



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Instituto Geofísico del Perú - IGP

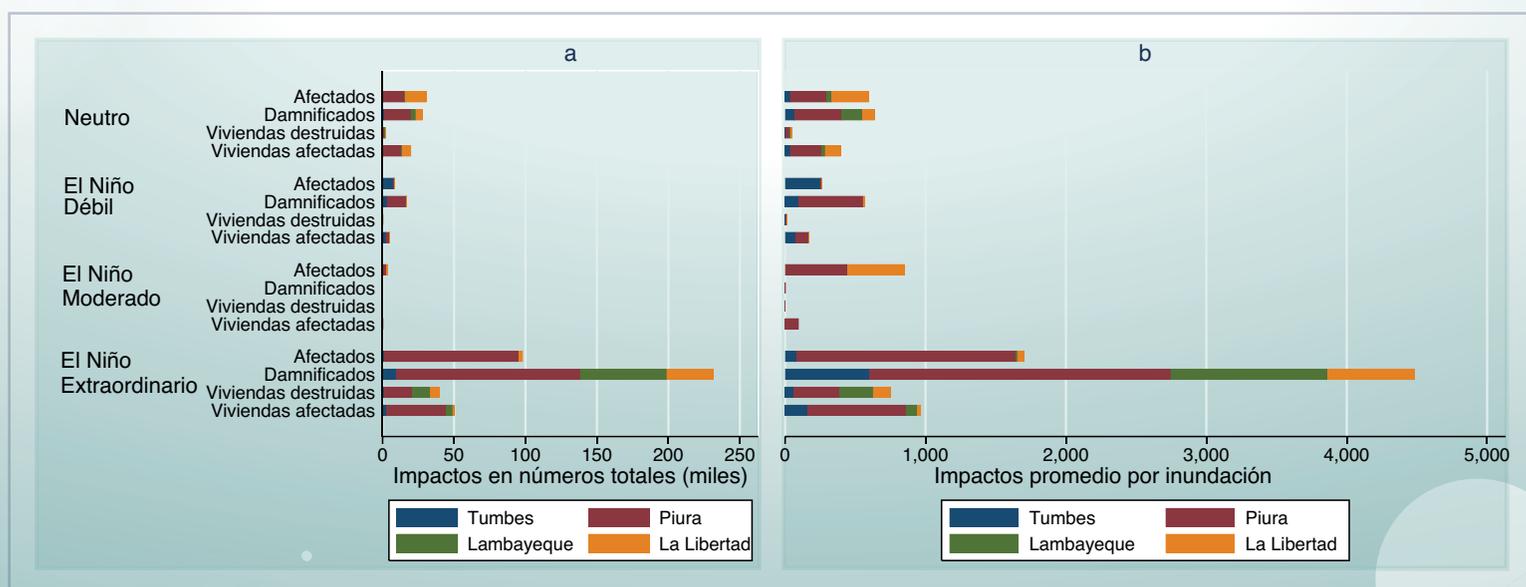


Programa Presupuestal por Resultados N° 068: "Reducción de vulnerabilidad y atención de emergencias por desastres" Producto: "Entidades informadas en forma permanente y con pronósticos frente al Fenómeno El Niño"

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

Boletín Técnico

Daños personales y materiales por inundaciones en temporada de lluvias, según las categorías El Niño costero en el norte peruano 1994 - 2012



Contenido

2 - 3 **Introducción**

4 - 8 **Artículo de Divulgación Científica**

9 - 10 **Avances de Investigación**

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

Carátula: Machuca, 2014. Ver figura y leyenda en la página 6.

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

Impreso por:
Editorial Súper Grafica E.I.R.L.
Av. Naciones Unidas N° 1830 - Cercado de Lima
Teléfono (511) 7150315

Lima, Enero del 2015

Hecho el Depósito Legal en la
Biblioteca Nacional del Perú N° 2015-00859

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.



IGP

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.



ENFEN

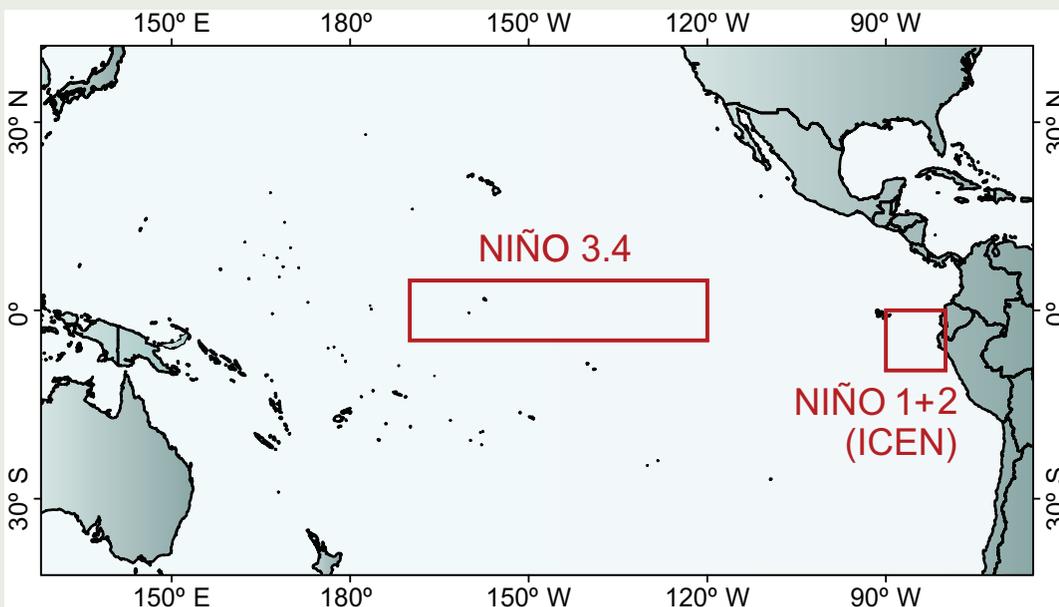
El Comité Multisectorial para el Estudio Nacional del Fenómeno El Niño (ENFEN), conformado por representantes de IMARPE, DHN, IGP, SENAMHI, ANA e Indeci, es el ente que genera la información oficial de monitoreo y pronóstico del Fenómeno El Niño y otros asociados.

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



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.

Artículo de Divulgación Científica

Impactos económicos de El Niño costero en el sector vivienda a causa de inundaciones en la costa norte del Perú

Las inundaciones en el mundo

Las inundaciones representan aproximadamente el 50% de los desastres naturales no biológicos que ocurren en el mundo (Guha-Sapir, 2011), asimismo, son responsables del 85% de las personas afectadas y 3% de fallecidos por desastres naturales (CRED, 2011). Por lo tanto, al producirse, un hecho de esta naturaleza trae como consecuencia lamentables y cuantiosos decesos, miles de damnificados y significativas pérdidas económicas que, como efecto añadido, generan reducción en la calidad de vida y obstaculizan el desarrollo sostenible del país (INDECI, 2010).

Tipos de El Niño y sus impactos en el Perú

El Fenómeno El Niño es un evento natural asociado a la variabilidad interanual en el océano Pacífico Tropical generalmente, pero no siempre, relacionado a inundaciones en la costa peruana cuando el mar costero se calienta (Woodman y Takahashi, 2014), aunque el calentamiento en el Pacífico Central puede suprimir la lluvia en las partes altas de las cuencas (Lavado y Espinoza, 2014). Dado que eventos El Niño pueden diferir bastante entre sí, se ha empezado a distinguir entre tipos o variedades de este fenómeno según dónde ocurre el calentamiento y su magnitud (Takahashi, 2014). Por esto, el Comité Multisectorial para el Estudio Nacional del Fenómeno El Niño (ENFEN) utiliza operativamente dos índices y dos definiciones de El Niño con la finalidad de distinguir lo que ocurre en el Pacífico Central (región Niño 3.4) y cerca de la costa de Sudamérica (Índice Costero El Niño, o ICEN, basado en la región Niño 1+2; ENFEN 2012; Takahashi y Reupo, 2014).



Lic. Ricardo Machuca Breña
Analista económico del
Organismo de Evaluación y
Fiscalización Ambiental

Lic. en Economía de la Universidad Nacional del Callao, con cursos de especialización en evaluación de impactos económicos-sociales y ambientales, econometría aplicada a la investigación y valoración económica de bienes y servicios ecosistémicos. Asimismo, domina diversos paquetes estadísticos – econométricos especializados. Actualmente labora en el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA), donde se desempeña como analista económico. Desde 2011 ha participado en diversos estudios de valoración económica de impactos ambientales y en estudios de valoración económica de bienes y servicios ecosistémicos.

Reportes de emergencias por inundaciones durante la presencia de El Niño costero en temporada de lluvias en la costa norte

Desde 1994 hasta la actualidad, el Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI) emite anualmente compendios de las estadísticas de las emergencias producidas en el Perú¹, en los cuales se puede encontrar información detallada sobre el número de los daños personales (afectados, damnificados, etc.) y materiales (viviendas afectadas, viviendas destruidas) por cada emergencia ocurrida a nivel nacional, así como el lugar donde ocurrieron los eventos.

A partir de estos compendios, Machuca (2014) pudo extraer y sistematizar información sobre damnificados, afectados, viviendas destruidas y viviendas afectadas por inundaciones entre los años 1994 y 2012 para los departamentos peruanos de Tumbes, Piura, Lambayeque y La Libertad. Asimismo, de acuerdo con el criterio del ENFEN basado en el ICEN, pudo establecer la magnitud del Fenómeno El Niño costero en la que ocurrió cada inundación. Además, consideró como temporada de lluvias los meses desde diciembre hasta abril de cada año (INDECI, 2011). En la Figura 1 se aprecia el número de inundaciones mensuales en temporada de

¹En Machuca (2014), a través de reuniones con la Dirección de Preparación, Dirección de Políticas, Planes y Evaluación y la Sub Dirección de Aplicaciones Estadísticas del INDECI, el autor encontró que desde 1984 hasta 1985 existen Boletines Estadísticos del Sistema de Defensa Civil (SIDECI). Asimismo, desde 1986 hasta 1993 no se encontró información esquematizada, simplemente reportes administrativos (marginales) emitidos por el Sistema Nacional de Defensa Civil (SINADECI).

Impactos económicos de El Niño costero en el sector vivienda a causa de inundaciones en la costa norte del Perú

Machuca R., Takahashi K., Martínez A. G.

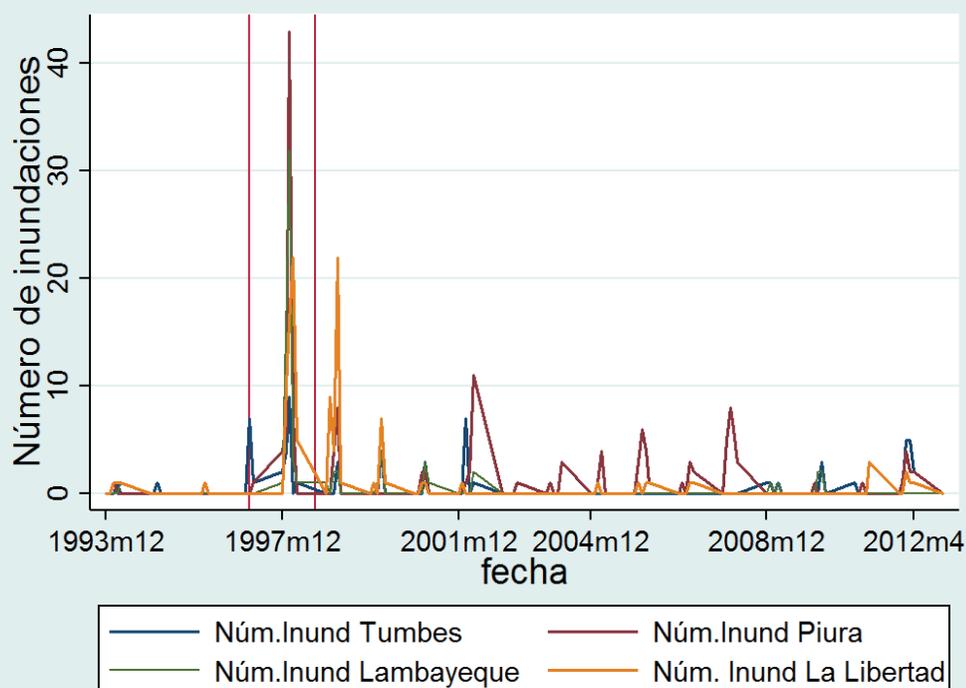
lluvias por cada uno de los departamentos del norte seleccionados. Las líneas rojas identifican el inicio y fin del Fenómeno El Niño de categoría extraordinaria (NE) de 1997-1998, dentro del cual ocurrió el mayor número de inundaciones en los cuatro departamentos.

Basándose en la definición de El Niño costero del ENFEN, se clasificaron las 19 temporadas de lluvias según las condiciones oceánicas, resultando en once clasificadas como neutras (N)², seis débiles (ND), una moderada (NM) y una extraordinaria (NE). Asimismo, según el criterio del ENFEN, no se identificó la presencia de La Niña costera en ninguna de las temporadas de lluvias de esos años, ni tampoco de El Niño costero fuerte.

Dpto.	N	ND	NM	NE	Total
	(11 T. Lluvias)	(6 T. Lluvias)	(1 T. Lluvias)	(1 T. Lluvias)	
Tumbes	19	29	0	16	64
Piura	60	29	6	60	155
Lambayeque	21	2	0	54	77
La Libertad	58	5	2	53	118
Total	158	65	8	183	414

Tabla 1. Número de inundaciones reportadas por departamento para cada una de las categorías del Fenómeno El Niño costero (Fuente: Machuca, 2014).

A continuación, se ilustran las inundaciones ocurridas durante el NE en el departamento de Piura, a nivel



distrital. Asimismo, se presentan los niveles de lluvias en Piura según lo encontrado en Douglas et al. (2008). Entre los distritos principalmente afectados encontramos: Castilla, Piura, Sullana, Cura Mori, Salitral, La Arena, Bellavista, Ignacio Escudero, Lancones,

Figura 1. Número de inundaciones en temporada de lluvias por cada departamento del norte peruano analizado. Las líneas verticales rojas representan el inicio y fin del Fenómeno El Niño de categoría extraordinaria (1997-1998). En el eje "y" se presenta el número de inundaciones y en el eje "x" el periodo de tiempo desde 1994 hasta 2012 (Fuente: Machuca, 2014).

Se logró identificar 414 inundaciones en temporada de lluvias desde 1994 hasta 2012, de las cuales 158 ocurrieron durante la categoría N, 65 durante la ND, 8 durante la NM y 183 durante la NE.

Por otro lado, a nivel de los cuatro departamentos analizados, se encontró la distribución de las inundaciones que se muestran en la Tabla 1:

Morropón, Buenos Aires, La Matanza, Yamango y San Juan de Bigote. Es importante determinar los distritos vulnerables ante los desastres naturales con la finalidad de fortalecer las capacidades en la gestión del riesgo de desastres. Al respecto, hay que tener en consideración que la vulnerabilidad acentúa los impactos negativos generados por el Fenómeno El Niño, en especial en su categoría extraordinaria.

²Algunos de los eventos identificados por el ENFEN como neutros (N) se presentaron paralelamente a eventos La Niña en el Pacífico Central. Por ejemplo, a los periodos dic 98- abr 99, dic 99- abr 00, dic 00- abr 01, dic 05- abr 06, dic 07- abr 08 neutros en la región Niño 1+2, corresponden magnitudes moderada, fuerte, débil, débil, moderada y moderada de los eventos La Niña en el Pacífico Central, respectivamente.

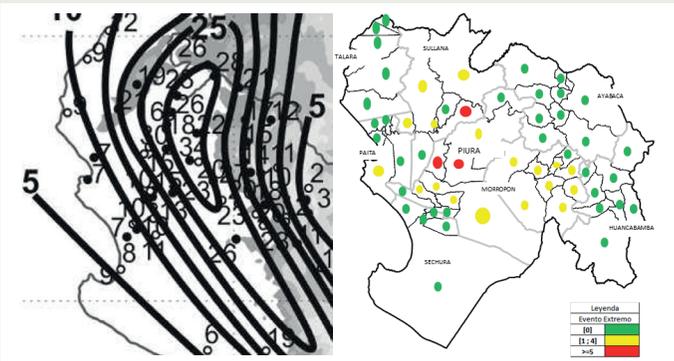


Figura 2. a) Precipitaciones promedio (mm) durante El Niño extraordinario 1997-1998 (Douglas et al., 2008), y b) Número de inundaciones reportadas en el departamento de Piura a nivel distrital durante el mismo evento (Fuente: Machuca, 2014).

Cálculo de daños económicos asociados a pérdidas en viviendas por inundaciones

En la Figura 3 se ilustran los daños personales y materiales por inundaciones en temporada de lluvias según las categorías El Niño costero basadas en la clasificación del ENFEN y la información de INDECI.

El NE fue la categoría que reportó mayores daños personales y materiales. Una inundación promedio³ durante el NE reportó 187 viviendas destruidas y 241 viviendas afectadas; los daños en el sector vivienda por inundación promedio se estiman en 3.5 millones de

nuevos soles. Durante el NM se reportó solo viviendas afectadas, 24 por inundación en promedio y con daños asociados estimados en aproximadamente 29 mil nuevos soles. Una inundación promedio durante el ND reportó 3 viviendas destruidas, 43 viviendas afectadas, y daños asociados estimados en 92 mil nuevos soles. Finalmente, una inundación promedio durante condiciones N reportó 13 viviendas destruidas y 99 afectadas, con daños asociados estimados en 328 mil nuevos soles.

Para los cuatro departamentos analizados se estimó, a partir del costo de reposición de una vivienda destruida y el costo de la afectación por la altura de la lámina de agua que potencialmente entró a una vivienda (Baro et al., 2005 y 2011), que los daños económicos para todas las inundaciones ocurridas en el periodo de análisis ascendió aproximadamente a **837'145,054.30 nuevos soles** del año 2013. A nivel departamental se determinó que los daños económicos por todas las inundaciones en el sector vivienda fueron: Tumbes S/. 25'158,209.57, Piura S/. 445'475,546.27, Lambayeque S/. 236'346,916.28, La Libertad S/. 130'164,382.18. Más detalles se pueden encontrar en Machuca (2014).

El evento NE (Dic 1997 – Abr 1998) representó el 91.26% del total de daños económicos por inundaciones en el sector vivienda en temporada de lluvias en todo el

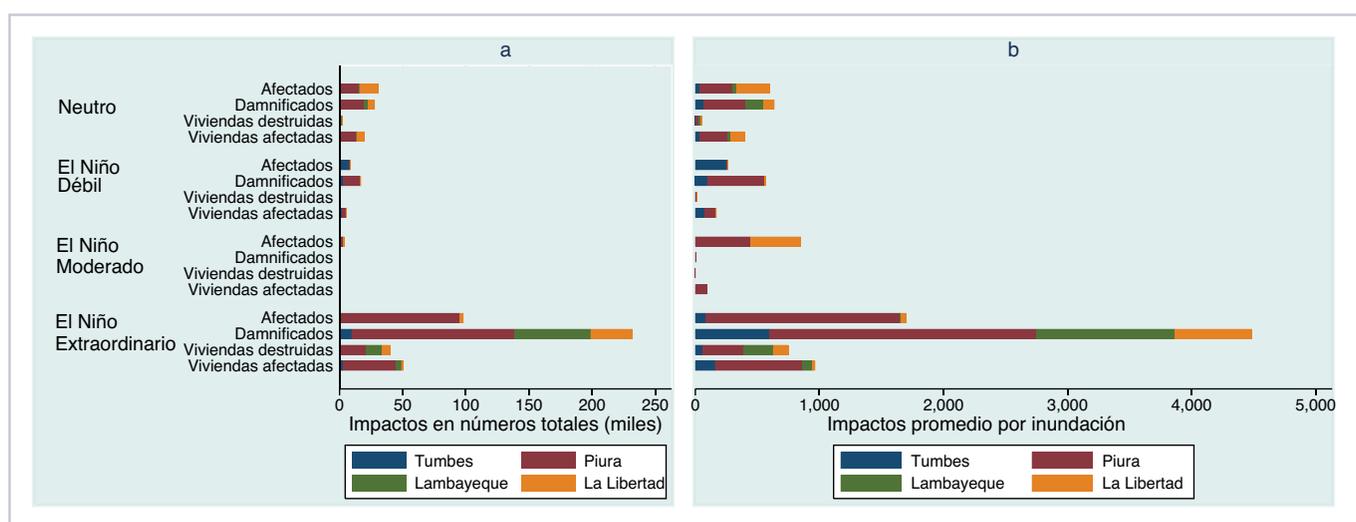


Figura 3. Número de afectados, damnificados, viviendas destruidas y viviendas afectadas por cada categoría del Fenómeno El Niño, para los departamentos de Tumbes, Piura, Lambayeque y La Libertad en el periodo 1994-2012. En el panel (a) se encuentran los daños totales por las inundaciones y en el panel (b) los daños promedio por una inundación (Fuente: Machuca, 2014).

³La inundación promedio en la práctica no ocurre necesariamente en forma simultánea en los cuatro departamentos.

Impactos económicos de El Niño costero en el sector vivienda a causa de inundaciones en la costa norte del Perú

Machuca R., Takahashi K., Martínez A. G.

Dpto.	Total de viviendas en condiciones vulnerables, según el censo de 1993 proyectadas a 1998	Total de viviendas impactadas por inundaciones durante EN Extraordinario	% de viviendas vulnerables impactadas por inundaciones durante EN Extraordinario
Tumbes	14,937	3,527	24%
Piura	209,648	62,010	30%
Lambayeque	139,640	16,993	12%
La Libertad	216,779	7,690	4%

Tabla 2. Porcentaje de viviendas en condiciones de vulnerabilidad, impactadas por inundaciones durante el NE (1997-1998) en los departamentos de Tumbes, Piura, Lambayeque y La Libertad. El número de viviendas en condiciones de vulnerabilidad fue proyectado a 1998 a partir de información del censo población y vivienda de 1993 (Fuente: Machuca, 2014).

periodo de estudio, seguido de los daños en los eventos neutros de Dic 1998 – Abr 1999 y Dic 2000 – Abr 2001 que representaron el 2.55% y 3.19%, respectivamente. Los periodos de lluvias restantes no excedieron el 1% del total.

Durante el NE 1997-1998, la mayor proporción de viviendas vulnerables afectadas se encontró en Piura, seguido por Tumbes, Lambayeque y La Libertad (Tabla 2). Asimismo, el total de viviendas destruidas en estos cuatro departamentos fue de **90 220** viviendas.

Comparación con otros estudios

Resaltan dos otros estudios que han estimado los daños económicos en el sector vivienda por el Fenómeno El Niño en el Perú tras el evento extraordinario de 1997-1998.

Por un lado, el reporte elaborado por el Banco de Desarrollo de América Latina (CAF, 2000) estimó que el daño a nivel nacional del sector vivienda causado por El Niño extraordinario 1997-1998 ascendió a 625.162 millones⁴ de nuevos soles (el valor actualizado a diciembre de 2013 resulta ser S/. 864'533,264.56). A partir de la información proporcionada por el INEI, se indica que las viviendas completamente destruidas

fueron 9,608, las viviendas inhabitables fueron 21,697 y, además, se encuentra que el total de viviendas que de alguna manera se vieron perjudicadas por los efectos de las inundaciones durante el evento ascendió a un número de **107,527**⁵.

Por otro lado, Galarza y Kámiche (2012) estimaron que los daños económicos de las inundaciones durante El Niño extraordinario 1997-1998 fueron aproximadamente 247 millones de nuevos soles⁶ en Piura, 203 millones de nuevos soles⁷ en Lambayeque y 148 millones de nuevos soles⁸ en La Libertad, lo cual sumaría aproximadamente 598 millones de nuevos soles⁹. La información analizada provino de INEI y de información recogida por las organizaciones no gubernamentales que intervinieron durante el desarrollo del evento El Niño extraordinario. Asimismo, el número de viviendas impactadas por las inundaciones durante el NE se estimó en 28,561 para Piura, 23,534 para Lambayeque y 17,097 para La Libertad, representando así un total de 69,192 viviendas para los tres departamentos mencionados.

Conclusiones y discusión

Como conclusión principal tenemos que los impactos económicos del evento El Niño extraordinario 1997-

⁴Ver página 169 del citado documento.

⁵Se muestran algunos detalles para los departamentos de Tumbes, Piura, Lambayeque, Ancash, Lima, Ica, Cuzco y Arequipa. Sin embargo, no se establecen diferencias numéricas sobre los daños en el sector viviendas entre esos departamentos.

⁶El documento muestra la cifra en dólares para Piura de US\$ 92 159 258. La cifra en nuevos soles a diciembre 2013 es de S/. 246' 673 536.

⁷El documento muestra la cifra en dólares para Lambayeque de US\$ 75 941 035. La cifra exacta en nuevos soles a diciembre 2013 es de S/. 203' 263 829.

⁸El documento muestra la cifra en dólares para La Libertad de US\$ 55 169 707. La cifra en nuevos soles a diciembre 2013 es de S/. 147' 667 277.

⁹Estos valores se encuentran expresados en nuevos soles del 2013 (diciembre), fecha a la que se encuentra la información de la presente tesis. Asimismo, la cifra exacta en nuevos soles de la sumatoria fue de S/. 597 604 644.

98 por inundaciones fueron mucho mayores que el promedio para cada uno de los otros años El Niño costero o neutros/fríos en el periodo 1994-2012 (los daños por inundaciones durante el Niño extraordinario ascendieron a S/. 763'938,932, mientras que los daños económicos anuales promedio entre los periodos restantes fueron de S/. 4'067,007). Entre los cuatro departamentos considerados, el que experimentó mayores impactos fue Piura, lo cual probablemente refleja una combinación de un mayor aumento en el número de inundaciones de gran magnitud durante El Niño extraordinario, así como un mayor número de viviendas en condiciones de vulnerabilidad.

Un aspecto interesante e inesperado es que los eventos El Niño costero débil y moderado presentaron menores impactos económicos por inundaciones que los años neutros o La Niña. Esto puede indicar otras influencias importantes, en particular la del Pacífico Central (ej. Niño 3.4 o Niño 4), ya que cuando esta zona presenta condiciones frías (La Niña) se favorecen mayores lluvias de lo normal en los Andes y en la cuenca amazónica, incluyendo las partes altas de las cuencas del Pacífico en el norte del Perú (Lavado y Espinoza, 2014). En particular, en la presente investigación se verificó que en la parte alta del departamento de La Libertad (en promedio sobre los 2 500 msnm) ocurrieron inundaciones mientras se presentaban condiciones costeras neutras en la región Niño 1+2, pero en condiciones La Niña moderada y fuerte en el Pacífico Central.

El presente trabajo se centró en el impacto económico de El Niño costero en el sector vivienda a causa de inundaciones, sin embargo cabe indicar que aún falta trabajar en forma similar los impactos en otros sectores económicos de importancia como agricultura, ganadería, turismo, etc.

Referencias

Baró, E., G. Calderón, C. Díaz, M. Esteller, 2005: *Cálculo de daños económicos potenciales por inundación en zonas habitacionales: un estudio de caso en el curso alto del río Lerma, estado de México*, Universidad Autónoma de México.

Baró, E., C. Díaz, G. Calderón, M. Esteller y E. Cadena, 2011: *Costo más probable de daños por inundación en zonas habitacionales de México*, Tecnologías y Ciencias del Agua, antes Ingeniería Hidráulica en México.

CAF, 2000: *El Fenómeno El Niño 1997-1998 Memoria, retos y soluciones* (volumen V).

Center for Research on the Epidemiology of Disasters – CRED, 2011: *2010 disasters in numbers, The international disasters database*, Université Catholique de Louvain-Belgium, www.emdat.be/publications.

Douglas, M., J. Mejía, N. Ordinola, J. Boustead, 2008: *Synoptic variability of rainfall and cloudiness along the coasts of northern Peru and Ecuador during the 1997/98 El Niño event*, Monthly Weather Review, Vol. 137.

Galarza, E., y J. Kámiche. 2012: *Impactos del Fenómeno El Niño (FEN) en la economía regional de Piura, Lambayeque y La Libertad*, Centro de Investigación de la Universidad Pacífico.

Guha-Sapir, D., 2011: *Disasters in Numbers 2010*, Catholic University of Louvain-Belgium.; http://cred.be/sites/default/files/Disaster_numbers_presentation_2010.pdf

INDECI, 2011: *Manual de Estimación del Riesgo ante Inundaciones Fluviales*, Cuaderno Técnico N° 02, Dirección Nacional de Prevención del Instituto Nacional de Defensa Civil, 81.

INDECI, 2011: *Evaluación del Impacto socioeconómico de la temporada de lluvias 2010 en la región Cusco*, Cuaderno Técnico N°07.

Lavado, W., y J. C. Espinoza, 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", Vol. 1, N° 3, Marzo, Instituto Geofísico del Perú, 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.

Takahashi, K., 2014: *Variaciones de El Niño*, Boletín Técnico "Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño", Vol. 1, N° 2, Febrero, Instituto Geofísico del Perú, 4-7.

Takahashi, K., K. Mosquera, y J. Reupo, 2014: *El Índice Costero El Niño (ICEN): historia y actualización*, Boletín Técnico "Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño", Vol. 1, N° 2, Febrero, Instituto Geofísico del Perú, 8-9.

Woodman, R., y K. Takahashi, 2014: *¿Por qué no llueve en la costa del Perú (salvo durante El Niño)?*, Boletín Técnico "Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño", Vol. 1, N° 6, Febrero, Instituto Geofísico del Perú, 4-7.

Impacto de la resolución horizontal de un modelo regional sobre el afloramiento costero frente a Perú

El Pacífico Tropical Este alberga uno de los cuatro sistemas de borde oriental más productivo de los océanos del mundo conocido como el 'Sistema de la Corriente de Humboldt', el mismo que, solo frente a la costa peruana, produce cerca del 10% de la captura mundial de peces (Chavez et al., 2008). Esta característica particular se debe a la fuerte interacción entre el océano y la atmósfera que se desarrolla cerca a la costa a través del proceso de **afloramiento costero**, que es permanente e intenso frente al Perú. Este proceso es generado por los vientos alisios que fluyen de sur a norte (Gunther, 1936; Strub et al., 1998) y que provocan el desplazamiento del agua superficial hacia fuera de la costa (proceso denominado como transporte de Ekman), lo cual es compensado por el ascenso de agua más profunda (Brink et al., 1983), típicamente fría y rica en nutrientes (Silva et al., 2009).

Si bien el sistema de la corriente de Humboldt ha sido ampliamente reconocido por su riqueza e importancia tanto económica como ecológica, existen aún preguntas no resueltas o pobremente entendidas sobre los mecanismos que lo mantienen. Aunque el afloramiento en sí es manejado por los vientos locales, existe una fuerte influencia remota ejercida por la dinámica ecuatorial expresada no solo a través de la propagación de las ondas de Kelvin, sino también por la advección o transporte de masas de agua. Por ejemplo, las observaciones hidrográficas han sugerido que el agua aflorada frente a la costa de Perú tiene su origen en las capas inferiores de la Corriente Ecuatorial Subsuperficial (Lukas, 1986; Toggweiler et al., 1991). Sin embargo, esta hipótesis parece ser incompleta, ya que la Corriente Subsuperficial de Perú-Chile (Huyer et al., 1987), que fluye hacia el sur y es fuente directa del agua que aflora frente a Perú, también está alimentada por las Contracorrientes Subsuperficiales Sur primaria (pSSCC) y secundaria (sSSCC) (Montes et al., 2010).

Así, tal como menciona Lukas (1986), la parte norte del Sistema de la Corriente de Humboldt, conocido también

como el Sistema de Corrientes de Perú, es el único sistema de afloramiento de frontera oriental en proximidad y en conexión directa a la dinámica ecuatorial. Por lo tanto, está sujeto a la dramática variabilidad interanual de El Niño – Oscilación del Sur (ENSO). En las últimas décadas, muchos son los esfuerzos que se han realizado para entender El Niño y su impacto sobre el Pacífico Tropical Este. Particularmente, las investigaciones han estado enfocadas en discutir y examinar la variabilidad de la temperatura superficial del mar (Wang and Fiedler, 2006), pero muy pocas han descrito la variabilidad del afloramiento bajo las diferentes fases del ENSO (Dewitte et al., 2012). Ello, probablemente, debido a que la distribución espacial y temporal de los datos y recursos no permite que todos los elementos sean analizados.

Por otra parte, varios estudios han mostrado que los modelos numéricos del océano son una herramienta importante y exitosa para tratar de entender y estudiar la dinámica del océano, tal es el caso del modelo numérico *Regional Ocean Model System* (ROMS, Shchepetkin and McWilliams, 2005; 2009) el cual es un software libre distribuido alrededor del mundo que ha sido usado con éxito para estudiar los problemas complejos del océano costero y la circulación del océano a escala global y regional (Penven et al., 2005; Marchesiello et al., 2004; Blanke et al., 2005; Capet et al., 2008).

El estudio numérico idealizado desarrollado por Capet et al. (2008) señala que una de las ventajas de las simulaciones de alta resolución aplicadas a los sistemas de borde oriental es la buena representación del proceso de divergencia costera, o afloramiento costero. Sin embargo denota también la alta sensibilidad que la física del modelo puede tener a la resolución horizontal que se emplea. Ello fue notado al emplear diferentes resoluciones, entre 0.75 y 12 km, observando diferencias significativas en la distribución de la velocidad vertical y la temperatura.

Por lo tanto, el propósito de este trabajo es estudiar y entender la dinámica del afloramiento costero bajo condiciones promedio usando del modelo numérico de alta resolución ROMS. Dicho modelo es configurado usando dos diferentes resoluciones espaciales (i.e., dos tamaños de grilla diferentes) y aplicando las mismas condiciones iniciales y de frontera (ver Tabla 1) a fin de entender las consideraciones dinámicas que se deben tomar en cuenta para modelar la dinámica del afloramiento costero durante las diferentes fases del ENSO.

Dominio	Resolución espacial	Forzantes	Fronteras	Periodo simulado	Promediado
		Esfuerzo de viento, flujos de calor y agua fresca			
[90° - 70°W; 4°N - 20°S]	1/6°	QuikSCAT+ COADS	SODA	Climatología	3 días
[90° - 70°W; 4°N - 20°S]	1/9°	QuikSCAT+ COADS	SODA	Climatología	3 días

Tabla 1. Características de las dos configuraciones ROMS.

Impacto de la resolución horizontal de un modelo regional sobre el afloramiento costero frente a Perú

Montes I., Fajardo J., Ramos Y., Saavedra M., Aparco J., Segura H., Hurtado P., Mosquera K., Takahashi K.

Resultados Preliminares

Los mapas de temperatura superficial del mar (TSM) y de corrientes superficiales modeladas (Figura 1) muestran que ambas configuraciones del modelo capturan las características principales de la región: el frente de temperatura ecuatorial, el afloramiento costero a lo largo de la costa peruana, la intrusión de agua más fría desde el sur por medio de la Corriente de Humboldt, el transporte de Ekman costa afuera y la Corriente Ecuatorial Sur que fluye de este a oeste. Sin embargo, se notan ciertas diferencias: la TSM simulada por la configuración de $1/6^\circ$ (aproximadamente 18 km) es ligeramente más fría que la simulada por la configuración de $1/9^\circ$ (aproximadamente 12 km) y muestra mayor intensidad del afloramiento costero y extensión del frente de afloramiento.

La comparación con los datos observados provenientes de la base de datos CARS, además, muestra que la simulación con más alta resolución ($1/9^\circ$) representa una distribución espacial de TSM sustancialmente más realista que la de $1/6^\circ$, a pesar de que el incremento de la intensidad del afloramiento es solo ligeramente mayor. Esta notable diferencia podría estar relacionada con las condiciones de forzamiento superficial aplicado, específicamente, al viento satelital utilizado debido a que los productos satelitales no capturan la disminución en la intensidad del viento cerca de la costa (conocida también como 'drop-off'), el cual es una componente importante para la dinámica costera.

Por lo tanto, nuestros resultados preliminares sugieren que el mejoramiento de nuestra simulación oceanográfica deberá incluir la corrección en el viento costero así como el empleo de una mejor resolución espacial. Como lo señalado por Capet et al. (2008), es necesaria una resolución más alta para capturar mejor la distribución de la velocidad vertical, la cual es denotada por escalas más pequeñas que la de temperatura. Ello, además, permitirá mejorar el realismo de los procesos costeros que se desarrollan en interacción con la plataforma, pues tendrá una mejor representación del transporte vertical de propiedades.

Referencias

- Blanke, B., A. Bentamy, C. Roy, and B. Sow, 2005: Modeling the structure and variability of the southern Benguela upwelling using QuickSCAT with forcing, *Journal of Geophysical Research*, 110, doi: 10.1029/2004JC002529.
- Capet, X., F. Colas, P. Penven, P. Marchesiello, and J. McWilliams, 2008: Eddies in Eastern Boundary Subtropical Upwelling Systems, in *Ocean modeling in an eddying regime*, 177, 409, *Geophysical Monograph Series*.
- Dewitte, B., J. Vazquez-Cuervo, K. Goubanova, S. Illig, K. Takahashi, G. Cambon, S. Purca, D. Correa, D. Gutierrez, A. Sifeddine, L. Ortiieb, 2012: Change in El Niño flavors over 1958–2008: Implications for the long-term trend of the upwelling off Peru, *Deep-Sea Research Part II*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.dsr2.2012.04.011>
- Gunther, E. R., 1936: A report on oceanographic investigations in the Peru Coastal Current, *Discovery Reports*, 13, 107-276.
- Huyer, A., R. L. Smith, and T. Paluszkiwicz (1987) Coastal upwelling off Peru during normal and El Niño times, *Journal of Geophysical Research*, 92, 14 297-14 307.
- Lukas, R., 1986: The Termination of the Equatorial Undercurrent in the Eastern Pacific, *Progress in Oceanography*, 16, 63-90.
- Marchesiello, P., H. Steven, L. Nykjaer, and C. Roy, 2004: Eddy-driven dispersion processes in the Canary Current upwelling system: comparison with the California system, *GLOBEC International Newsletter*, 10(1), 4-7.
- Montes, I., F. Colas, X. Capet, and W. Schneider, 2010: On the pathways of the equatorial subsurface currents in the eastern equatorial Pacific and their contributions to the Peru-Chile Undercurrent, *Journal of Geophysical Research*, 115.
- Penven, P., V. Echevin, J. Pasapera, F. Colas, and J. Tam, 2005: Average circulation, seasonal cycle, and mesoscale dynamics of the Peru Current System: A modeling approach, *Journal of Geophysical Research*, 110, C10021, doi:10.1029/2005JC002945.
- Shchepetkin, A. F., and J. C. McWilliams, 2005: The regional oceanic modeling system (ROMS): A split-explicit, free-surface, topography-following-coordinate oceanic model, *Ocean Modelling*, 9, 347-404.
- Shchepetkin, A. F., and J. C. McWilliams, 2009: Correction and commentary for "Ocean forecasting in terrain-following coordinates: Formulation and skill assessment of the regional ocean modeling system" by Haidvogel et al., *Journal of Computational Physics*, 227, 3595-3624.
- Silva, N., N. Rojas, and A. Fedele, 2009: Water masses in the Humboldt Current System: Properties, distribution, and the nitrate deficit as a chemical water mass tracer for Equatorial Subsurface Water off Chile, *Deep-Sea Research Part II*, doi:10.1016/j.dsr2.2008.12.013.
- Strub, P. T., J. M. Mesias, V. Montecino, J. Rutllant, and S. Salinas, 1998: Coastal ocean circulation off western South America, in *The Sea*, vol. 11, 273 - 314.
- Toggweiler, J. R., K. Dixon, and W. S. Broecker, 1991: The Peru upwelling and the ventilation of the South Pacific thermocline, *Journal of Geophysical Research*, 96, 20467 - 20497.
- Wang, C., and P. C. Fidler, 2006: ENSO variability and the eastern tropical Pacific: A review, *Progress in Oceanography*, 69, 239-266.

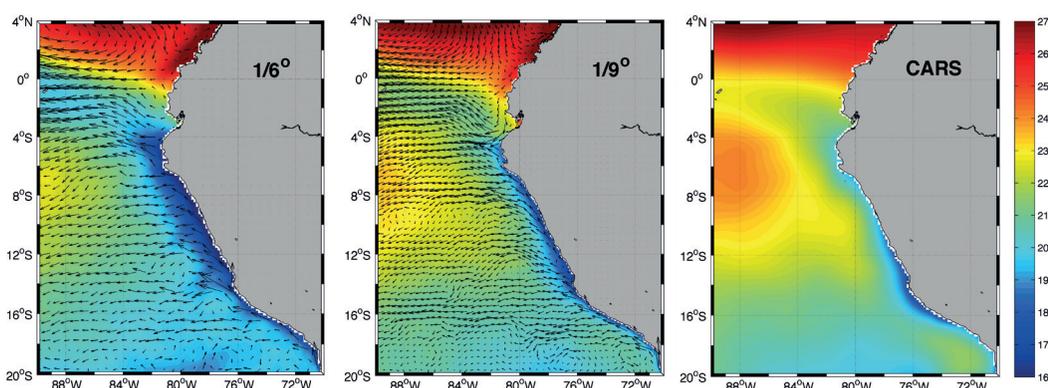


Figura 1. Dominio del modelo, corrientes superficiales (flechas) y temperatura superficial del mar (TSM) promedio anual ($^{\circ}\text{C}$, en color) obtenida de la simulación de $1/6^\circ$ (panel izquierdo) y $1/9^\circ$ (panel central). Las temperaturas modeladas son comparadas con la temperatura promedio anual calculada a partir de la base de datos observacionales CARS (CSIRO Atlas of Regional Seas, <http://www.cmar.csiro.au/cars>, panel derecho).

Realizan talleres de resultados sobre modelos de pronósticos de El Niño

El 15 y 18 de diciembre el área de Variabilidad y Cambio Climático del Instituto Geofísico del Perú (IGP) organizó los Talleres “Avances en el pronóstico del Fenómeno El Niño mediante modelos climáticos”, eventos que se desarrollaron en el marco de la actividad “Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño” (PpR 068), en las ciudades de Lima y Piura, respectivamente.

Dichas reuniones se realizaron con la finalidad de crear un espacio donde ponentes y público invitado pudieran discutir sobre la importancia de la investigación científica para la toma de decisiones por parte de las autoridades políticas en temas tales como la gestión del riesgo de desastres.

En dichas ocasiones, se dieron las presentaciones del Dr. Ken Takahashi sobre “Tipos de El Niño y modelos globales”, del Ph. D. (c) Kobi Mosquera sobre “Ondas Kelvin y modelos de ondas”, y de la Dra. Ivonne Montes sobre “Modelos regionales: aplicación para el Pacífico Este”. En el taller de Lima, participaron representantes de CENEPRED, Imarpe, MEF, DHN, ANA, INDECI, OEFA, SNP, IFFO, BPO, UNALM y UNFV mientras que en el de Piura funcionarios de Gobierno Regional y Municipalidad de Piura, CENEPRED, INDECI, USAID, UNP, PNUD-TACC.

En la segunda parte de ambos eventos, se tuvieron los comentarios de panelistas del CENEPRED, ANA y MEF en Lima y del CENEPRED, proyecto TACC y Gobierno Regional de Piura, en Piura, así como de participantes del público, lo cual dio origen a animadas discusiones sobre las necesidades de los usuarios de la información proporcionada.



Los Dres. Takahashi y Macharé durante la discusión con el público.

Participación del IGP en la COP20

Del 01 al 12 de diciembre, especialistas de Variabilidad y Cambio Climático del Instituto Geofísico del Perú (IGP), participaron en las actividades programadas en el marco de la Vigésima Conferencia de las Partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (COP20), las cuales se realizaron tanto en la sede oficial de las negociaciones, Cuartel General del Ejército del Perú, como en “Voces por el Clima”.



De izquierda a derecha: Dr. Vincent Echevin (IRD), Dr. Takahashi, (IGP), Dra. Michelle Gierach (NASA) y Dr. Francisco Chávez (MBARI), en el US Center de la sede oficial de la COP20.

Entre las presentaciones realizadas en “Voces por el Clima” sobre el Fenómeno El Niño, destacan las charlas del Dr. Ken Takahashi sobre el Proyecto “Impacto de la Variabilidad y del Cambio Climático en el Ecosistema de Manglares de Tumbes”, “El Niño y su Diversidad” y “Contribución del IGP al ENFEN” y del Ph. D. (c) Kobi Mosquera sobre “Influencia del Pacífico Ecuatorial en la circulación frente a Perú”. Todas las mencionadas ponencias se realizaron dentro del Pabellón Océanos.

Además, en la sede oficial de la COP20, el 3 de diciembre, el Dr. Ken Takahashi, participó, conjuntamente con los Dres. Michelle Gierach (*National Aeronautics and Space Administration, NASA*) y Francisco Chávez (*Monterey Bay Aquarium Research Institute, MBARI*), en la conferencia “EN...SO? The Significance of El Niño and Its Impacts”, evento organizado por la NASA donde se discutieron los mecanismos e impactos de El Niño a diferentes escalas espaciales y el importante rol que tienen los sistemas observacionales en apoyar la generación de conocimiento y las actividades de pronóstico.

Resumen del Informe Técnico

PPR/El Niño - IGP/ 2014-12

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 frente a la costa peruana son neutras para el mes de noviembre de 2014, lo cual marca el fin de la fase El Niño costero moderado que abarcó de mayo a octubre 2014. Los pronósticos de los modelos numéricos indican que para los siguientes tres meses las condiciones climáticas serán entre cálidas débiles y neutras en el Pacífico Oriental, aunque los pronósticos más recientes favorecen más las neutras. Estos mismos señalan, en el mismo periodo, que las condiciones en el Pacífico Central serán alrededor de cálidas débiles. Se observa la presencia de una onda Kelvin cálida en el Pacífico Ecuatorial Central la cual podría arribar en el mes de febrero, pero por su baja intensidad no se espera un impacto sustancial en la costa peruana. El calentamiento en el Pacífico Central podría reducir las precipitaciones en la región andina, incluyendo la vertiente del Pacífico, este verano.

Índice Costero El Niño

Utilizando los datos de temperatura superficial del mar promediados sobre la región Niño1+2, actualizados hasta el mes de diciembre de 2014 del producto ERSST v3b y 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 noviembre de 2014. Los valores hasta esa fecha son:

Año	Mes	ICEN	Condiciones costeras del mes
2014	Agosto	1.02	Cálida Moderada
2014	Setiembre	0.69	Cálida Débil
2014	Octubre	0.52	Cálida Débil
2014	Noviembre	0.38	Neutro

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

El ICEN del mes de noviembre de 2014 indica condición neutra. Según la definición operativa del ENFEN (2012) esto marca el fin del evento El Niño costero moderado que abarcó de mayo a octubre 2014. Sin embargo, no se descarta que se puedan reactivar las condiciones cálidas próximamente, en cuyo caso podría darse un evento El Niño con dos fases cálidas separadas.

Pronóstico a corto plazo con modelo de ondas y observaciones

Actualmente el IGP cuenta con datos observacionales alternativos para el monitoreo de las ondas ecuatoriales adicionales a los datos de TAO (Takahashi et al., 2014). En particular, se han producido diagramas longitud-tiempo (Hovmöller) de las anomalías de nivel del mar calculadas de JASON-2 (Mosquera et al., 2014), de la profundidad de la isoterma de 20°C calculada de Argo (Aparco et al., 2014) y esfuerzo de viento zonal. Asimismo, el IGP cuenta con un modelo oceánico lineal (Mosquera, 2009; 2014 y Mosquera et al., 2011) que permite el monitoreo y predicción de la onda Kelvin. Este modelo usa tanto una profundidad referencial de la termoclina uniforme (LOM1) como variable (LOM2). Ambas configuraciones fueron forzadas usando anomalías de vientos superficiales obtenidas de ASCAT hasta el 02 de enero de 2015. 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 30 días (LOM1b y LOM2b).

En la actualidad, los productos de JASON-2 (Figura 1d) y del modelo lineal (Figura 1e) muestran la presencia de una onda Kelvin cálida en el Pacífico Ecuatorial Central que estaría arribando al extremo este del Pacífico Ecuatorial en el mes de febrero. Sin embargo, esto no es claro en los productos de TAO (Figura 1b) y ARGO (Figura 1c). Adicionalmente, por el momento, la intensidad de esta onda Kelvin no sería comparable a las que se presentaron a lo largo del 2014. Con esta información se podría establecer que la onda Kelvin, de lograr alcanzar la costa americana en el mes de febrero, no tendría impacto en la costa peruana.

Pronóstico estacional con modelos climáticos

Para los próximos meses, que incluyen el verano de 2015, los pronósticos de la ATSM en el Pacífico Oriental (Niño 1+2, ICEN) indican principalmente condiciones entre cálidas débiles y neutras (Figura 2). Los pronósticos para meses posteriores a enero tienen baja confiabilidad (Reupo y Takahashi, 2014).

Para los próximos meses, que incluyen el verano de 2015, los pronósticos de la ATSM en el Pacífico Central (Niño 3.4) por los modelos numéricos de las agencias internacionales indican condiciones alrededor de cálidas débiles.

Resumen del Informe Técnico PPR/El Niño - IGP/ 2014-12

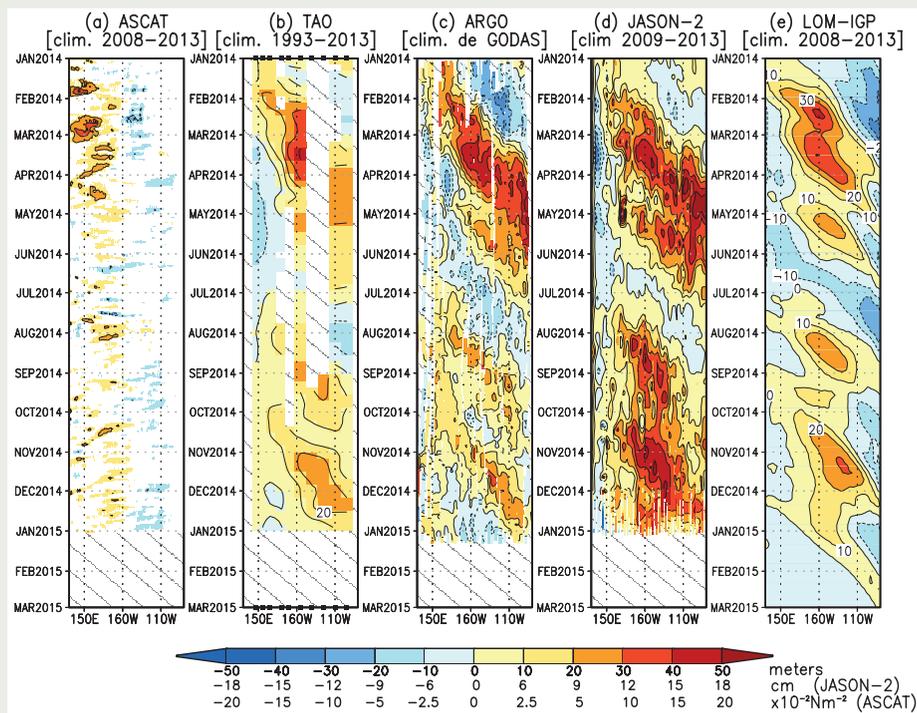


Figura 1. Diagrama longitud-tiempo de las anomalías de esfuerzo de viento zonal ecuatorial basado en datos del escaterómetro ASCAT (a), anomalía de la profundidad de la isoterma de 20°C datos de TAO (b) y los derivadores de Argo (c), datos del nivel del mar de JASON-2 (d). Finalmente en (e) se muestra la anomalía de la profundidad de la termoclina calculada con el modelo LOM-IGP (forzado por ASCAT y $\tau_{ax}=0$ para el pronóstico). Las líneas diagonales representan una propagación hacia el este con velocidad de 2.6 m/s. (Elaboración: IGP).

Por otro lado, los pronósticos del modelo CFSv2 de la NOAA, que cuentan con condiciones iniciales más recientes, sí incluyen la normalización reciente en la región Niño 1+2 y pronostican condiciones neutras durante el verano actual e incluso anomalías negativas de TSM a lo largo de la costa de Perú y cálidas en el Pacífico Central. Este patrón sería similar al de un evento El Niño Modoki o del Pacífico Central (Takahashi, 2014), lo cual tendería a reducir las precipitaciones en la región costera y andina (Lavado y Espinoza, 2014). Además, aún en el caso de que se reactivara el evento El Niño costero débil este verano, el efecto combinado con el calentamiento en el Pacífico Central podría ser también de menos lluvia, como sugiere un estudio reciente (Machuca, 2014; Machuca et al., 2014) el cual muestra que, en el periodo 1994-2012, los eventos El Niño costero débiles se han caracterizado por un bajo número de inundaciones en la costa norte, incluso menos que en condiciones costeras neutras.

Conclusiones

1. El ICEN para el mes de noviembre fue de **0.38°C (neutro)**. Por lo tanto, el evento El Niño costero moderado iniciado en mayo 2014 culminó en el mes de octubre 2014.

2. Para los próximos tres meses, los pronósticos de la ATSM en el **Pacífico Oriental** (Niño 1+2, ICEN) de los modelos numéricos de las agencias internacionales con condiciones iniciales de diciembre, indican condiciones entre **cálidas débiles y neutras**. Sin embargo, los modelos no pronosticaron correctamente la normalización en esta región y es posible que continúen sobreestimando

las condiciones cálidas. El pronóstico reciente del modelo CFS2 es más consistente con lo observado y pronostica ATSM negativas a lo largo de la costa.

Modelo	Inicio	Extremo	Final
CFS2	Mayo 2014	Julio 2014	Enero 2015
CMC1	Mayo 2014	Julio 2014	Diciembre 2014
CMC2	Mayo 2014	Julio 2014	Enero 2015
GFDL	Mayo 2014	Julio 2014	Febrero 2015
NASA	Mayo 2014	Julio 2014	Mayo 2015
NCAR	Mayo 2014	Julio 2014	-
GFDL_FLOR	Mayo 2014	Julio 2014	Junio 2015
NCAR_CCSM4	Mayo 2014	Julio 2014	Junio 2015
NMME(prom)	Mayo 2014	Julio 2014	Junio 2015
ECMWF	-	Julio 2014	Febrero 2015
OBSERVADO	Mayo 2014	Julio 2014	Octubre 2014

Tabla 2. Pronósticos de eventos El Niño/La Niña en la costa según modelos climáticos con condiciones iniciales de diciembre de 2014. Los valores extremos no consideran los valores de mediados del 2015 por su baja confiabilidad (Reupo y Takahashi, 2014).

Resumen del Informe Técnico

PPR/El Niño - IGP/ 2014-12

3. Para los próximos tres meses, los pronósticos de la ATSM en el **Pacífico Central** (Niño 3.4), por los modelos numéricos de las agencias internacionales, continúan indicando una tendencia hacia condiciones alrededor de **cálidas débiles**, con menos corridas alcanzando condiciones cálidas moderadas que el pronóstico anterior.

4. Para el periodo que va más allá del verano 2015, los escenarios en el **Pacífico Oriental** (Niño 1+2, ICEN) de los modelos de las agencias internacionales indican una tendencia positiva pero aún dentro de las condiciones **débiles**. Es importante señalar que los pronósticos de los modelos más allá del mes de febrero, debido a la barrera de predictabilidad asociada a la estacionalidad, resultan en baja confiabilidad.

5. Para el periodo que va más allá del verano 2015, los escenarios en el **Pacífico Central** (Niño 3.4) de los modelos de las agencias internacionales indican condiciones alrededor de **cálidas débiles**. Es importante señalar que los pronósticos de los modelos más allá del mes de febrero, debido a la barrera de predictabilidad asociada a la estacionalidad, resultan en baja confiabilidad.

6. Algunos productos de monitoreo de la actividad en el Pacífico Ecuatorial indican la presencia de una onda Kelvin cálida. Sin embargo, su intensidad actual podría sugerir que ésta no tendría impacto relevante en la costa peruana. Asimismo, no se observa, hasta la fecha, actividad importante de los vientos del oeste en el Pacífico Central y Occidental que pueda generar más ondas de

Kelvin cálidas.

7. No se puede descartar que la costa sea ligeramente más cálida, normal o ligeramente más fría que lo normal este verano. En cualquier de estos casos, junto con las condiciones cálidas en el Pacífico Central, esto favorecería precipitaciones reducidas en la costa norte y en los Andes este verano (Lavado y Espinoza, 2014; Machuca et al., 2014).

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", Vol. 1, No. 5, Mayo, Instituto Geofísico del Perú.

Barnston, A., M. Tippet, M. L'Heureux, S. Li, D. DeWitt, 2012: Skill of Real-Time Seasonal ENSO Model Predictions during 2002-11: Is Our Capability Increasing?, Bulletin American Meteorological Society, 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.

Lavado, W. y J. C. Espinoza, 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", Vol. 1, No. 3, Marzo, Instituto Geofísico del Perú, Marzo.

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., K. Takahashi, y A. G. Martínez, 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", Vol. 1, No. 12, Diciembre, Instituto Geofísico del Perú.

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 Técnico "Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño", Vol. 1, No1, Enero, Instituto Geofísico del Perú.

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", Vol. 1, No. 4, Abril, Instituto Geofísico del Perú.

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 K. Takahashi, 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", Vol. 1, No., 1, Enero, Instituto Geofísico del Perú.

Takahashi, K., 2014: Variedades de El Niño, Boletín Técnico "Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño", Vol. 1, No. 2, Febrero, Instituto Geofísico del Perú.

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", Vol. 1, No. 3, Marzo, Instituto Geofísico del Perú.

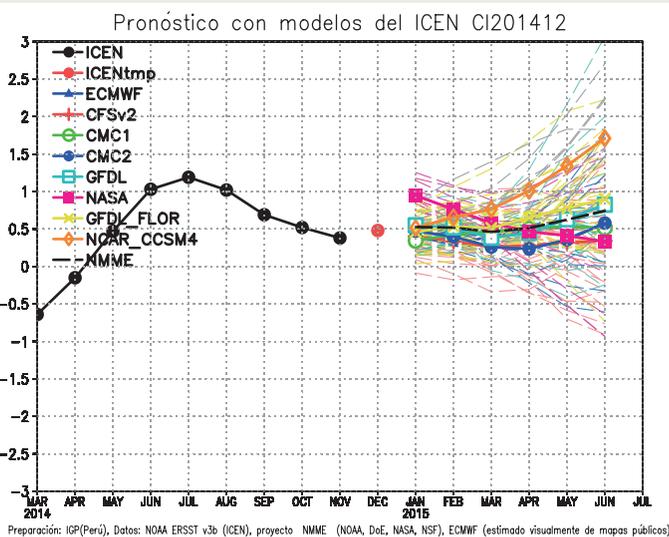


Figura 2. Índice Costero El Niño (ICEN, negro con círculos llenos) y sus valores temporales (ICENtmp, rojo con círculo lleno). Además, pronósticos numéricos del ICEN (media móvil de tres meses de las anomalías pronosticadas de TSM en Niño 1+2) por diferentes modelos climáticos. Las líneas entrecortadas corresponden a los miembros de los "ensembles". Los pronósticos de los modelos CFSv2, CMC1, CMC2, GFDL, NASA, GFDL_FLOR y NCAR_CCSSM4 tienen como condición inicial el mes de diciembre de 2014. El modelo ECMWF tiene como condición inicial el mes de diciembre de 2014. (Fuente: IGP, NOAA, proyecto NMME, ECMWF).

Comunicado Oficial ENFEN

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



SE ESPERAN CONDICIONES ENTRE NORMALES Y LIGERAMENTE CÁLIDAS EN EL VERANO 2015

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 del mes de diciembre.

El Índice Costero El Niño (región Niño 1+2) cambió de condiciones cálidas débiles a condiciones neutras en noviembre, finalizando El Niño costero moderado (mayo-octubre 2014).

A lo largo de la costa peruana, continuaron las condiciones neutras de la temperatura superficial del mar, de la temperatura del aire y del nivel medio del mar.

Entre fines de enero y principios de febrero de 2015 se prevé el arribo de una onda Kelvin cálida débil, sin embargo, no se esperan variaciones ambientales importantes a lo largo de la costa del Perú.

Durante el mes de diciembre, el Anticiclón del Pacífico Sur (APS) presentó una anomalía de hasta +3 hPa en su núcleo de alta presión, con una configuración normal al sur de 30°S. Hacia la segunda quincena del mes, el acercamiento del APS hacia la costa sudamericana moduló la intensificación del viento costero en el centro y sur del Perú. Además, la persistencia del viento del Este sobre el Pacífico central ecuatorial (región 120°W - 90°W), influenciado por el APS, atenuó el desplazamiento de la onda Kelvin esperada para diciembre sobre el Pacífico oriental.

La temperatura superficial del mar frente a las costas del Perú, se mantuvo alrededor de su valor normal con ligeras anomalías negativas. Las Aguas Costeras Frías¹ (ACF) ampliaron su cobertura y desplazaron las Aguas Subtropicales Superficiales² (ASS) hacia el oeste. Asimismo, la temperatura del aire y el nivel medio del mar presentaron, en promedio, valores alrededor de lo normal.

Las condiciones actuales en el mar peruano continúan favoreciendo el proceso de recuperación de la biomasa de la anchoveta, ampliando su cobertura espacial; sin embargo, en su mayoría, corresponden a ejemplares juveniles.

El Índice Costero El Niño (ICEN), cuyo monitoreo se realiza en la región Niño 1+2, indicó un valor de 0,38°C (condición neutral) para el mes de noviembre, indicando el término de El Niño costero de magnitud moderada iniciado en mayo y finalizado en octubre de 2014.

Las condiciones hidrológicas de los ríos, tanto de la costa norte como de la costa sur, se han caracterizado por estar dentro de sus valores normales. Los principales reservorios

en la costa norte registraron 35 % y en la costa sur 23 % de su capacidad de almacenamiento. Los reservorios continúan volviendo recurso hídrico a los valles, reduciendo sus volúmenes de almacenamiento principalmente en la zona sur.

PERSPECTIVAS

En el océano Pacífico ecuatorial, se observa la propagación de una onda Kelvin cálida, que podría arribar entre fines de enero e inicios de febrero de 2015. Sin embargo, por su baja intensidad actual, no se espera impacto relevante en la costa peruana.

Durante el verano, frente a las costas del Perú se espera que la temperatura superficial del mar y la temperatura del aire, presenten condiciones de normales a ligeramente cálidas; mientras que el nivel medio del mar presente valores alrededor de su normal.

En la región Niño 1+2, para esta misma temporada, los modelos numéricos globales indican condiciones entre neutras y cálidas débiles, pero los pronósticos más recientes indican mayor probabilidad de ocurrencia de condiciones neutras. Mientras tanto, para la región Niño 3.4 indican condiciones cálidas débiles.

Por otro lado, no se descarta que las condiciones previstas en el océano Pacífico tropical, ocasionen precipitaciones deficientes en los Andes.

El Comité Multisectorial ENFEN, de acuerdo con el análisis de las condiciones actuales y los resultados de los modelos numéricos globales, prevé condiciones entre neutras y ligeramente cálidas en la región Niño 1+2 para el verano.

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

Callao, 08 de enero de 2015

¹ ACF: Aguas Costeras Frías, tipo de agua asociada al afloramiento costero con salinidades de 34,8 a 35,1 unidades prácticas de salinidad (ups).

² ASS: Aguas Subtropicales Superficiales, aguas oceánicas cálidas con valores de salinidad mayores de 35,1 ups.





© Instituto Geofísico del Perú
Calle Badajoz 169, 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:

