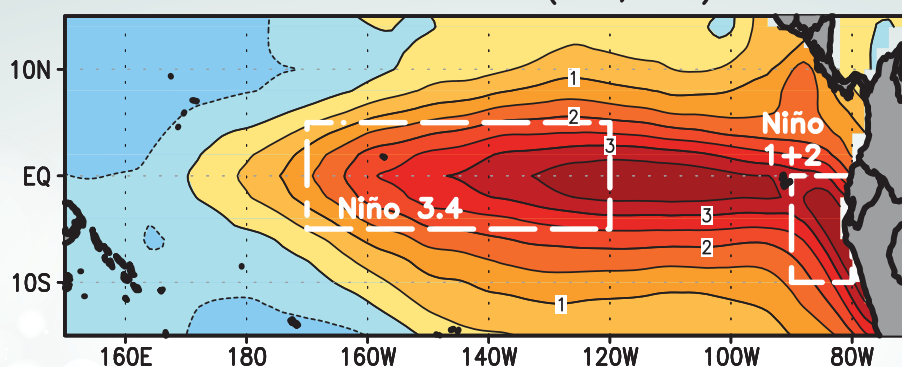
Programa Presupuestal por Resultados N° 068: "Reducción de vulnerabilidad y atención de emergencias por desastres" Producto: "Entidades informadas en forma permanente y con pronósticos frente al Fenómeno El Niño"

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

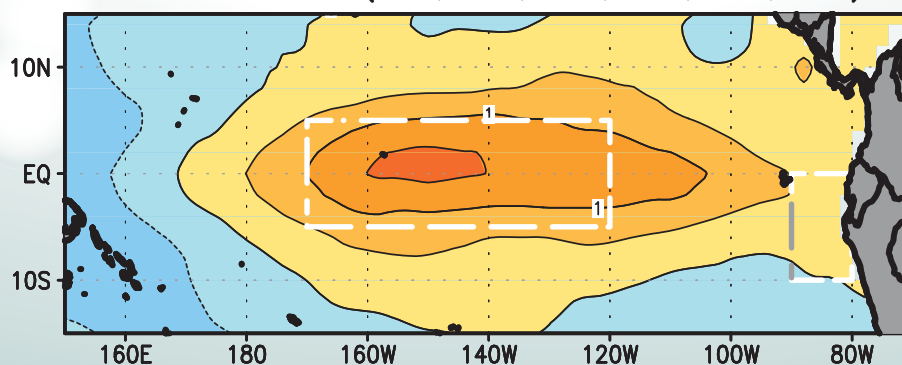
Boletín Técnico

ATSM en fase "madura" (diciembre-febrero)

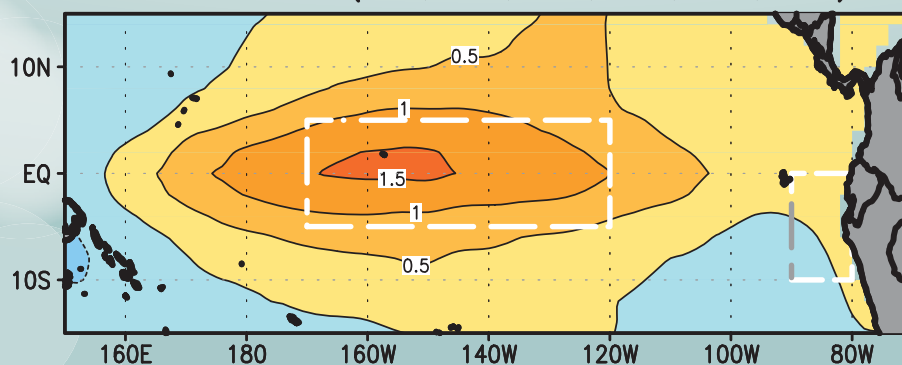
El Niño "Extraordinario" (1982, 1997)



El Niño "Canónico" (1951, 1953, 1957, 1965, 1969, 1972)



El Niño "Modoki" (1977, 1990, 1994, 2002, 2004, 2009)



Contenido

2 - 3 Introducción

4 - 7 Artículo de Divulgación Científica

8 - 9 Avances de Investigación

10 - 11 Novedades

12 - 14 Resumen Informe Técnico

15 Comunicado Oficial ENFEN

Programa Presupuestal por Resultados N° 68 “Reducción de vulnerabilidad y atención de emergencias por desastres”.

Producto: Entidades informadas en forma permanente y con pronósticos frente al Fenómeno El Niño.

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

Manuel Pulgar Vidal
Ministro del Ambiente

Ronald Woodman
Presidente Ejecutivo IGP

José Macharé
Director Técnico IGP

Ken Takahashi
Responsable Producto El Niño - IGP

Equipo de investigación: Ken Takahashi,
Kobi Mosquera, Jorge Reupo, Berlín Segura

Edición: Cristiana Leucci
Diseño y Diagramación: Dante Guerra

Instituto Geofísico del Perú
Calle Badajoz 169 Mayorazgo
IV Etapa - Ate
Teléfono (511) 3172300

Impreso por:
Lettera Gráfica SAC
Jr. Emilio Althaus 460 Lince
Teléfono (511) 4710700

Lima, marzo del 2014

Hecho el Depósito Legal en la
Biblioteca Nacional N° 2014 - 04866

Introducción

El Programa Presupuestal por Resultados (PPR) es una estrategia de gestión pública que vincula la asignación de recursos a productos y resultados medibles a favor de la población. Dichos resultados se vienen implementando progresivamente a través de los programas presupuestales, las acciones de seguimiento del desempeño sobre la base de indicadores, las evaluaciones y los incentivos a la gestión, entre otros instrumentos que determina el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) a través de la Dirección General de Presupuesto Público, en colaboración con las demás entidades del Estado.

El Instituto Geofísico del Perú (IGP) viene participando en el Programa Presupuestal por Resultados 068: “Reducción de vulnerabilidad y atención de emergencias por desastres”. A partir del año 2014, algunas de las instituciones integrantes del Comité Multisectorial para el Estudio Nacional del Fenómeno El Niño (ENFEN) participan en este PPR con el producto denominado “Entidades informadas en forma permanente y con pronósticos frente al Fenómeno El Niño”, que consiste en la entrega en forma oportuna de información científica sobre el monitoreo y pronóstico de este evento natural océano-atmosférico, mediante informes técnicos mensuales, que permitan la toma de decisiones a autoridades a nivel nacional y regional.

A este producto, el IGP contribuye con la actividad “Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño”, la cual incluye la síntesis y evaluación de los pronósticos de modelos climáticos internacionales, el desarrollo y validación de nuevos modelos de pronóstico, así como el desarrollo de investigación científica que fortalecerá en forma continua la capacidad para este fin.

El presente Boletín tiene como objetivo difundir conocimientos científicos, avances de investigación y noticias relacionadas a este tema, con la finalidad de mantener informados a los usuarios y proporcionarles las herramientas para un uso óptimo de la información presentada. Además, comparte una versión resumida del Informe Técnico que el IGP elabora mensualmente para cumplir con los compromisos asumidos en el marco del PPR 068. Dicho Informe contiene información actualizada operativamente y proporcionada por el IGP como insumo para que el ENFEN genere en forma colegiada la evaluación final que será diseminada a los usuarios. Se advierte que, en caso de discrepancias, el Informe Técnico del ENFEN prevalecerá.

Los resultados de esta actividad están disponibles en:
www.igp.gob.pe/sysppr.

El Instituto Geofísico del Perú es una institución pública al servicio del país, adscrito al Ministerio del Ambiente, que genera, utiliza y transfiere conocimientos e información científica y tecnológica en el campo de la geofísica y ciencias afines, forma parte de la comunidad científica internacional y contribuye a la gestión del ambiente geofísico con énfasis en la prevención y mitigación de desastres naturales y de origen antrópico. En el marco del Comité Multisectorial para el Estudio Nacional del Fenómeno El Niño (ENFEN), el IGP rutinariamente aporta información experta sobre modelos y pronósticos relacionados con El Niño y fenómenos asociados.

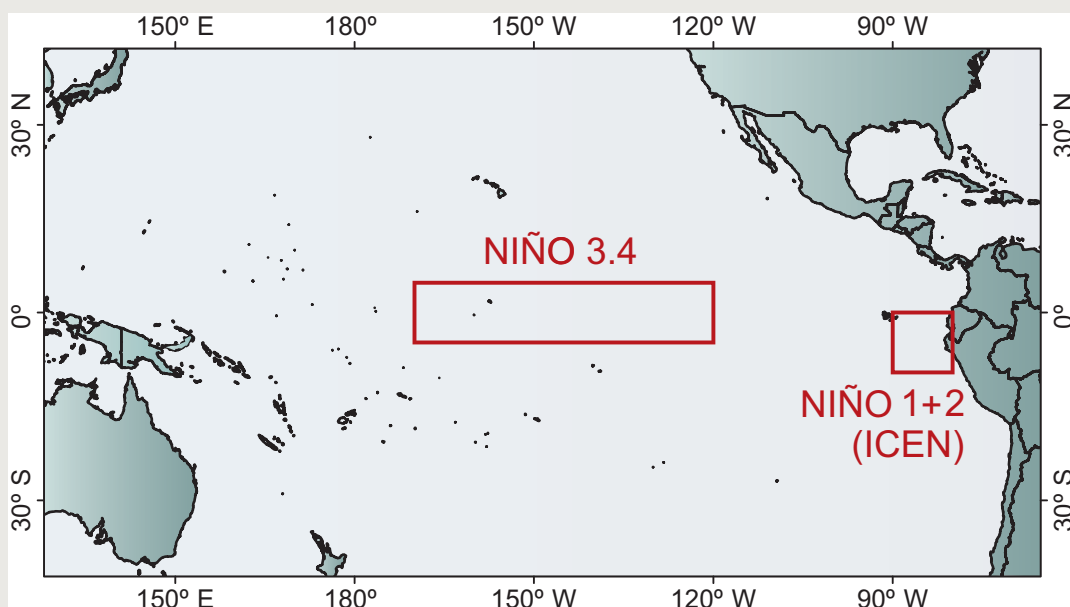
El
ENFEN es el
ente que genera la
información oficial de
monitoreo y pronóstico
del Fenómeno El Niño y
otros asociados.

El Comité Multisectorial para el Estudio Nacional del Fenómeno El Niño (ENFEN), conformado por representantes de IMARPE, DHN, IGP, SENAMHI, ANA e INDECI, es el ente que genera la información oficial de monitoreo y pronóstico del Fenómeno El Niño y otros asociados.

Según Resolución Ministerial 761-97-PE, el ENFEN tiene entre sus funciones el “mantener informado sobre la posible ocurrencia del Fenómeno El Niño, para que con ello se permita adoptar decisiones para adecuar y proteger la infraestructura existente en los distintos sectores, en prevención a los posibles daños que pudiera causar este fenómeno a la economía nacional y la población peruana”, así como “orientar a los diversos sectores medidas pragmáticas de previsión que permitan reducir daños y/o aprovechar beneficios”.

Para este fin, el ENFEN realiza el pronóstico, monitoreo y estudio continuo de las anomalías del océano y la atmósfera del mar peruano y a nivel global, a través de la elaboración de estudios y análisis científicos basados en la información proveniente de diversas redes de observación y modelos de variables oceanográficas, meteorológicas, hidrológicas y biológico-pesqueras. También, al menos mensualmente, emite pronunciamientos que son “preparados colegiadamente, acopiando la mejor información científica disponible y de competencia de cada institución respecto de su sector y genera la información técnica en forma colegiada para su difusión a los usuarios”.

Además, un objetivo central del ENFEN es “estudiar el Fenómeno El Niño, con el fin de lograr una mejor comprensión del mismo, poder predecirlo y determinar sus probables consecuencias”, lo cual se desarrolla mediante la investigación científica.



El mapa muestra las dos regiones que definen los principales índices de temperatura superficial del mar utilizadas para monitorizar El Niño y La Niña. La región Niño 1+2 (90°-80°W, 10°S-0°), en la que se basa el Índice Costero El Niño (ICEN), se relaciona con impactos en la costa peruana, mientras que la región Niño 3.4 (5°S-5°N, 170°W-120°W) se asocia a impactos remotos en todo el mundo, incluyendo los Andes y Amazonía peruana.

Variedades de El Niño

En el Perú, el Fenómeno El Niño generalmente se asocia a inundaciones en la costa y además, como algunos saben, está relacionado a una corriente cálida. Sin embargo, en años recientes ha surgido confusión, incluso entre especialistas, sobre a qué llamar El Niño. Esto se debe principalmente a que el concepto de El Niño que manejan el Perú y el resto del mundo no es el mismo, y a que en la última década estas nociones no han coincidido. Es entonces de interés de aquellos afectados por El Niño el entender cómo los conceptos evolucionan y a qué se refieren según quién los utilice.

Corriente del Niño y Fenómeno El Niño

La primera descripción de un evento El Niño fue realizada por Luis Carranza en 1891, refiriéndose a los sucesos de ese mismo año:

“... en el verano pasado se observó en la zona de Paíta y Pacasmayo una corriente de norte á sud contraria á la gran corriente polar que baña constantemente nuestro litoral (...) La contra-corriente cálida del golfo de Guayaquil, produjo sin duda una evaporación anormal y excesiva en las aguas del mar de nuestro litoral, arrojando ese excedente de humedad atmosférica al suelo de nuestra costa, en forma de nubes tempestuosas, que ocasionaron las grandes inundaciones de abril y mayo.”

Esto resume la esencia del concepto peruano sobre el fenómeno, ya que al escuchar el término “El Niño” los peruanos automáticamente piensan en calor e inundaciones en la costa.

El bautizo de la corriente como “Corriente del Niño” lo hizo posteriormente Camilo Carrillo (1892), quien dijo que:

“Los marinos paiteños que navegan frecuentemente cerca de la costa y en embarcaciones pequeñas, ya al norte ó al sur de Paíta, conocen esta corriente y la denominan corriente del Niño, sin duda porque ella se hace mas visible y palpable después de la Pascua de Navidad”

Aparentemente, esta corriente se presentaba todos los años después de Navidad, pero normalmente en forma muy débil. Sin embargo, los eventos que resultaban en lluvias sustanciales eran más inusuales. Posteriormente, el estudio de Eguiguren (1894) muestra que las lluvias abundantes se presentaban cada seis años en promedio en la costa norte. Es interesante notar que Eguiguren



Ph. D. Ken Takahashi Guevara
Investigador Científico del
Instituto Geofísico del Perú

Ph. D. en Ciencias Atmosféricas de la University of Washington, Seattle, EEUU y Físico de la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP). Actualmente es investigador científico en el Instituto Geofísico del Perú, donde está a cargo del área de Investigación en Variabilidad y Cambio Climático, y representa al IGP en el Comité Técnico del ENFEN. Además, es investigador principal del proyecto “Impacto de la Variabilidad y Cambio Climático en el Ecosistema de Manglares de Tumbes”. Recientemente su investigación está enfocada en entender las condiciones que favorecen la ocurrencia de eventos El Niño extremos, los procesos de interacción entre el océano y atmósfera, identificar la variabilidad a escala decadal en el Pacífico sureste.

calificaba a los años lluviosos como “buenos”, ya que estos traían agua muy necesaria al desierto.

El fenómeno recién se hizo generalmente conocido por la comunidad científica internacional gracias al artículo de Murphy (1926) sobre el evento El Niño de 1925 (Cushman, 2004), uno de los más intensos registrados en cuanto a sus impactos en nuestra costa. Robert C. Murphy, ornitólogo que trabajaba para la Compañía Administradora del Guano, registró al detalle este evento. Además de las altas temperaturas y las lluvias, también documentó los impactos sobre el ecosistema marino, como la desaparición del plancton y de los peces típicos, y la enfermedad y muerte extensa de aves guaneras. Este artículo fue el que dio origen al concepto de “Fenómeno El Niño”, con la frase:

“El Niño, la contracorriente cálida, es un fenómeno bien conocido en las aguas del norte del Perú...”

El Niño-Oscilación Sur

En las décadas de los 20 y 30, Sir Gilbert Walker estuvo a cargo del servicio meteorológico de la India, donde la principal preocupación relacionada al clima era cómo se desarrollaría cada año el monzón (o sea, las lluvias estacionales asociadas a vientos del Océano Índico). Walker recopiló datos climáticos de todo el mundo y buscó variaciones que pudieran tener relación con el monzón, lo cual le permitió identificar varios patrones de variabilidad climática. Uno de estos lo denominó “Oscilación Sur”, caracterizado por variaciones opuestas de presión atmosférica entre el Pacífico central-oriental y el Pacífico occidental-Índico.

En 1929, el meteorólogo H. P. Berlage se enteró de los trabajos de Murphy y Eguiguren y notó la relación entre El Niño y la Oscilación Sur, despertando el interés a nivel internacional para este fenómeno (Cushman, 2004). Sin embargo, la explicación del vínculo entre las variaciones oceánicas (El Niño) y las atmosféricas (Oscilación Sur) se dio recién cuarenta años después con el trabajo de Jakob Bjerknes (1969), quien propuso el proceso de interacción océano-atmósfera que hoy lleva su nombre. A raíz de este trabajo, se reconoció la existencia de un fenómeno que depende en forma esencial de la interacción entre el océano y la atmósfera y al que se le empezó a llamar “El Niño-Oscilación Sur” (ENOS, o ENSO en inglés).

El Niño “Canónico”

Rasmusson y Carpenter publicaron en 1982 un estudio que describía la evolución temporal “típica” de un evento El Niño. En este estudio, compilaron datos de seis eventos y, aprovechando que sus diferentes fases tendían a ocurrir en las mismas estaciones del año, presentaron la evolución de un Niño promedio. Este evento “típico” se iniciaba con la fase “pico” que correspondía a un calentamiento anómalo en la costa del Perú entre marzo y mayo (Figura 1, panel medio). A medida que evolucionaba, ese calentamiento se desplazaba hacia el oeste, de manera que en el verano

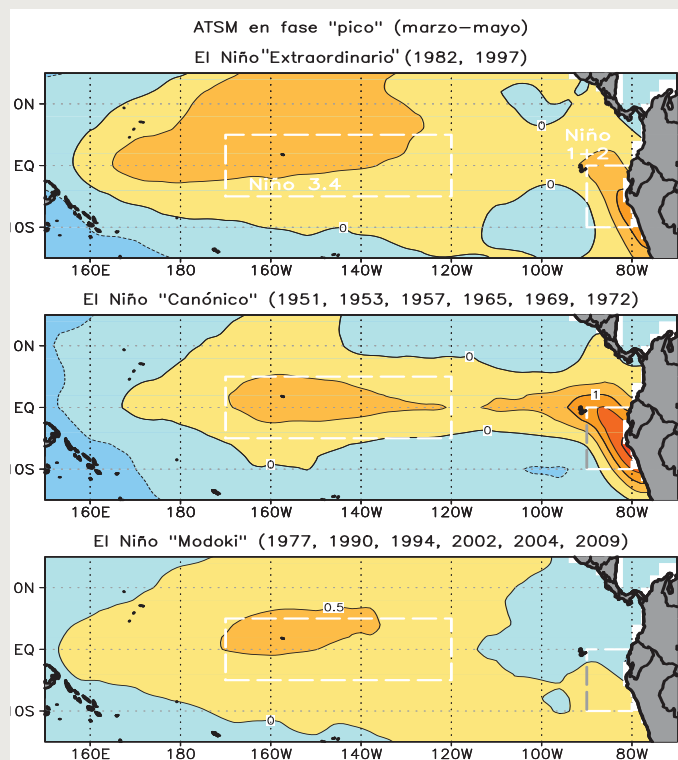


Figura 1. Patrones de anomalía de temperatura superficial del mar (°C) en la fase “pico” (marzo-mayo) para diferentes variedades de eventos El Niño: “extraordinarios” (Takahashi et al., 2011), “canónicos” (Rasmusson y Carpenter, 1982) y “modoki” o “de piscina cálida” (Kug et al., 2009). Se indica el año de los eventos promediados. Nota: en 1982 no hubo calentamiento en la costa durante esta fase, el observado en el promedio se debe solo al año 1997.

siguiente (diciembre-febrero) las condiciones “maduras” se caracterizaban por calentamiento máximo en el Pacífico central-oriental, pero relativamente menor en la costa de Perú (Figura 2, panel medio).

Una ventaja desde el punto de vista práctico es que las variaciones de gran escala de El Niño (o sea, la fase “madura”) se podían anticipar si se observaba la anomalía en temperatura superficial asociada a la fase “pico” precursora. Mark Cane (1983) dio el nombre de “canónico” a este evento compuesto El Niño con propagación hacia el oeste.

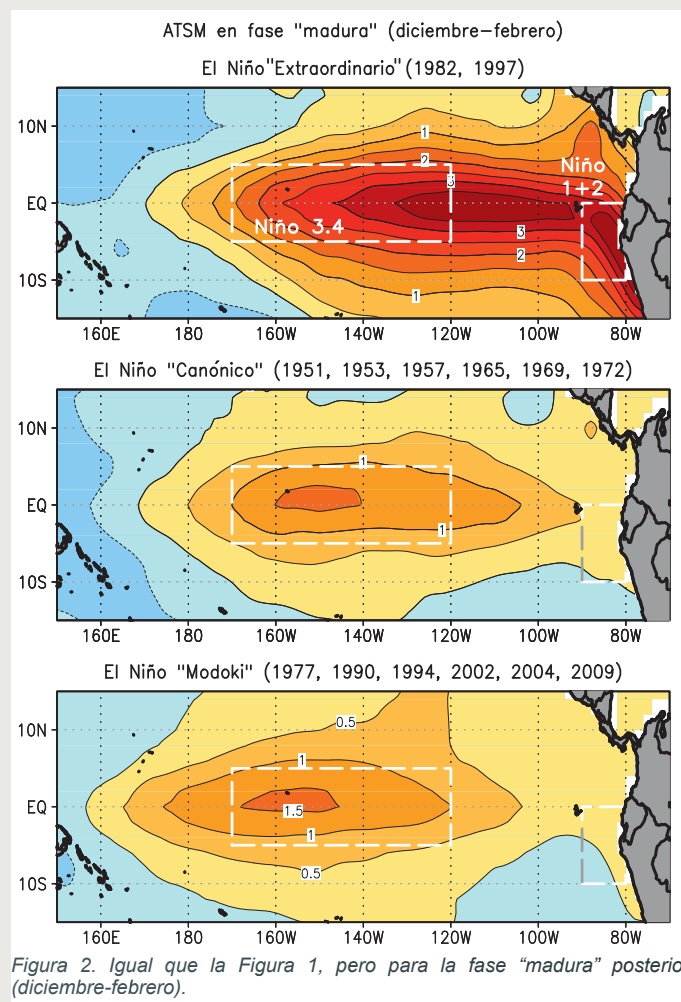


Figura 2. Igual que la Figura 1, pero para la fase “madura” posterior (diciembre-febrero).

El Niño “Extraordinario”

Desafortunadamente, mientras Rasmusson y Carpenter publicaban su estudio, ese mismo año 1982 se inició el evento El Niño más intenso observado hasta entonces, pero ¡su evolución fue distinta a la “típica”! La falta de una fase “pico” precursora, con calentamiento frente a la costa del Perú, combinada con limitadas mediciones oceanográficas y problemas con los datos satelitales

asociados a la erupción del volcán Chichón, impidieron que la comunidad científica internacional se diera cuenta de lo que estaba ocurriendo hasta que el evento se manifestó en toda su magnitud (Wallace et al., 1998).

La situación fue distinta quince años después cuando se desarrolló El Niño 1997-98 (tan fuerte como el de 1982-83), porque esta vez ya se contaba con las boyas TAO/TRITON que monitorizaban el Pacífico ecuatorial, con los modelos de pronóstico climático, y con un entendimiento científico bastante más profundo. En este caso existían información y pronósticos que permitieron que en Perú se tomaran medidas de prevención con varios meses de anticipación (Zapata y Sueiro, 1999). Sin embargo, el fenómeno fue tan intenso que los daños totales se estima que fueron equivalentes al 4.5% del producto bruto interno del país (CAF, 2000).

Estos dos eventos fueron tan impactantes (Figura 2, panel superior) que quedaron grabados permanentemente en la memoria de aquellos que los experimentaron. Debido a esto, el término “El Niño” se convirtió en sinónimo de catástrofe para muchos. Sin embargo, hay que recordar que dichos eventos fueron muy inusuales y que en su gran mayoría los fenómenos El Niño son bastante más débiles (y los años en los cuales se registran eventos El Niño débiles ahora podrían considerarse “buenos”).

El Niño “Modoki”

Entre el año 1999 y la actualidad, los eventos El Niño han presentado una variabilidad de la temperatura superficial más enfocada en el Pacífico central, con relativamente poca señal en nuestra costa. A este tipo de fenómenos se les está dando una diversidad de nombres, donde quizás el más pegajoso es el de “Niño Modoki” (Ashok et al., 2007), donde *modoki* es una palabra que aproximadamente significa “falso”. Otros nombres son “El Niño del Pacífico central”, “El Niño de la piscina cálida” o “El Niño de la línea de cambio de fecha” (ver Takahashi et al., 2011 para más referencias).

Distinguiendo entre tipos de El Niño

Es importante notar que muchos centros científicos internacionales definen El Niño/La Niña según las temperaturas superficiales en el Pacífico central, particularmente en la región llamada Niño 3.4. Este índice, introducido por la NOAA de los EEUU (Barnston et al., 1997), no es un mejor indicador del Fenómeno El Niño como es conocido en Perú, sino que: i) se relaciona mejor con fluctuaciones atmosféricas de gran escala como la Oscilación Sur, y ii) tiene mejor relación con los impactos a escala global (incluyendo los Andes). Sin embargo, para

los impactos en la costa peruana, un mejor índice (aunque no necesariamente “el mejor”) es la región Niño 1+2. Mientras el comportamiento de los dos índices sea similar, no es crítico distinguir entre ellos, pero en la década más reciente no ha sido el caso (Figura 3). Usando el Índice Costero El Niño (ICEN) basado en Niño 1+2, el ENFEN de Perú identificó en el año 2012 un evento El Niño débil en la costa, mientras que el resto del mundo esperaba un evento El Niño en el Pacífico central que no se materializó. Por otro lado, El Niño 2009-10 fue uno de los más intensos registrados en el Pacífico central, pero en nuestra costa solo se sintió en forma débil.

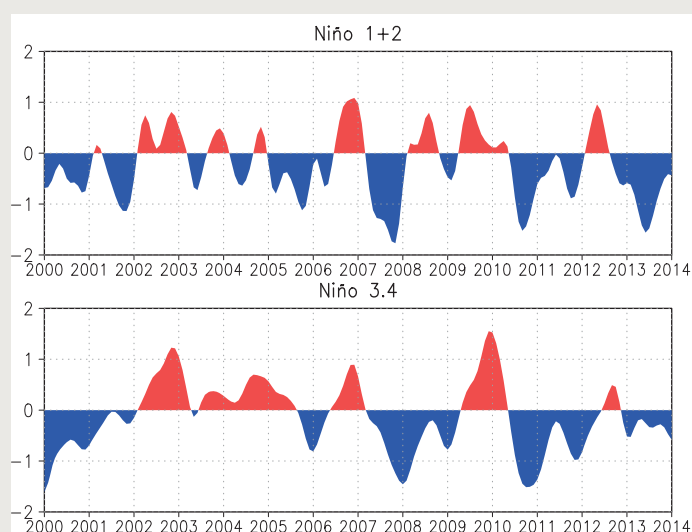


Figura 3. Índices de anomalía de temperatura superficial del mar (°C) frente a Sudamérica (Niño 1+2) y Pacífico central (Niño 3.4) desde el año 2000 al presente.

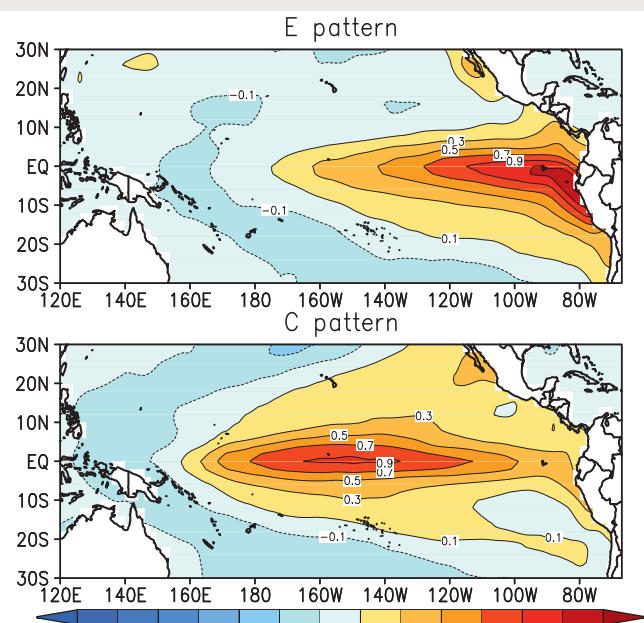


Figura 4. Patrones de anomalía de la temperatura superficial del mar (°C) correspondientes a un valor unitario de los índices E (arriba) y C (abajo).

El estudio de Takahashi y coautores (2011) muestra que con dos índices se puede describir la mayor parte de la variabilidad de temperatura superficial interanual en el Pacífico ecuatorial. Ellos definen dos índices, *E* y *C*, que corresponden a anomalías en el Pacífico este y centro, respectivamente (Figura 4). La ventaja sobre otros índices convencionales (ej. Niño 1+2 y 3.4) es que *E* y *C* no tienen correlación lineal entre sí (se basan en “componentes principales”), lo cual les permite separar la variabilidad propia y exclusiva de las dos regiones. En la Figura 5 se muestran estos índices para diciembre-febrero, cuando se da la fase “madura” de El Niño. Como es de esperarse, los eventos tipo “modoki” tienen un poco más señal en *C* que en *E* en comparación con los eventos “canónicos”. Sin embargo, los eventos “extraordinarios” claramente escapan a la distribución regular, mostrando un valor mucho mayor en *E*. Esto llevó a Takahashi et al. (2011) a postular que dichos eventos posiblemente involucren procesos físicos distintos a los demás. Dada la importancia de estos eventos por sus impactos, este es un tema prioritario de investigación para el Perú.

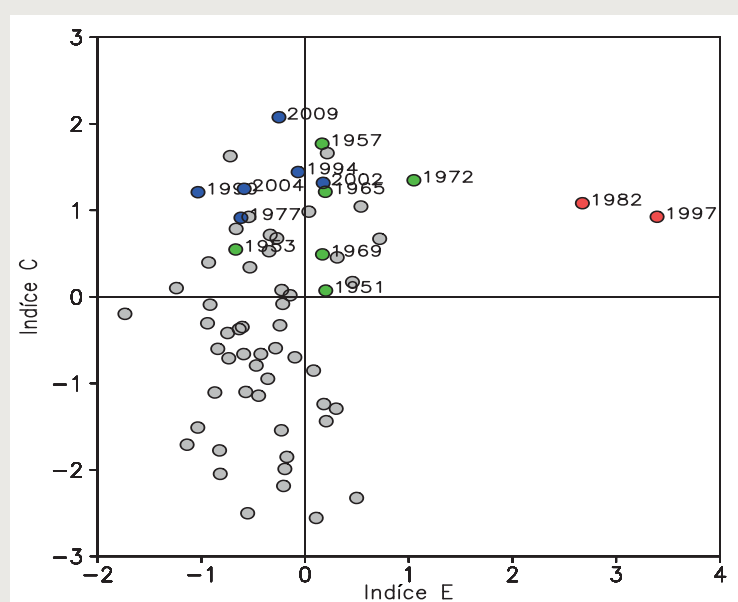


Figura 5. Gráfico de dispersión de los índices *E* y *C* para diciembre-febrero. Se indican los eventos El Niño “extraordinario” (rojo), “canónico” (verde) y “modoki” (azul) de las figuras 1 y 2.

Referencias

Ashok, K., Behera, S. K., Rao, S. A., H. Weng, and T. Yamagata (2007), *El Niño Modoki and its possible teleconnection*, J. Geophys. Res., 112, C11007, doi:10.1029/2006JC003798.

Barnston, A. G., Chelliah, M., Goldenberg, S. B., 1997: *Documentation of a highly ENSO-related SST region in the equatorial Pacific: Research note*, Atmosphere-Ocean, 35:3, 367-383, doi:10.1080/07055900.1997.9649597.

Bjerknes, J., 1969: *Atmospheric teleconnections from the equatorial Pacific*, Mon. Wea. Rev., 97 (3), 163-172.

Cane, M. A., 1983: *Oceanographic events during El Niño*, Science, 222 (4629), 1189-1195.

Carranza, L., 1891: *Contra-corriente marítima, observada en Paita y Pacasmayo*, Bol. Soc. Geogr. Lima, 1 (9), 344-345.

Carrillo, C. N., 1892: *Hidrografía oceánica*, Bol. Soc. Geogr. Lima, 2, 72-110.

Corporación Andina de Fomento, 2000: *El Fenómeno El Niño 1997-1998. Memoria, retos y soluciones, Volumen V: Perú*.

Cushman, G. T., 2004: *Enclave Vision: Foreign networks in Peru and*

the internationalization of El Niño research during the 1920s, History of Meteorology.

Eguiguren, V., 1894: *Las lluvias en Piura*, Bol. Soc. Geogr. Lima, 4, 241-258.

Kug, J. S., Jin, F. F., and An, S. I., 2009: *Two types of El Niño events: cold tongue El Niño and warm pool El Niño*, J. Climate, 22 (6), 1499-1515, doi:10.1175/2008JCLI2624.1.

Murphy, R. C., 1926: *Oceanic and climatic phenomena along the west coast of South America during 1925*, Geographical Review, 16 (1), 26-54.

Rasmusson, E. M., Carpenter, T. H., 1982: *Variations in tropical sea surface temperature and surface wind fields associated with the Southern Oscillation/El Niño*, Mon. Wea. Rev., 110, 354-384.

Takahashi, K., Montecinos, A., Goubanova, K., Dewitte, B., 2011: *ENSO regimes: Reinterpreting the canonical and Modoki El Niño*, Geophys. Res. Lett., doi:10.1029/2011GL047364.

Wallace, J.M., Rasmusson, E.M., Mitchell, T.P., Kousky, V.E., Sarachik, E.S., von Storch, H., 1998: *On the structure and evolution of ENSO-related climate variability in the tropical Pacific: Lessons from TOGA*. J. Geophys. Res., 103 (C7), 14241-14259.

Zapata Velasco, A., Sueiro, J. C., 1999: *Naturaleza y política: el gobierno y el fenómeno del Niño en el Perú, 1997-1998*, IEP/CooperAcción.

El Índice Costero El Niño (ICEN): historia y actualización

Ken Takahashi, Kobi Mosquera y Jorge Reupo

Instituto Geofísico del Perú

Introducción

El Perú es uno de los pocos países en el mundo que requiere dos índices para el monitoreo de El Niño debido a que tiene tanto impactos locales (lluvias en la costa, perturbaciones al ecosistema marino, etc.), como remotos a través de teleconexiones atmosféricas (tendencia a menores precipitaciones en los Andes y Amazonía).

Para los efectos remotos, la mayoría de centros internacionales realizan el monitoreo del Pacífico central (ej. Niño 3.4) y de índices asociados como el *Oceanic Niño Index* (ONI), el *Multivariate El Niño Index* (MEI) o incluso el Índice de Oscilación Sur (SOI en inglés). Sin embargo, para los efectos locales, el Estudio Nacional del Fenómeno El Niño (ENFEN) siempre ha deseado tener un índice más relevante a la costa sudamericana que permita determinar en forma objetiva la presencia de El Niño o La Niña y sus magnitudes.

El principal problema con esto es que El Niño se podría cuantificar de muchas formas. Por ejemplo, como indicador se podría utilizar la lluvia en la costa norte, la temperatura del mar, la velocidad de la corriente del Niño, la profundidad de la termoclina o, incluso, los impactos en la agricultura, infraestructura y/o salud. Sin embargo, estos criterios no son equivalentes. Por ejemplo, las lluvias solo se dan en el verano, pero esto no significa que todas las demás manifestaciones no se puedan dar fuera de esta temporada.

Una alternativa sería integrar todas estas medidas en un solo índice, pero habría dos grandes desventajas: 1) la

dificultad en lograr consenso para esta integración, y 2) la vulnerabilidad de este índice en condiciones operativas a la falla en la disponibilidad de uno de sus componentes (por ejemplo, falta del dato de lluvia por efecto de las inundaciones).

Establecimiento del ICEN

Por las consideraciones anteriores, en el año 2011 el Comité Técnico ENFEN, bajo la coordinación técnica del IGP, decidió establecer un único índice relevante al clima en la costa que 1) fuera similarmente satisfactorio (o insatisfactorio) para los miembros del Comité, y 2) fuera robusto y simple para un uso operativo confiable.

Se evaluaron varias propuestas y finalmente se acordó definir el Índice Costero El Niño (ICEN), basado en la anomalía de temperatura del mar en la región Niño 1+2 (90°W-80°W, 10°S-0°), que daría una referencia (aunque imperfecta) para las temperaturas de la costa. Además, debido a que El Niño es un fenómeno con escala de tiempo interanual, se resolvió aplicar una media móvil de 3 meses para reducir las fluctuaciones (ruido) de alta frecuencia. Se decidió también documentar con precisión el procedimiento de cálculo (ver abajo) para que el índice fuera reproducible (ENFEN, 2012). Luego, el Comité discutió diferentes umbrales para categorías de anomalías de temperaturas (cálidas y frías con diferentes magnitudes) que serían aplicables a cada mes. Finalmente, se decidió que se estaría en presencia de El Niño o La Niña en la costa cuando las condiciones anómalamente cálidas o

Categorías	Valor mensual del ICEN
Fría Fuerte	Menor que -1.4
Fría Moderada	Mayor o igual que -1.4 y menor que -1.2
Fría Débil	Mayor o igual que -1.2 y menor que -1.0
Neutras	Mayor o igual que -1.0 y menor o igual que 0.4
Cálida Débil	Mayor que 0.4 y menor o igual que 1.0
Cálida Moderada	Mayor que 1.0 y menor o igual que 1.7
Cálida Fuerte	Mayor que 1.7 y menor o igual que 3.0
Cálida Extraordinaria	Mayor que 3.0

Categorías de las anomalías en las condiciones de la temperatura según el ICEN. (Fuente: ENFEN, 2012)

El Índice Costero El Niño (ICEN): historia y actualización

Takahashi K., Mosquera K. y Reupo J.

frías, respectivamente, de acuerdo al ICEN se presentaran al menos por tres meses consecutivos. Los detalles del cálculo definidos en ese entonces se pueden encontrar en ENFEN, 2012.

Desde su implementación operativa en abril del 2012, el ICEN ha venido siendo calculado en el Instituto Geofísico del Perú y presentado en las reuniones del Comité Técnico ENFEN. Además, se está manteniendo una página web¹ donde los valores del ICEN están a disposición del público en general. A continuación se presentan unas actualizaciones y precisiones a cómo se calcula el ICEN y su versión aproximada.

Precisión numérica

Para eliminar ambigüedad en la comparación del ICEN con los umbrales, se estableció que el ICEN deberá ser reportado redondeado a dos decimales.

Cambio en los datos de entrada

Originalmente la fuente de datos para el cálculo del ICEN eran los datos de temperatura superficial del mar (TSM) absoluta del producto ERSST v3b de la *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA) de Estados Unidos para la región Niño 1+2, del archivo correspondiente en la web de la NOAA (ENFEN 2012).

A inicios del año 2013 se descubrió que la NOAA había iniciado un nuevo procedimiento de actualización de los valores más recientes de ERSST un mes después de inicialmente publicados dichos datos para incorporar más fuentes de información.

Debido a que la operatividad del ICEN requiere estabilidad en sus valores, se solicitó a la NOAA que se mantenga un archivo aparte² para el uso del ENFEN con los datos sin actualizar, y son estos los ahora utilizados para la actualización del ICEN.

Valores temporales del ICEN (ICENTmp)

Los datos mensuales para el cálculo del ICEN son actualizados aproximadamente dentro de cinco días de finalizado el mes, permitiendo una actualización oportuna pero con un retraso de un mes debido al uso de la media corrida de tres meses.

Para poder contar con valores referenciales del ICEN en tiempo real, se les aproxima utilizando dos fuentes de datos alternativos en lugar de ERSST para el mes presente y el siguiente. Por ejemplo, a finales de un febrero dado se contaría con el dato de ERSST solo hasta enero inclusive. Con esto se puede calcular el ICEN correspondiente a diciembre del año anterior. Para calcular el valor aproximado ICENTmp para enero, se considera el promedio de los datos semanales de OI SST para febrero junto con los datos de ERSST de los dos meses anteriores. Para el cálculo del ICENTmp de febrero, se complementa ERSST de enero y OI SST de febrero con datos de pronóstico con modelos climáticos para marzo. Según una evaluación realizada sobre el periodo

Definiciones:

“Evento El Niño en la región costera de Perú”

Periodo en el cual el ICEN indique “condiciones cálidas” durante al menos tres (3) meses consecutivos. La magnitud de este evento es la mayor alcanzada o excedida en al menos tres (3) meses durante el evento.

“Evento La Niña en la región costera de Perú”

Periodo en el cual el ICEN indique “condiciones frías” durante al menos tres (3) meses consecutivos. La magnitud de este evento es la mayor alcanzada o excedida por las condiciones de al menos tres (3) meses durante el evento.

(Fuente: ENFEN, 2012)

junio 2012-mayo 2013, el error RMS de los ICENTmp del mes presente y el siguiente fue de 0.13 y 0.30°C, respectivamente. Sin embargo, puntualmente el error máximo absoluto observado en este periodo llegó a ser de 0.27 y 0.56°C, respectivamente. Entonces, si bien estas aproximaciones proporcionan una referencia útil, se debe tener cuidado en su uso, particularmente cuando los valores se encuentran cerca de los umbrales.

Referencias

ENFEN, 2012: Definición operacional de los eventos El Niño y La Niña y sus magnitudes en la costa del Perú, Nota Técnica.

¹ www.met.igp.gob.pe/datos/icen.txt

² <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/data/indices/ersst3b.nino.mth.81-10.rt.ascii>

Estudio de El Niño 1925-26 fue presentado en el Ocean Sciences Meeting

El 26 de febrero el Dr. Ken Takahashi, responsable del área de Investigación en Variabilidad y Cambio Climático del IGP, presentó los resultados del estudio *"The strong far-eastern Pacific El Niño in 1925-26, revisited"* en la sesión *"Understanding and simulating ENSO in past, present and future climates"* del Ocean Sciences Meeting (OSM).

El encuentro, organizado por la *Association for the Sciences of Limnology and Oceanography* (ASLO), la *American Geophysical Union* (AGU) y *The Oceanography Society* (TOS), tuvo lugar en Honolulu, Hawái (EEUU) del 23 al 28 de febrero y reunió a científicos de todo el mundo con el objetivo de intercambiar conocimientos y discutir temas sobre las ciencias del océano, incluyendo física, biología, química y oceanografía geológica, tecnología y temas multidisciplinarios.

El OSM representa la más grande cumbre internacional de científicos oceánicos, ingenieros, estudiantes, educadores, tomadores de decisiones, y otros grupos de interés, y fue creado en 1982 como resultado de un esfuerzo conjunto entre AGU y ASLO, mientras que TOS se involucró a partir del 2004. Frente a la creciente evidencia de los múltiples impactos que la acción humana produce sobre los océanos, la OSM es un importante escenario donde compartir resultados y avances científicos¹.

La investigación presentada por el Dr. Takahashi en el *Ocean Sciences Meeting* analiza el Fenómeno El Niño producido en los años 1925-26 frente a la costa de Sudamérica, considerado por sus impactos locales como uno de los más intensos del siglo XX, pero que tuvo relativamente baja repercusión globalmente, resaltando la importancia de entender los procesos físicos propios de nuestra región.



El Ocean Sciences Meeting representa la más grande cumbre internacional de científicos oceánicos, ingenieros, estudiantes, educadores, tomadores de decisiones.



El Ocean Sciences Meeting es un importante escenario donde compartir resultados y avances científicos.

Contrariamente a los impresionantes eventos de El Niño que se hubo en los años 1982-83 y 1997-98, el fenómeno del 1925-26 se desarrolló primariamente en el Pacífico oriental extremo y su etapa inicial, a comienzo del 1925, parece haber sido desencadenada por procesos océano-atmósfera meridionales (norte-sur). Además, esta fase inicial presentó importantes anomalías de la temperatura superficial del mar y persistentes lluvias en las costas del Perú normalmente áridas.

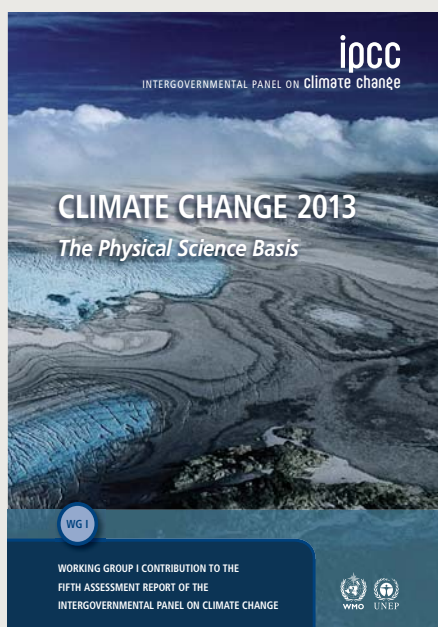
Las conclusiones del estudio del Dr. Takahashi sugieren que la década del 1920 fue en general menos estable que la presente. Entender los factores que afectan estas dinámicas podría ser importante para explicar el predominio de diferentes tipos de eventos de El Niño.

El estudio del Dr. Takahashi será presentado de manera más detallada en un próximo número de este Boletín.

¹<http://www.sgmeet.com/osm2014/default.asp>

IGP aporta al informe final del IPCC sobre la física del cambio climático

A fines de enero, el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC) de las Naciones Unidas publicó la versión final y completa del informe “Cambio Climático 2013: Base de Ciencia Física”, que es la evaluación más completa del estado actual del conocimiento científico sobre el cambio climático y en el cual se citan publicaciones de investigadores del IGP, quienes además proporcionaron opinión experta para la revisión del borrador final de este informe.



El informe “Cambio Climático 2013: Base de Ciencia Física” es la evaluación más completa del estado actual del conocimiento científico sobre el cambio climático.

Estas publicaciones en revistas científicas internacionales son de autoría de los Dres. Ken Takahashi y Jhan Carlo Espinoza, investigadores principales del IGP, y de las Dras. Clémentine Junquas y Katherina Goubanova, actualmente investigadoras post-doctorales del Instituto de Investigación para el Desarrollo (IRD - Francia) en la Institución. De las nueve publicaciones citadas, ocho tienen primera autoría de dichos investigadores y fueron mencionadas un total de trece veces en el informe. Los cuatro capítulos donde se encuentran estas citaciones fueron los de observaciones (atmósfera, superficie), nubes y aerosoles, cambio climático a largo plazo, y fenómenos climáticos y su relevancia al cambio climático regional.

¹ Takahashi, K., Montecinos, A., Goubanova, K., Dewitte, B., 2011: ENSO regimes: Reinterpreting the canonical and Modoki El Niño, *Geophys. Res. Lett.*, doi:10.1029/2011GL047364.

² <http://www.ipcc.ch/organization/organization.shtml>

Entre los artículos citados destaca el de Takahashi et al. 2011¹, en el que se proponen dos índices para la descripción de El Niño.

Para la revisión externa del informe final se convocó en forma abierta a investigadores expertos en la temática. De parte del Perú únicamente participaron los Dres. Espinoza y Takahashi, cuyas observaciones al documento resultaron en una mención más explícita sobre aspectos del clima en el Perú, particularmente en relación a las tendencias y eventos extremos en la Amazonía, el cambio climático y los glaciares tropicales, y el enfriamiento del mar en la década reciente en nuestra costa.

Cabe destacar que el IPCC fue establecido por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y la Organización Meteorológica Mundial (OMM) en 1988 para ofrecer al mundo una visión científica clara sobre el estado actual del conocimiento sobre el cambio climático y sus posibles impactos ambientales y socio-económicos. Una de sus principales funciones consiste en analizar, de forma exhaustiva, objetiva, abierta y transparente, la información científica, técnica y socioeconómica relevante para entender los elementos científicos del riesgo que supone el cambio climático provocado por las actividades humanas, sus posibles repercusiones y las posibilidades de adaptación y atenuación del mismo².

Miles de científicos de todo el mundo contribuyen constantemente a su labor sobre una base voluntaria.



Investigadores Científicos del IGP y del IRD cuyas publicaciones son citadas en el informe “Cambio Climático 2013: Base de Ciencia Física”.

Resumen del Informe Técnico

PPR/El Niño - IGP/ 2014 - 02

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 Índice Costero El Niño (ICEN), las condiciones climáticas en la costa fueron neutras hasta enero de 2014. 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 entre fines de abril e inicios de mayo.

El pronóstico de la temperatura superficial indica condiciones dentro de lo neutral hasta mayo de 2014 tanto cerca a nuestra costa (Niño 1+2, ICEN) así como en el Pacífico central (Niño 3.4). Para los meses posteriores la incertidumbre es alta, 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.

Índice Costero El Niño

Utilizando los datos de temperatura superficial del mar promediados sobre la región Niño 1+2, actualizados hasta febrero 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 enero de 2014. Los valores recientes hasta esa fecha son:

Año	Mes	ICEN	Condiciones costeras del mes
2013	Setiembre	-0.98	Neutro
2013	Octubre	-0.68	Neutro
2013	Noviembre	-0.51	Neutro
2013	Diciembre	-0.30	Neutro
2014	Enero	-0.49	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. 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.

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 cálidas¹ en el Pacífico central y oriental. Se nota una onda Kelvin que arribaría a la costa sudamericana entre 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.

Pronóstico estacional 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). 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

¹ 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.

Resumen del Informe Técnico

PPR/EI Niño - IGP/ 2014 - 02

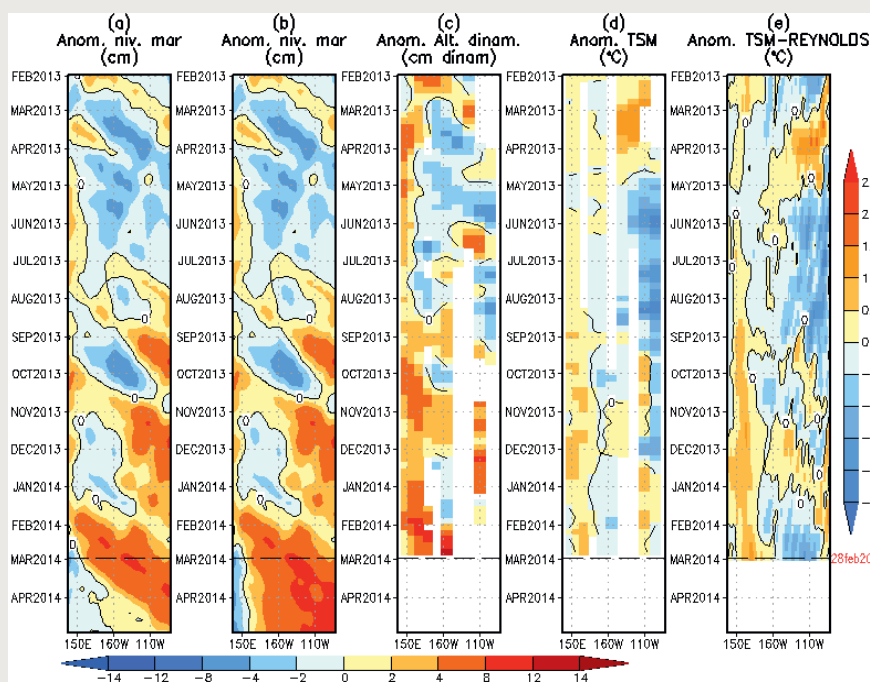


Figura 1. Anomalías (a y b) del nivel medio del mar simulado con LOM1 (termoclina uniforme), (c) de la altura dinámica (TAO), (d y e) de la temperatura superficial del mar observada de TAO y Reynolds, respectivamente, en la región ecuatorial (2°S y 2°N). En (a) y (b) la línea cortada en color negro indica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

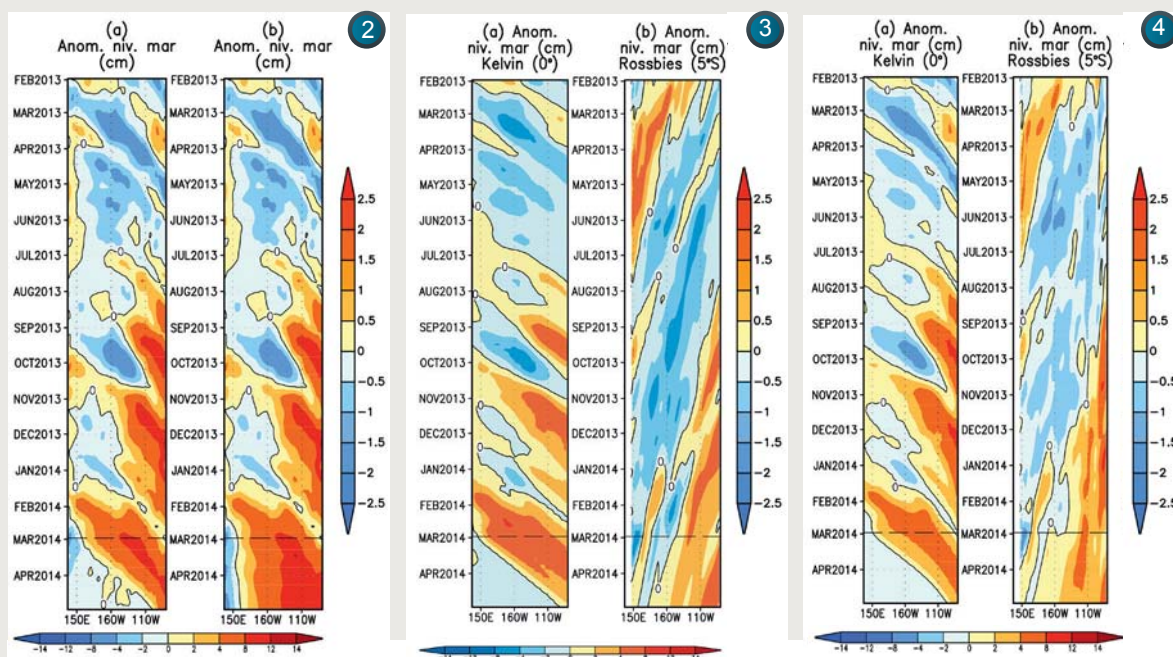


Figura 2. Similar a la Figura 1, pero para LOM2 (termoclina variable).

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

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

recomienda tomar con mucho cuidado los pronósticos actuales. Se espera que los pronósticos sean más confiables cuando sean inicializados en febrero y marzo 2014.

Similarmemente, los pronósticos para la región del Pacífico ecuatorial central (Niño 3.4) 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.

Resumen del Informe Técnico

PPR/El Niño - IGP/ 2014 - 02

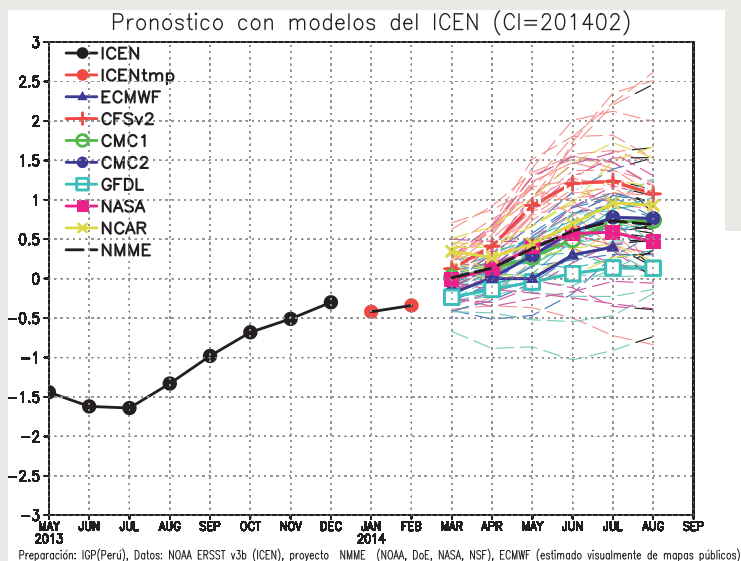


Figura 5. Índice Costero El Niño (ICEN, negro con círculos llenos) y sus valores temporales (ICENTmp, rojo con círculos llenos). Además, pronósticos numéricos del ICEN (media móvil de 3 meses de las anomalías pronosticadas de TSM en Niño 1+2) por diferentes modelos climáticos. Las líneas entrecortadas 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 diciembre de 2013. El modelo ECMWF tiene 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).

Conclusiones

1. El ICEN para los meses de octubre a enero de 2014 correspondió 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 neutras y cálidas 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., Tippet, 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 Perú. 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 Magister 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.

COMITÉ MULTISECTORIAL ENCARGADO DEL ESTUDIO NACIONAL DEL FENÓMENO EL NIÑO (ENFEN)



COMUNICADO OFICIAL ENFEN N° 02 - 2014 ATÍPICO ENFRIAMIENTO EN LA COSTA PERUANA DURANTE FEBRERO

El Comité encargado del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño (ENFEN) se reunió para analizar y actualizar la información de las condiciones meteorológicas, oceanográficas, biológico-pesqueras e hidrológicas, donde se observó durante el mes de febrero de 2014, un enfriamiento atípico a lo largo del litoral peruano.

En el Pacífico ecuatorial oriental (Región Niño¹ 1+2), los vientos en superficie presentaron ligeras anomalías del Oeste, mientras que en el Pacífico ecuatorial occidental (Región Niño 4) persisten las anomalías de vientos del Oeste de mayor magnitud.

El Anticiclón del Pacífico Sur² (APS) presentó en promedio, un núcleo con una anomalía en su intensidad de +3 hPa y en su ubicación al suroeste de su posición normal con una orientación meridional. En consecuencia, se generaron incrementos de gradientes de presión en la franja costera que intensificaron los vientos superficiales y fortalecieron el afloramiento costero

El Índice Costero El Niño³ (ICEN) continúa en el rango neutral.

En el litoral peruano, las temperaturas superficiales del mar (TSM) disminuyeron hasta alcanzar anomalías negativas debido a la intensificación del APS; asimismo, el nivel medio del mar (NMM) presentó anomalías negativas, aunque con valores dentro del rango normal.

Las temperaturas mínimas del aire presentaron anomalías negativas a lo largo de la franja costera, debido al atípico enfriamiento del litoral peruano; la temperatura máxima sólo presentó anomalías negativas en el litoral central por el efecto de trasvase de nubosidad.

Los indicadores reproductivos de la anchoveta, en la región norte – centro se encuentran dentro de su desove de verano, favorecidos por la presencia de aguas frías en la zona costera.

Los ríos de la costa, en la zona norte presentaron valores de caudales por debajo de sus promedios históricos, debido a la poca frecuencia e intensidad de lluvias en las

partes altas de las cuencas. Los principales reservorios en la costa norte y sur registraron 21% y 42% de la capacidad de almacenamiento, respectivamente. En la zona sur, la tendencia al incremento de los niveles de embalse observados en el mes de enero cesó en el mes de febrero, debido a la deficiencia de lluvias en las partes altas.

Perspectivas

Los modelos numéricos de las agencias internacionales, continúan indicando valores dentro del rango neutral en las regiones Niño 1+2 y Niño 3.4 para los próximos tres meses.

Se prevé que en el litoral peruano, las temperaturas del aire y del agua de mar se incrementen durante el mes de marzo con una tendencia a la normalización, al igual que el nivel medio del mar.

Se prevé que, entre fines de marzo e inicios de abril, llegue una onda Kelvin cálida al Pacífico oriental que incrementaría la temperatura y el nivel medio del mar, así como la temperatura del aire, principalmente en la costa norte del Perú.

Las condiciones atmosféricas actuales vienen favoreciendo la ocurrencia de lluvias esporádicas en la costa norte, y que sumado al arribo de la onda cálida, éstas podrían presentarse con una mayor frecuencia. Sin embargo, esta situación no implicaría la normalización del régimen de lluvias actualmente deficiente.

El Comité ENFEN continuará monitoreando e informando la evolución de las condiciones actuales.

Callao, 06 de marzo de 2014

¹Región Niño: El Pacífico tropical ha sido dividido en áreas denominadas "Regiones Niño". La Región Niño 1 (80°O - 90°O y 5°S - 10°S), la Región Niño 2 (80°O - 90°O y 0° - 5°S), la Región Niño 3 (90°O - 150°O y 5°N - 5°S), la Región Niño 4 (150°O - 160°E y 5°N - 5°S), la Región Niño 3.4 (120°O - 170°O y 5°N - 5°S) y la Región Niño 1+2 (90°O - 80°O, 0° - 10°S).

²APS: Anticiclón del Pacífico Sur. Sistema de alta presión, ubicado sobre el Pacífico Sur, que gira en sentido contrario a las agujas del reloj.

³ENFEN, 2012. Definición operacional de los eventos "El Niño" y "La Niña" y sus magnitudes en la costa del Perú (<http://www.imarpe.gob.pe>, www.igp.gob.pe, www.indec.gob.pe, www.dhn.mil.pe, www.ana.gob.pe, www.senamhi.gob.pe).





© Instituto Geofísico del Perú
Calle Badajoz 216, Urb. Mayorazgo IV Etapa, Ate, Lima, Perú
Central Telefónica: (511) 317 2300
<http://www.igp.gob.pe>
 <http://www.facebook.com/igp.peru>
 http://twitter.com/igp_peru

En el marco del:

