



PERÚ

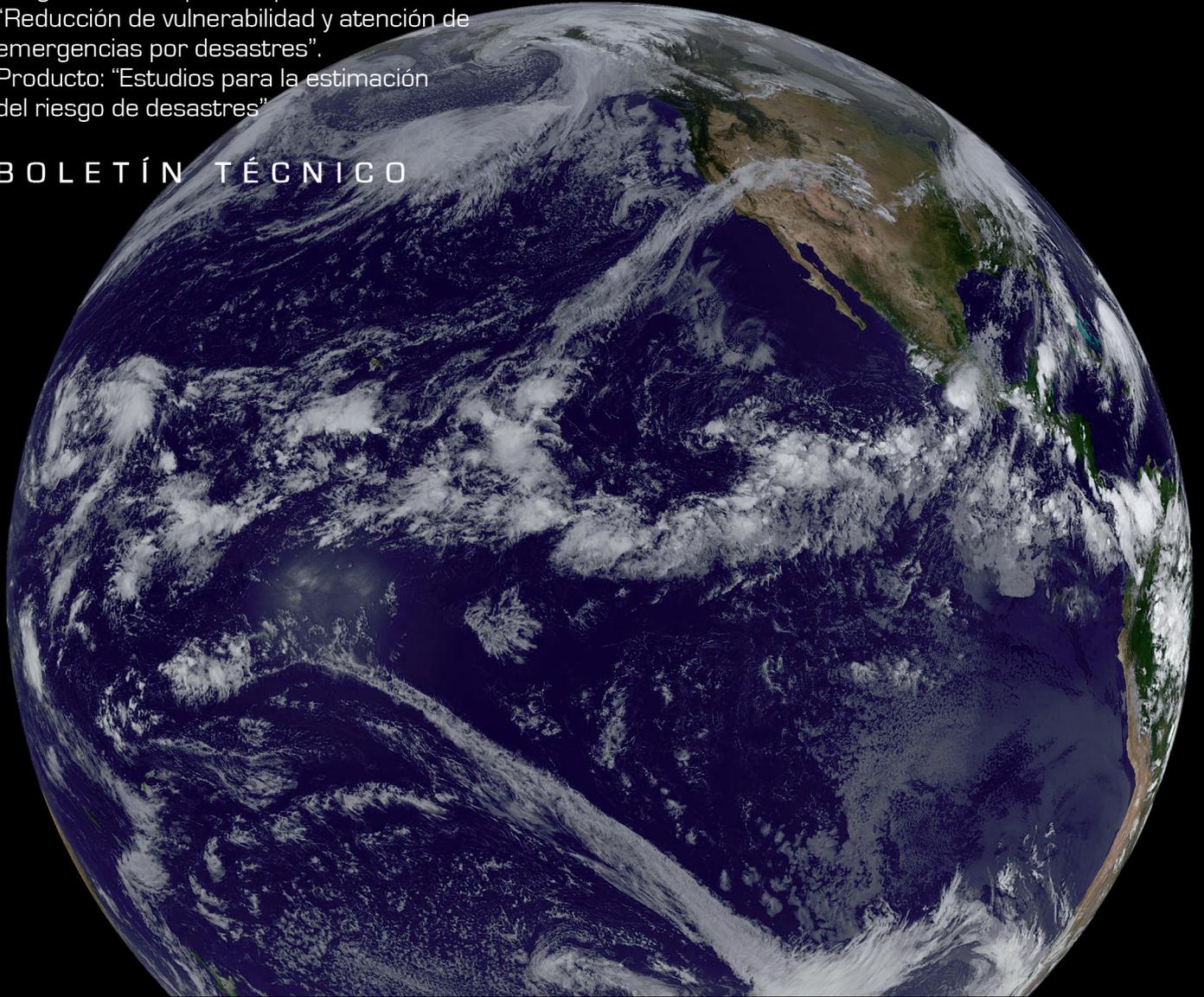
Ministerio
del Ambiente

Instituto
Geofísico del Perú - IGP



Programa Presupuestal por Resultados N° 068
"Reducción de vulnerabilidad y atención de
emergencias por desastres".
Producto: "Estudios para la estimación
del riesgo de desastres"

BOLETÍN TÉCNICO



GENERACIÓN DE INFORMACIÓN Y MONITOREO DEL FENÓMENO EL NIÑO

**Estudio teórico sobre la relación entre
El Niño y la Oscilación Madden-Julian**

VOL. 5 N° 10 OCTUBRE 2018

Contenido

3 - 4

Introducción

5 - 9

Artículo de Divulgación Científica

10 - 11

Talleres El Niño

12 - 15

Resumen del Informe Técnico

16 - 19

Comunicados Oficiales del ENFEN

Créditos

Programa Presupuestal N° 068 "Reducción de vulnerabilidad y atención de emergencias por desastres".
Producto: "Estudios para la estimación del riesgo de desastres".
Actividad: "Generación de información y monitoreo del Fenómeno El Niño".

Fabiola Muñoz
Ministra del Ambiente

Hernando Tavera
Presidente Ejecutivo IGP

Danny Scipión
Director Científico IGP

Yamina Silva
Directora de Ciencias de la Atmósfera e Hidrósfera

Kobi Mosquera
Responsable de la elaboración del Boletín
El Niño - IGP

Equipo científico: Kobi Mosquera, Jorge Reupo, Berlín Segura, André Galdós

Edición: Katherine Morón
Diseño y Diagramación: Luis Miguel Ybañez

Carátula: Pacífico Tropical = 27S - 27 N
Foto: Proyecto GOES NASA

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

Impreso por:
INVERSIONES IAKOB S.A.C.
Telf. (051-1) 2963911
Dirección: Av. Iquitos 1481 – La Victoria

Lima, diciembre de 2018

Hecho el Depósito Legal en la
Biblioteca Nacional del Perú N° 2014-02860

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 de la Comisión Multisectorial para el Estudio Nacional del Fenómeno El Niño (ENFEN) participan en este PPR con el producto denominado "Estudios para la estimación del riesgo de desastres", que consiste en la entrega en forma oportuna de información científica sobre el monitoreo y pronóstico de este evento natural oceáno-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 información y monitoreo 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 estudios científicos que fortalecerá en forma continua la capacidad para este fin.

El presente Boletín tiene como objetivo difundir conocimientos científicos, avances científicos 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: <http://intranet.igp.gob.pe/productonino/>



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 de la Comisión 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

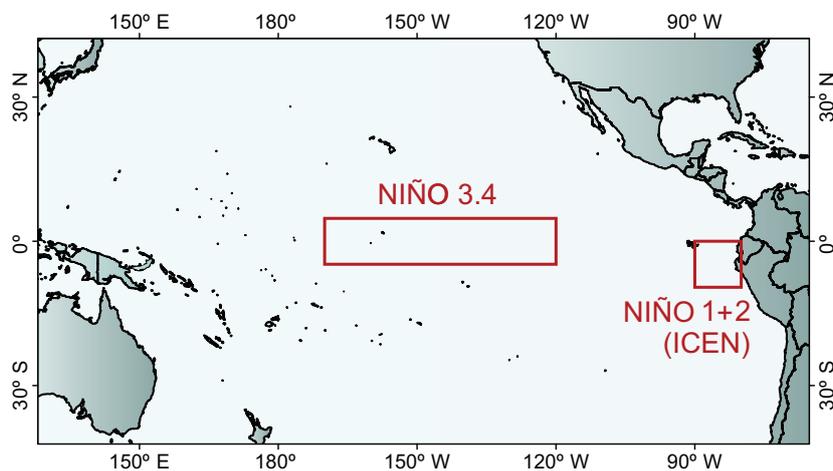
La Comisión Multisectorial encargada del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño (ENFEN), conformada por representantes de IMARPE, DHN, IGP, SENAMHI, ANA, INDECI y CENEPRED, es el ente que genera la información oficial de monitoreo y pronóstico del Fenómeno El Niño y otros asociados.

Esta Comisión es de naturaleza permanente, depende del Ministerio de la Producción y tiene por objeto la emisión de informes técnicos de evaluación y pronóstico de las condiciones atmosféricas, oceanográficas, biológico-pesqueras, ecológico marinas e hidrológicas que permitan mejorar el conocimiento del Fenómeno "El Niño" para una eficiente y eficaz gestión de riesgos (Decreto Supremo N° 007-2017-PRODUCE).

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, emite mensualmente 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 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.

Estudio teórico sobre la relación entre El Niño y la Oscilación Madden-Julian



Sulian Thual, Ph. D

PROFESOR DE CIENCIAS ATMOSFÉRICAS EN
LA UNIVERSIDAD FUDAN EN SHANGHAI

Es profesor de Ciencias Atmosféricas en la Universidad Fudan en Shanghai, China. Obtuvo su doctorado en Francia y trabajó en varias instituciones, incluida la Universidad de Nueva York y el IGP. Sus temas de interés son la investigación de la atmósfera contemporánea y las ciencias oceánicas, así como las matemáticas aplicadas y, principalmente, la mecánica de fluidos y la geofísica. Busca comprender los sistemas climáticos complejos a través de modelos cualitativos que conectan la intuición física, la teoría matemática rigurosa y en conformidad con las observaciones. Su trabajo se centra especialmente en los trópicos con importantes fenómenos climáticos a gran escala, como la Oscilación Madden-Julian (MJO) y El Niño - Oscilación Sur (ENOS), que en la actualidad son temas de investigación de la comunidad científica climatológica.



Dr. Kobi Mosquera
INVESTIGADOR CIENTÍFICO
DEL INSTITUTO GEOFÍSICO
DEL PERÚ

RESUMEN

Este año se publicó un artículo de Thual et al. (2018), quienes proponen para el Pacífico Tropical un modelo teórico del océano y atmósfera que capture, cualitativamente, los procesos intraestacionales e interanuales importantes, tales como El Niño-Oscilación del Sur (ENSO, por sus siglas en inglés) y la Oscilación Madden-Julian (MJO, por sus siglas en inglés). La MJO es una oscilación atmosférica de 30 y 60 días que se desarrolla en la franja ecuatorial y se propaga hacia el este con una velocidad de 5 ms^{-1} , a través del océano Índico y la región occidental del océano Pacífico. La MJO incrementa los procesos convectivos así como los vientos intensos de corto tiempo, los que pueden iniciar o intensificar los eventos El Niño por medio de su interacción con el océano, aunque esta relación es a menudo pobremente representada en los modelos operacionales. El modelo teórico que se explica

en este documento asume una descomposición en escalas de tiempo del flujo atmosférico para una mejor comprensión de la interacción entre El Niño y la MJO, con un potencial para mejorar las predicciones de estas. A continuación se explicará brevemente las características del modelo y se discutirá sobre las principales relaciones entre El Niño y la MJO.

RELACIÓN ENTRE EL NIÑO Y LA MJO

Se sabe que el fenómeno El Niño modifica los patrones atmosféricos y oceánicos alrededor del mundo, lo cual incluye el incremento de la Temperatura Superficial del Mar (TSM) en la costa peruana con potenciales lluvias intensas en la costa norte del Perú, en donde sus impactos son tan intensos que afectan a la economía y sociedad. Pronosticar con precisión la intensidad e impacto de El Niño es aún un tema relevante para los investigadores.

Un importante factor que limita la predictibilidad de El Niño es la variabilidad atmosférica cercana a la franja ecuatorial en el océano Índico y del Pacífico occidental. Tal variabilidad es, en gran parte, intermitente y desorganizada, la cual consiste en una gran variedad de procesos (eventos convectivos, “cloud clusters”, ondas ecuatoriales entre otros) con escalas de tiempo que van de algunas horas a semanas. La componente dominante de esta variabilidad es la Oscilación Madden-Julian (MJO, por sus siglas en inglés) denominada así por sus descubridores (Madden and Julian, 1971). La MJO es una oscilación con periodos entre 30 y 60 días y que muestra mayor actividad durante el invierno boreal. Cada evento MJO típicamente se inicia como una onda estacionaria en el océano Índico y se propaga hacia el este, a lo largo de la franja ecuatorial, con una velocidad aproximada de 5 ms^{-1} , en su camino puede incrementar la convección así como la convergencia de los vientos.

La MJO es muy activa sobre la región occidental del Pacífico, así como en el océano Índico, debido a que las aguas cálidas (por encima de 28°C) en dichas regiones favorecen la convección, mientras que en el Pacífico Oriental y cerca de Perú es menos activa. Sin embargo, la MJO puede afectar significativamente los patrones atmosféricos sobre Perú así como al fenómeno El Niño debido a su interacción con el océano (por ejemplo ver Figura 1). Durante el año 2015, varios eventos MJO ocurrieron en forma sucesiva (alrededor de marzo, abril y junio) como se puede apreciar en la variable OLR (*Outgoing Longwave Radiation*), que es una forma de medir la convección. Estos eventos MJO generaron vientos intensos y de corto tiempo llamados “wind burts” (WBs, Harrison and Vecchi, 1997), los que modificaron las condiciones oceánicas por medio de la fricción en la superficie. En la Figura 1, cada evento MJO y su asociado WBs incrementaron el contenido de calor en el Pacífico Occidental, el cual se extendió hasta el Pacífico Oriental. El calentamiento producido

por varios eventos MJO en el Pacífico Oriental, como se muestra en la TSM, fueron los que llevaron al desarrollo del mayor evento El Niño del siglo XXI, el cual tuvo su máximo valor de anomalía de la TSM en el mes de diciembre de 2015.

FORMULACIÓN DE UN MODELO TEÓRICO

A pesar de su importancia, en la actualidad, la MJO junto con El Niño son fenómenos difíciles de simular en los modelos operacionales (Lin et al., 2006; Gushchina y Dewitte, 2011). Una razón para esto es que la MJO implica una circulación planetaria de vientos y temperatura junto con un conjunto de procesos convectivos y húmedos que son altamente aleatorios y un tamaño que está por debajo de la resolución espacial de los modelos de pronóstico. Adicionalmente, la relación entre la MJO y El Niño es compleja porque esto involucra diferentes escalas de tiempo: mientras la MJO ocurre cada 30 o 60 días (lo que corresponde a una escala de tiempo intraestacional), El Niño- Oscilación Sur (ENSO, por sus siglas en inglés), el cual oscila entre sus fases El Niño y La Niña, típicamente se desarrolla entre 2 a 7 años (correspondiente a escalas interanuales).

A continuación se resumen una aproximación teórica (Thual et al., 2018) que permitirá una mejor comprensión y modelado de la interacción entre MJO (variación intraestacional) y El Niño (variación interanual). Primero se considera un flujo atmosférico, el cual podría ser la anomalía de viento zonal $u(x, y, \tau, t)$ en la superficie y para la que se asume que existen dos tipos de fluctuaciones: 1) con escalas de tiempo intraestacional t (asociado, por ejemplo, a la MJO) y 2) con escala de tiempo interanual $\tau \gg t$ (asociado, por ejemplo, a El Niño). Entonces es posible descomponer el flujo atmosférico como:

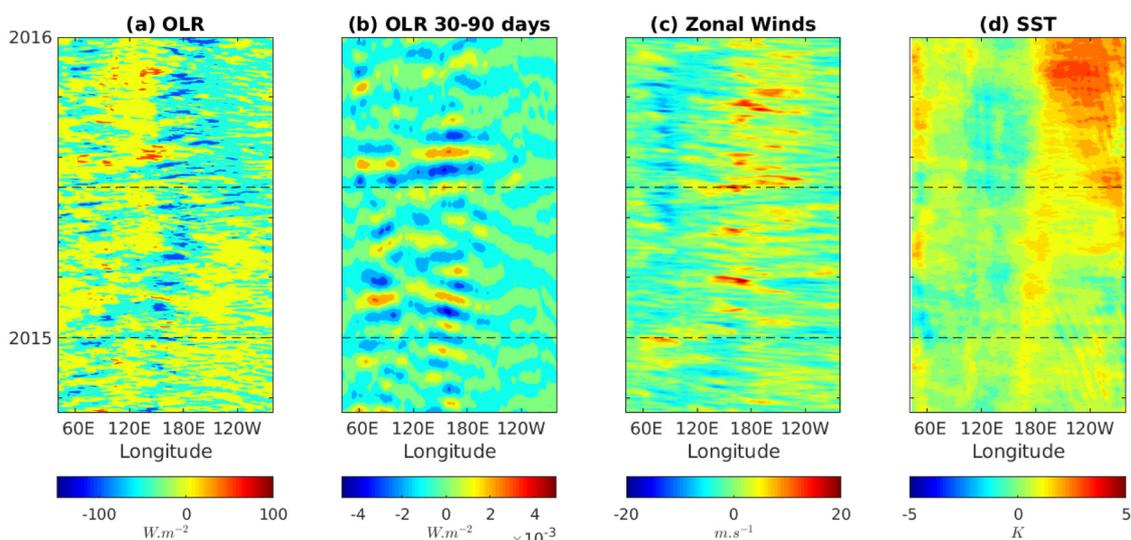


Figura 1. Diagramas Hovmöller (longitud vs tiempo) durante el año 2015 de (a) OLR (Wm^{-2}), (b) OLR filtrado en la banda intraseasonal 30 hasta 90 días, (c) vientos zonales (ms^{-1}) y (d) Temperatura Superficial del Mar (K).

$$u(x, y, \tau, t) = \bar{u}(x, y, \tau) + u'(x, y, \tau, t) \quad (1)$$

Donde \bar{u} es la componente interanual (que solo depende de τ) y u' que es la componente intraestacional y que tiene promedio temporal igual a cero ($\bar{u}' = 0$). Tal descomposición es común, por ejemplo, en la teoría de turbulencia, la cual también presenta interacciones entre varias escalas. Un ejemplo se puede ver en la Figura 2 para el evento El Niño 1997/98, donde se ha obtenido \bar{u} de un promedio móvil de 90 días quedando u' como el residuo. Aquí claramente \bar{u} consiste en un incremento gradual en los vientos zonales en respuesta a la TSM propias de El Niño, mientras que u' consiste de un desorganizado WBs que es originado, en parte, de la variabilidad de las MJO. La descomposición, por lo tanto, es adecuada para describir las interacciones entre El Niño y la MJO.

Existen varios métodos para modelar este tipo de flujo atmosférico indicado en la ecuación 1. Primero, los modelos operacionales, que se describen arriba, resuelven directamente las anomalías totales de los vientos zonales (u), los cuales tienen la ventaja de ser exactos pero con el inconveniente de que las interacciones entre El Niño y la MJO (es decir, \bar{u} y u') son implícitas (y a menudo inexactas). Un método mucho más simple, comúnmente usado, es el de resolver solamente la dinámica de El Niño (\bar{u}) mientras que la dinámica de MJO y WBs (u') son tratados como eventos aleatorios y generados por procesos estocásticos (e.g. Moore and Kleeman, 1999; Thual et al., 2016). Aquí se tiene que asumir un compromiso, tanto para \bar{u} y u' , que permita derivar una dinámica simplificada, éste se obtiene expandiendo el flujo en series de potencias de un pequeño parámetro $\epsilon \ll 1$ correspondiente a $\tau = \epsilon t$ y eliminando términos pequeños en las ecuaciones asociadas (ver e.g. Majda and Klein, 2003 o Thual et al., 2018). La importante ventaja de este método es que tiene una formulación explícita para \bar{u} y u' , así como para la interacción entre ellos.

En la siguiente sección se usará la aproximación señalada arriba en un modelo teórico para la zona tropical, como es detallado en Thual et al. (2018), con el objetivo de representar las mayores características de la relación entre El Niño y la MJO. El modelo teórico describe un flujo ecuatorial (el cual depende solo de la longitud y tiempo) solamente con procesos esenciales que lo hace fácil de comprender y ejecutar en una simple computadora personal. Esto consiste en un "esqueleto" atmosférico que describe la evolución de los vientos, temperatura, humedad y convección estocástica en la tropósfera (Majda and Stechmann, 2009; Thual et al., 2014), el cual está acoplado a un modelo simplificado de la dinámica del océano (*shallow water model*) así como a un modelo de balance de TSM (Thual et al., 2016). Hay que señalar que la descomposición de la ecuación 1 solo se aplica a la atmósfera porque la dinámica oceánica es considerada principalmente interanual.

MODELANDO LA RELACIÓN ENTRE EL NIÑO Y LA MJO

La Figura 3 muestra los detalles de un evento El Niño fuerte simulado con el modelo. Los resultados son representativos de las condiciones que se dieron durante El Niño 1997/1998 o 2015/2016. El evento se inicia con el incremento de la TSM y de la profundidad de la termoclina en el Pacífico Occidental que eventualmente se propaga y tiene un pico en el Pacífico Oriental. En la atmósfera hay una razonable concordancia entre los vientos simulados y los observados (ver Figura 2): \bar{u} gradualmente se incrementa durante el evento mientras que consiste de WBs desordenados y, finalmente, la suma ($u = u' + \bar{u}$) es también consistente con el panel de la izquierda de la Figura 2. En consecuencia, ambos tipos de dinámicas son razonablemente capturadas por el modelo teórico. Asimismo, en la Figura 3 se muestra la convección estocástica así como un índice que mide

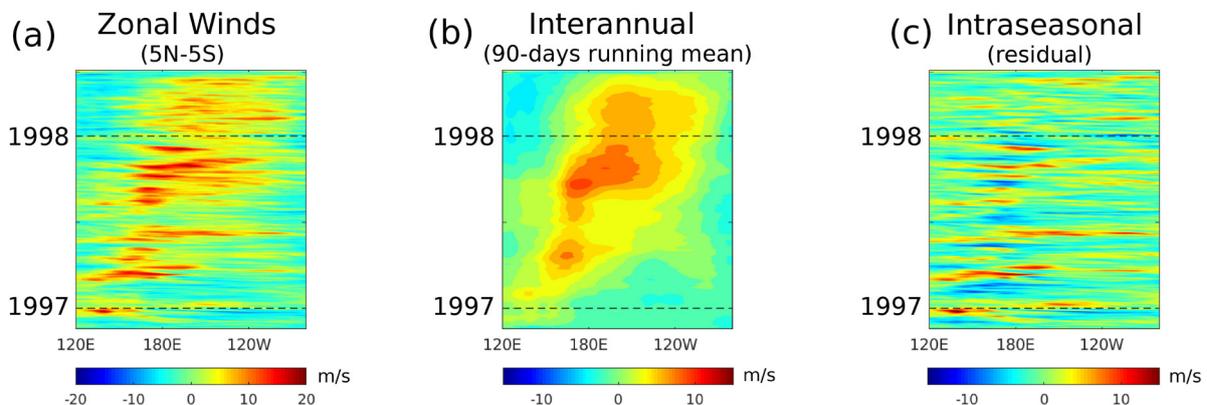


Figura 2. Viento zonal (ms^{-1}) durante el evento El Niño 1997/1998 en la región ecuatorial promediado entre 5°S y 5°N . El panel de la izquierda indica las anomalías totales (u), el del centro el viento interanual (\bar{u}) obtenido luego de aplicar una media corrida de 90 días a u y el de la derecha el viento intraestacional (u') calculado de la diferencia entre u y \bar{u} (ver ecuación 1).

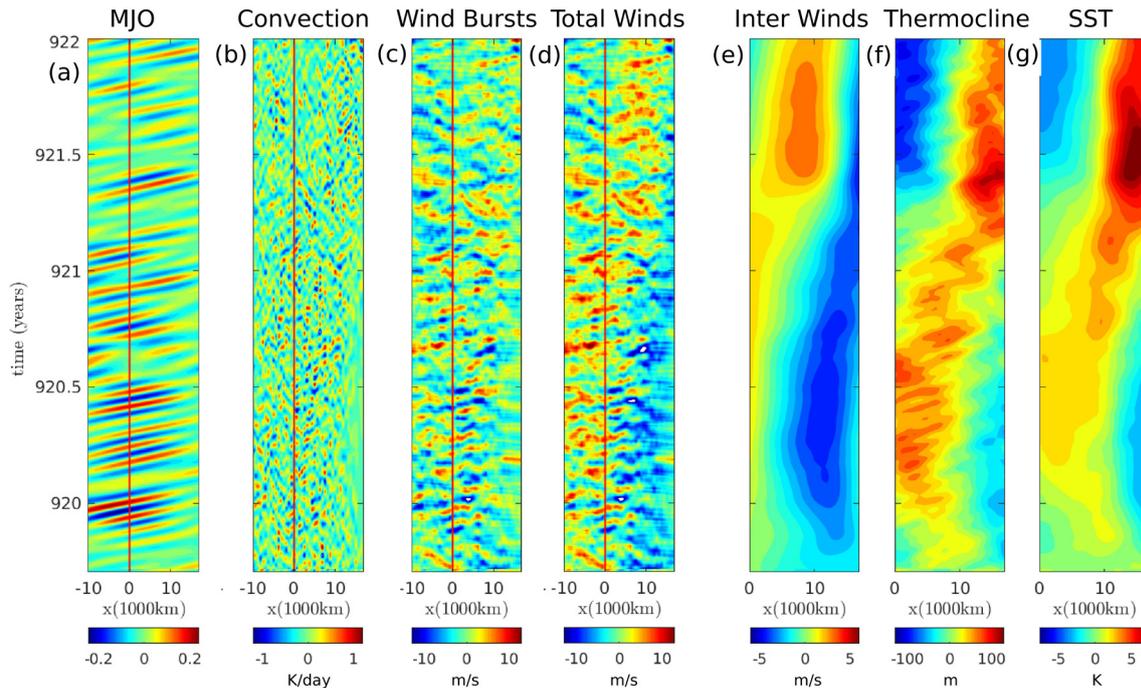


Figura 3. Soluciones numéricas del modelo teórico océano-atmósfera. Diagramas longitud-tiempo a lo largo de la franja ecuatorial de (a) la amplitud de la MJO, (b) la convección ($K \text{ día}^{-1}$), (c) viento zonal intraestacional u' , (d) anomalías de viento zonal total $u = u' + \bar{u}$, (e) viento interanual \bar{u} , (f) anomalía de la profundidad de la termoclina y (g) anomalía de la TSM. Los diagramas del (a) al (d) se extienden de -10000 a 18000 km, lo cual "incluye" los océanos Índico y Pacífico, mientras que los paneles del (f) al (h) abarcan solamente el océano Pacífico (0 – 18000 km.)

la amplitud de la MJO (see Thual et al., 2018 para detalles). La MJO se genera de manera intermitente con un periodo de 40 días y se propaga hacia el este con una velocidad promedio de 5 ms^{-1} . Estas, en general, son más frecuentes en el Pacífico occidental durante el inicio del evento El Niño. Si bien las MJOs pueden contribuir al calentamiento gradual del océano, lo cual es consistente en la Figura 1, ellas también se ven favorecidas por el incremento de la TSM en el modelo.

La Figura 4 documenta el espectro de potencia del modelo teórico, el cual sugiere una relación natural entre la MJO y El Niño. Primero, la Figura 4a y 4b muestra el espectro de potencia de los vientos zonales intraestacionales (u') y la convección como una función del número de onda κ y la frecuencia ω . Aquí el número de onda $\kappa = 1$ corresponde a una escala zonal de 40 000 km, es decir del tamaño de la circunferencia del ecuador, mientras que $\kappa = 2$ corresponde a la mitad de la escala y así sucesivamente. Estos resultados indican que hay una señal dominante de la MJO en la atmósfera, la cual es consistente con las observaciones (Wheeler y Kiladis, 1999), porque la potencia es máxima en la banda asociada a la MJO, es decir de $\kappa = 1$ a $\kappa = 3$ y de $\omega = \left(\frac{1}{30 \text{ días}}\right)$ a $\omega = \left(\frac{1}{90 \text{ días}}\right)$. Las Figuras 4c y 4d muestran el espectro de potencia de los vientos zonales intraestacionales u' promediados en la región occidental del Pacífico y la TSM promediada en la región oriental del Pacífico, como una función de la frecuencia. Aquí u' es un buen indicador de los WBs y la variabilidad de la MJO (banda de 30 a 90 días) en el Pacífico Occidental, mientras que la TSM en el Pacífico Oriental es un buen indicador de la variabilidad

de El Niño con un pico alrededor de 4.5 años, lo cual corresponde, dentro del modelo, a la duración promedio del ciclo del ENSO. Sin embargo, es importante notar que todas las frecuencias son generadas tanto en el océano como en la atmósfera en la Figura 4 c y d: en este aspecto los modelos dinámicos son diferentes, en la práctica, de la formulación de la ecuación 1 y Figura 2, los cuales separan arbitrariamente las escalas de tiempo. Por ejemplo, sucesivas MJOs en la atmósfera intraestacional pueden resultar en una componente de baja frecuencia, mientras existen también fluctuaciones rápidas, aunque débiles, en \bar{u} y TSM. Curiosamente, las inclinaciones en la Figura 4c y d (aproximadamente constante para u' e incrementándose linealmente con la frecuencia para TSM) sugiere una simple interacción de variabilidad intraestacional por el océano, lo cual también sugiere un rol central de la componente de baja frecuencia de variabilidad intraestacional para activar el ENSO.

CONCLUSIONES

En este trabajo se muestra una estrategia para construir un modelo simplificado de la dinámica océano-atmósfera que describa la relación entre el fenómeno El Niño y la MJO en los trópicos. Se sabe que el fenómeno El Niño, a pesar de sus ya conocidos impactos, es difícil de pronosticar y posiblemente se debería a un gran desorganización extendida de la variabilidad atmosférica en el Pacífico Occidental que interactúa con el océano. Herramientas teóricas como las que se propone aquí permiten mejorar la

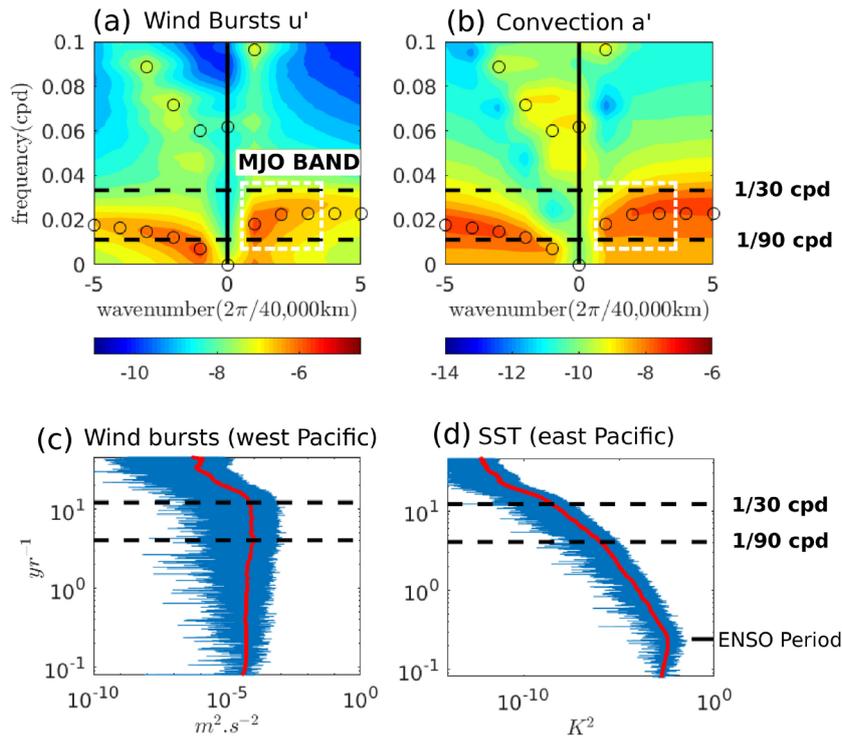


Figura 4. Soluciones del modelo teórico del océano-atmósfera. Espectro de potencia del número de onda zonal ($2\pi/40000\text{km}$) y frecuencia (ciclos por día en escala logarítmica) de la variabilidad intraestacional de: (a) el viento u' y (b) la convección. Los círculos abiertos de color negro indican las soluciones lineales de la atmósfera intraestacional. En los paneles inferiores se describen los espectros de potencia (ambos ejes en escala logarítmica): (c) del promedio de u' en la mitad occidental del Pacífico ecuatorial ($\text{m}^2\cdot\text{s}^{-2}$) y (d) de la TSM promediada en el mitad del Pacífico Oriental (K^2). La línea roja en estas últimas figuras representa una versión "suavizada". Las líneas cortadas de color negro indican el rango intraestacional (de 30 a 90 días) en todos los paneles, mientras que el período ENSO es aproximadamente 4.5 años, tal como se indica en el panel inferior derecho.

comprensión de dicha variabilidad. Por ejemplo, el modelo teórico ha logrado representar algunas de las principales características observadas. Los resultados muestran que los eventos MJO en el Pacífico Occidental pueden iniciar y amplificar eventos El Niño y, a la vez, favorecerse por el incremento de la TSM producido por este último (ver Figura 1 y 3). También se muestra que la parte atmosférica del modelo puede generar tanto oscilaciones de 30 y 90 días (MJO) como de 2 a 7 años (ENSO) (ver Figura 4). Estos hallazgos teóricos pueden ser útiles para diagnosticar, analizar y ayudar a eliminar fuertes tendencias que tienen los actuales modelos operacionales en la región tropical y, de esta manera, mejorar a largo plazo la predicción de las MJO y el fenómeno El Niño que son muy necesarios para la comunidad.

REFERENCIAS

Gushchina, D. and Dewitte, B. (2011). The relationship between intraseasonal tropical variability and ENSO and its modulation at seasonal to decadal timescales. *Cent.Eur.J.Geosci.*, 1:175-196.

Harrison, D. and Vecchi, G. (1997). Westerly wind events in the tropical Pacific. *J. Climate*, 10:3131-3156.

Lin, J.-L., and coauthors (2006). Tropical Intraseasonal Variability in 14 IPCC AR4 Climate Models. Part I: Convective Signals. *J. Climate*, 19:2665-2690.

Madden, R. E. and Julian, P. R. (1971). Detection of a

40-50 day oscillation in the zonal wind in the tropical Pacific. *J. Atmos. Sci.*, 28:702-708.

Majda, A. and Klein, R. (2003). Systematic Multiscale Models for the Tropics. *J.Atm.Sci.*, 60:393-408.

Majda, A. J. and Stechmann, S. N. (2009). The skeleton of tropical intraseasonal oscillations. *Proc. Natl. Acad. Sci.*, 106:8417-8422.

Moore, A. M. and Kleeman, R. (1999). Stochastic Forcing of ENSO by the Intraseasonal Oscillation. *J. Climate*, 12:1199-1220.

Thual, S., Majda, A., and Chen, N. (2018). A Tropical Stochastic Skeleton Model for the MJO, El Niño, and Dynamic Walker Circulation: A Simplified GCM. *J. Climate*, 31:9261-9282.

Thual, S., Majda, A., Chen, N., and Stechmann, S. (2016). Simple Stochastic Model for El Niño with Westerly Wind Bursts. *Proc. Natl. Acad. Sci.*, 113(37):10245-10250.

Thual, S., Majda, A. J., and Stechmann, S. N. (2014). A stochastic skeleton model for the MJO. *J. Atmos. Sci.*, 71:697-715.

Wheeler, M. and Kiladis, G. N. (1999). Convectively Coupled Equatorial Waves: Analysis of Clouds and Temperature in the Wavenumber-Frequency Domain. *J. Atmos. Sci.*, 56:374-399.

Científicos del IGP capacitaron a estudiantes y docentes de Trujillo sobre fenómeno El Niño



Expertos del IGP e Imarpe en el taller sobre fenómeno El Niño realizado en Trujillo.

“Este taller nos sirve para formar nuevos científicos y fortalecer la investigación regional entorno al fenómeno El Niño”

Con el objetivo de compartir con la comunidad universitaria las investigaciones, el monitoreo y los métodos de pronóstico relacionados con el fenómeno El Niño que se desarrollan en el Instituto Geofísico del Perú (IGP) el viernes 19 de octubre se realizó el taller **“Fenómeno El Niño (monitoreo y pronóstico)”** en el Teatrín Copérnico de las Facultad de Ciencias físicas y matemáticas de la Universidad Nacional de Trujillo (UNT).

Asimismo, fue orientado a los docentes y alumnos para que conozcan sobre el Fenómeno El Niño, su monitoreo, pronóstico y las investigaciones que se realizan en el IGP,

con el fin de estar mejor preparados para enfrentar los impactos negativos.

En dicho taller participaron como exponentes la Dra. Yamina Silva, el Lic. Jorge Reupo, ambos investigadores científicos de nuestra institución, quienes presentaron los siguientes temas: **“Investigaciones en ciencias de la atmósfera e hidrósfera del IGP”, “El Niño, investigaciones, monitoreo y condiciones actuales”**. Además, se contó con la presentación de la Blga. Cinthia Vásquez, investigadora en el Laboratorio Costero de IMARPE en Huanchaco con el tema **“Los efectos de El Niño sobre los recursos hidrobiológicos”**.

“Lo importante de este taller ha sido la interacción los estudiantes y docentes interesados en la temática, y eso



Dra. Yamina Silva, explica sobre las investigaciones en ciencias de la atmósfera e hidrósfera del IGP.

nos ayuda formar nuevos investigadores y fortalecer la investigación regional, entorno al fenómeno El Niño y otros fenómenos que es de interés de la región”, señaló la Dra. Yamina Silva.

Cabe destacar que los talleres se realizaron en el marco del Programa Presupuestal por Resultados N° 068 “Reducción de vulnerabilidad y atención de emergencias

por desastres”- Producto: “Estudios para la estimación del riesgo de desastres”. Actividad: “Generación de información y monitoreo del Fenómeno El Niño. El taller contó con la asistencia 200 estudiantes y docentes de diferentes facultades como física, antropología, biología, ingeniería; además de la presencia de representantes de INDECI, el COER e instituciones involucradas en la gestión de riesgos de desastres de la ciudad de Trujillo.



Expertos del IGP e Imarpe junto a los estudiantes y docentes de la UNT en Trujillo.

Resumen del Informe Técnico PP N° 068 / El Niño- IGP/2018-09

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

RESUMEN

Según el valor del Índice Costero El Niño (ICEN), basado en los datos de ERSSTv3 para el mes de agosto del 2018, la condición climática para la costa peruana es Neutra (ICEN = $-0,35$ °C) al igual que el valor estimado con datos de OISSTv2 (ICENOI = $-0,50$ °C). Los valores temporales del ICEN (ICENtmp) y el ICENOI (ICENOItmp) para los meses de setiembre y octubre, también coinciden en mostrar condiciones Neutras. En lo que respecta al Pacífico Central, el valor del Índice Oceánico Niño (ONI) de la NOAA indica que en agosto de 2018 se tuvo una condición Neutra ($0,14$ °C); la cual se mantendría para setiembre según los estimados temporales.

En base al análisis de los datos y resultados de los modelos numéricos, se espera que continúe la actividad de la onda Kelvin hasta el mes de diciembre en el extremo oriental. Según el promedio de los siete modelos numéricos de NMME, inicializados con condiciones del mes de octubre de 2018, se esperan condiciones Cálidas Débiles para el Pacífico oriental hasta el mes de abril de 2019.

En la región del Pacífico central ecuatorial, el promedio de los modelos de NMME muestran condiciones Cálidas Moderadas entre los meses de noviembre de 2018 y abril de 2019.

ÍNDICE COSTERO EL NIÑO

Utilizando los datos de Temperatura Superficial del Mar (TSM) promediados sobre la región Niño 1+2; actualizados hasta el mes de setiembre de 2018 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 agosto de 2018 y cuyos valores se muestran en la Tabla 1. El valor de agosto corresponde a una condición Neutra.

Año	Mes	ICEN (°C)	Condiciones
2018	Mayo	-0.80	Neutra
2018	Junio	-0.60	Neutra
2018	Julio	-0.57	Neutra
2018	Agosto	-0.35	Neutra

Tabla 1. Valores recientes del ICEN (ERSST v3b).
(Descarga: <http://www.met.igp.gob.pe/datos/icen.txt>)

Según los valores del ICENtmp, se estima que en los meses de setiembre y octubre de 2018 las condiciones serían del tipo Neutras. El ICEN de setiembre será confirmado cuando se disponga del valor de ERSSTv3b para el mes de octubre de 2018.

DIAGNÓSTICO DEL PACÍFICO ECUATORIAL

Según los datos observados (IR, MW, OSTIA), en el Pacífico central las anomalías de la TSM diaria, se presentaron dentro de las condiciones Neutras, manteniéndose en el orden de 0.3 a 0.6 °C con valores cercanos a 0.9 °C en los primeros días del mes de octubre. Para la región Niño 1+2, la anomalía de la TSM indicó valores entre -0.2 a 0.4 °C.

El promedio mensual de las anomalías de esfuerzo de viento zonal en el Pacífico central (160°E-160°W; 5°S-5°N) mostró anomalías del oeste, próximo a su climatología; en la primera y tercera semana de setiembre se observaron anomalías positivas en el Pacífico oeste entre 130°E y 150°E y 2°S-2°N y en la cuarta semana siendo más intensa entre 160°E y 165°W y 2°S-2°N. Por otro lado, también se observaron anomalías negativas en la segunda semana del mes de setiembre, siendo la más intensa entre (180°-155°W; 2°S-2°N). La actividad convectiva en el Pacífico ecuatorial central y oriental, se encuentra por encima pero cerca a sus valores climatológicos. La inclinación de la termoclina ecuatorial se presentó oscilante alrededor de su estado normal, sin embargo, el contenido de calor se mantiene positivo.

En la región Niño 1+2, se puede observar, según la información de los flotadores ARGO, que las ondas Kelvin Cálidas han impactado la temperatura del mar, principalmente por debajo de la superficie incrementando sus valores desde la superficie y 50 metros de profundidad.

PRONÓSTICO A CORTO PLAZO CON MODELO DE ONDAS Y OBSERVACIONES

Según el análisis de los datos observados y resultados de los modelos numéricos, se espera que continúe la actividad de la onda Kelvin hasta el mes de diciembre en el extremo oriental. (Figura 1)

PRONÓSTICO ESTACIONAL CON MODELOS CLIMÁTICOS

Para el Pacífico oriental (región Niño 1+2), según los 7 modelos climáticos de NMME (CFSv2, GFDL_CMC2.1, GFDL_FLOR, NASA_GEOS5v2, NCAR_CCM4, CMC1 y CMC2), con condiciones iniciales en el mes de octubre, indican en promedio condiciones Cálidas Débiles para los meses entre noviembre y abril del 2019, el modelo CMC1 indica condiciones Neutras para los meses de noviembre y diciembre, y el modelo NASA indica condiciones Neutras en todos sus pronósticos.

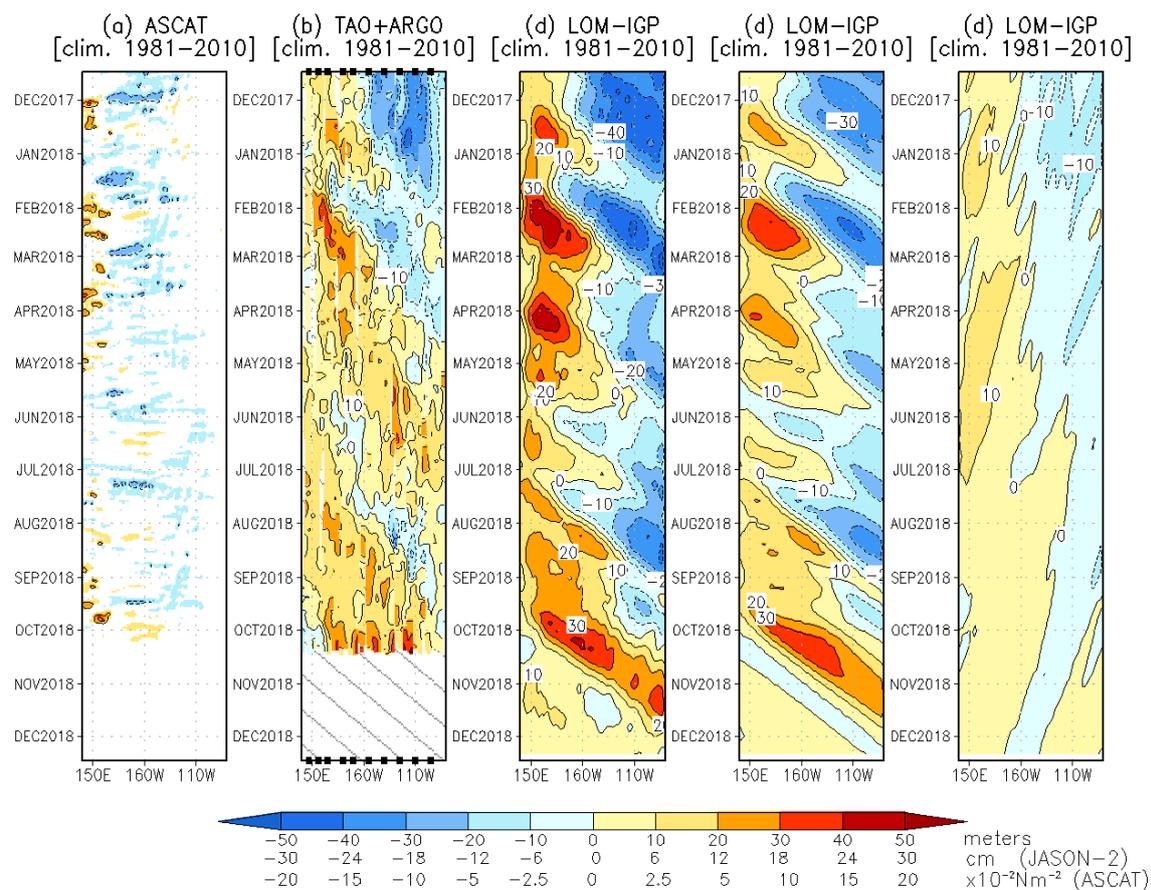


Figura 1. Diagrama longitud-tiempo de las anomalías de esfuerzo de viento zonal ecuatorial basado en datos del escaterómetro ASCAT (a), anomalía de la profundidad de la isoterma de 20°C datos de TAO y los derivados de ARGO (b), diagrama de la onda Kelvin y Rossby (c), diagrama de la onda Kelvin (d) y finalmente diagrama de la onda Rossby, calculada con el modelo LOM-IGP (forzado por ASCAT, y $\tau=0$ para el pronóstico). Las líneas diagonales representan la trayectoria de una onda Kelvin si tuviera una velocidad de 2.6 m/s. (Elaboración: IGP)

Para el Pacífico central (región Niño 3.4), según los modelos de NMME inicializados en octubre, el promedio de los 7 modelos indican condiciones Cálida Moderadas desde el mes de noviembre hasta abril de 2019 .

CONCLUSIONES

1. El ICEN para agosto de 2018 fue de -0.35 (Neutro) y el ICENtmp para setiembre y octubre fueron -0.16 y -0.16 (Neutro). Usando OI mensual para el cálculo (ICENOI), los valores correspondientes son -0.50 (Neutro), y los temporales para setiembre y octubre son neutros -0.32 y -0.02, respectivamente. En el Pacífico central, el ONI de agosto (JAS) es 0.14 y corresponde a condiciones Neutras y el estimado para setiembre sería de condición Cálida Débil. La ATSM en la región Niño 3.4, fue, en promedio, 0.7°C.

2. Durante el mes de setiembre, según TAO, el promedio mensual mostró, como el mes anterior, vientos del oeste concentrados al oeste de la línea de cambio de fecha, mientras que al este se observaron principalmente vientos del este.

3. En lo que respecta a la anomalía de la TSM (profundidad de la termoclina), esta se mantuvo positiva, con un incremento en el extremo occidental (oriental).

4. Según TAO, durante setiembre y la primera semana de octubre se observó un pulso intenso de viento del oeste al oeste de la línea de cambio de fecha y entre este último y 140°W . Cabe mencionar que desde fines de setiembre se observa, como un aparente background de los pulsos de viento , un patrón de anomalía de viento débil del oeste en el Pacífico Ecuatorial.

5. El patrón anómalo de convección ecuatorial, en lugares estratégicos, muestra valores cercanos a su valor climatológico

6. La inclinación de la termoclina ecuatorial se presentó oscilante dentro de su estado normal, sin embargo, el contenido de calor se mantiene positivo.

7. Los pulsos de viento del oeste durante el mes de setiembre se proyectaron en una onda Kelvin que se observa alrededor de 160°W.

8. En la región Niño 1+2 se puede observar, según la información de los flotadores ARGO, que las ondas Kelvin cálidas han impactado la temperatura del mar, principalmente por debajo de la superficie incrementando sus valores desde la superficie y 50 metros de profundidad.

9. Se espera que continúe la actividad de la onda Kelvin cálida hasta el mes de diciembre en el extremo oriental.

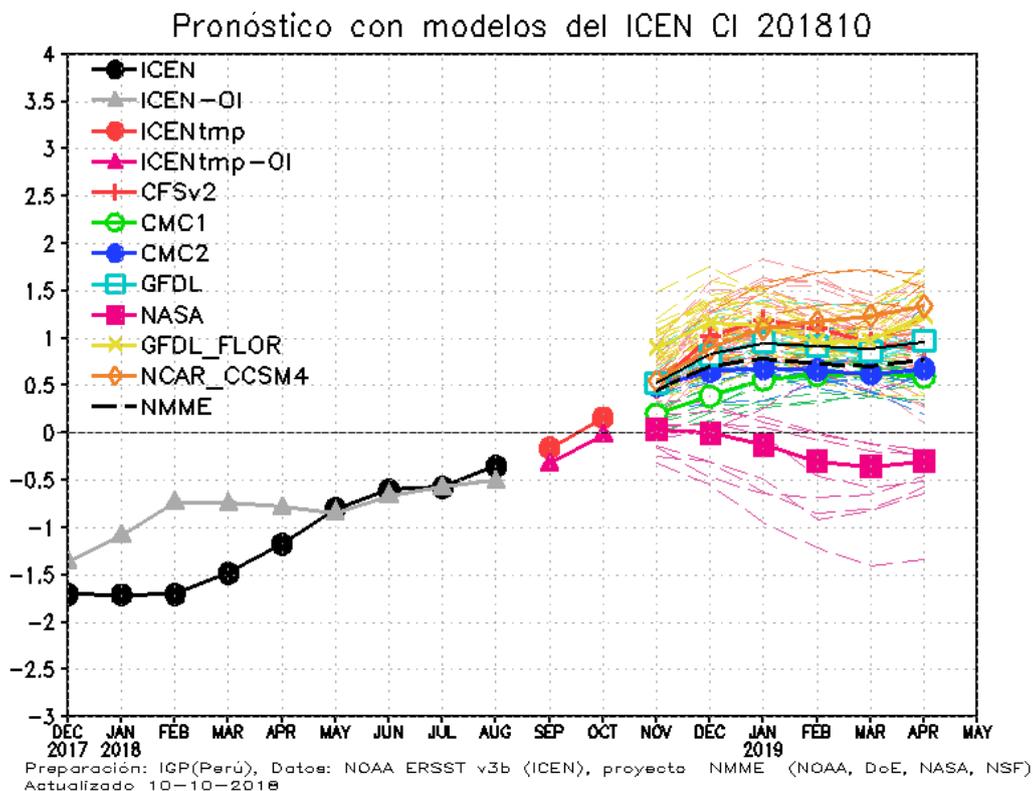


Figura 2. Índice Costero El Niño (ICEN negro con círculos llenos, fuente ERSSTv3; ICEN gris con triángulos, fuente OISSTv2) y sus valores temporales (ICENtmp, rojo con círculo lleno y ICENtmp-OI, rojo con triángulos llenos). Además, pronósticos numéricos del ICEN (media móvil de 3 meses de las anomalías pronosticadas de TSM en Niño 1+2) por diferentes modelos climáticos. Los pronósticos de los modelos CFSv2, CMC1, CMC2, GFDL, NASA_GEOSv2 GFDL_FLOR y NCAR_CCSM4 tienen como condición inicial el mes de octubre de 2018. (Fuente: IGP, NOAA, proyecto NMME).

10. Para el Pacífico Oriental (región Niño 1+2), los modelos de NMME en promedio indican condiciones Cálidas Débiles de noviembre a abril de 2019. Para el Pacífico central (Región Niño 3.4), el promedio de los modelos de NMME indican condiciones Cálidas Moderadas desde el mes de noviembre hasta abril de 2019.

BIBLIOGRAFÍA

Aparco, J., K, Mosquera y K, Takahashi. 2014. Flotadores Argo para el cálculo de la anomalía de la profundidad de la termoclina ecuatorial (Aplicación Operacional), Boletín Técnico "Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño", Instituto Geofísico del Perú, Mayo, 1, 5.

Cravatte, S., W. S. Kessler, N. Smith, S. E. Wijffels, Ando, K., Cronin, M., Farrar, T., Guilyardi, E., Kumar, A., Lee, T., Roemmich, D., Serra, Y, Sprintall, J., Strutton, P., Sutton, A., Takahashi, K. y Wittenberg, A. 2016. First Report of TPOS 2020. GOOS-215, 200 pp. [<http://tpos2020.org/first-report>]

DiNezio, P. 2016. Desafíos en la predicción de La Niña, Boletín Técnico "Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño", Instituto Geofísico del Perú, 3 (9), 4-8.

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

ENFEN 2015: Pronóstico probabilístico de la magnitud de El Niño costero en el verano 2015-2016. Nota Técnica ENFEN 02-2015.

Huang, B., Thorne, P.W, Banzon, V. F., Boyer, T., Chepurin, G., Lawrimore, J. H., Menne, M. J., Smith, T. M., Vose, R. S., Zhang, H.-M. 2017. Extended Reconstructed Sea Surface Temperature version 5 (ERSSTv5): Upgrades, validations, and intercomparisons, J. Climate, doi: 10.1175/JCLI-D-16-0836.1

Kug, J.-S., Jin, F.-F., 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.

Lavado-Casimiro, W., Espinoza, J. C. 2014. Impactos de El Niño y La Niña en las lluvias del Perú (1965-2007), Revista Brasileira de Meteorologia, 29 (2), 171-182.

Meehl, G., Hu, A., Teng, H. 2016. Initialized decadal prediction for transition to positive phase of

the Interdecadal Pacific Oscillation. Nature Communications, doi: 10.1038/ncomms11718

Morera, S. B., Condom, T., Crave, A., Steer, P., and Guyot, J. L. 2017. The impact of extreme El Niño events on modern sediment transport along the western Peruvian Andes (1968-2012). Scientific Reports, v. 7, No. 1, p. 11947 DOI:10.1038/s41598-017-12220-x.

Mosquera, K. 2009. Variabilidad Intra-estacional de la Onda de Kelvin Ecuatorial en el Pacífico (2000-2007): Simulación Numérica y datos observados. Tesis para obtener el grado de Magíster en Física - Mención Geofísica en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Mosquera, K., B. Dewitte y P. Lagos. 2010. 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, Lima, Año 5, No9, julio-diciembre de 2010, p. 55.

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", Instituto Geofísico del Perú, Enero, 1, 1, 4-7

Reupo, J., y Takahashi, K. 2014. Validación de pronósticos con modelos globales: Correlaciones de TSM (1982-2010). Boletín Técnico "Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño", Instituto Geofísico del Perú, Enero, 1, 1, 8-9.

Sulca, J., Takahashi, K., Espinoza, J.C., Vuille, M. and Lavado-Casimiro, W. 2017. Impacts of different ENSO flavors and tropical Pacific convection variability (ITCZ, SPCZ) on austral summer rainfall in South America, with a focus on Peru. Int. J. Climatol. Doi:10.1002/joc.5185

Takahashi, K. 2017. Verificación de los pronósticos probabilísticos de El Niño y La Niña costeros. Boletín Técnico "Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño", Instituto Geofísico del Perú, 4 (8), 8-9.

Takahashi, K., Martínez, A. G. 2016. The very strong El Niño in 1925 in the far-eastern Pacific. Climate Dynamics, doi: 10.1007/s00382-017-3702-1.

Thoma, M., Greatbatch, R., Kadow, C., Gerdes, R. 2015. Decadal hindcasts initialized using observed surface wind stress: Evaluation and prediction out to 2024. Geophys. Res. Lett. doi:10.1002/2015GL064833

Comunicado oficial ENFEN



COMISIÓN MULTISECTORIAL ENCARGADA DEL
ESTUDIO NACIONAL DEL FENÓMENO "EL NIÑO" - ENFEN

COMUNICADO OFICIAL ENFEN N° 11 - 2018 Estado del sistema de alerta: Vigilancia de El Niño

La Comisión Multisectorial ENFEN mantiene el estado de vigilancia de El Niño debido a que persisten condiciones favorables para su desarrollo. Para el verano 2018-2019, las probabilidades estimadas para El Niño en el Pacífico central y en el Pacífico oriental (que incluye la costa peruana) son 81% y 65%, respectivamente, siendo la magnitud débil la más probable en ambas regiones. De acuerdo a esta evaluación, es más probable que ocurran lluvias por encima de lo normal, mas no extraordinarias en la costa norte de Perú.

Para los próximos meses, la Comisión Multisectorial del ENFEN informa que en la costa norte de Perú se espera que el impacto de la onda Kelvin cálida se dé entre octubre y diciembre, lo que contribuirá al incremento de las anomalías de la temperatura y nivel del mar.

La Comisión Multisectorial encargada del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño ENFEN se reunió para analizar la información de las condiciones atmosféricas, oceanográficas, biológico- pesqueras e hidrológicas actualizadas hasta el 10 octubre del 2018.

En el Pacífico ecuatorial central (Niño 3.4) y en el extremo oriental (Niño 1+2) la temperatura superficial del mar muestra una tendencia positiva, presentando en ambos casos anomalías¹ de +0,7°C en la primera semana de octubre.

En el Pacífico ecuatorial occidental y oriental se evidenciaron anomalías de vientos zonales del oeste en la baja atmósfera (hasta 1,5 km), siendo más intensas en la región oriental durante la primera semana de octubre, mientras que, en niveles altos (aproximadamente 12 km) persistieron anomalías de vientos del este sobre la región central del Pacífico, consistente con el desarrollo de El Niño.

La presencia de pulsos de vientos del oeste desde setiembre en la región occidental y central generó, según los datos observados, una onda Kelvin cálida que ha contribuido en mantener el contenido de calor por encima de lo normal en el Pacífico ecuatorial.

El Índice Costero El Niño (ICEN2) de agosto y el índice temporal de setiembre aún se ubican dentro del rango de condiciones neutras, con una tendencia ascendente. (Figura 1).

El Anticiclón del Pacífico Sur (APS) presentó una configuración zonal y al suroeste de su posición habitual, predominando anomalías negativas de presión frente a la costa de Perú a partir de la quincena de setiembre. Este alejamiento anómalo del APS se acentuó desde principios de octubre, observándose anomalías del viento costero de hasta -3 m/s que contribuyeron al debilitamiento del afloramiento a lo largo del litoral.

Las temperaturas máximas y mínimas del aire promedio correspondiente a setiembre estuvieron alrededor de lo normal (Cuadro 1), mientras que, en la primera semana de octubre se observaron anomalías por encima de +1,0 °C en la región centro y sur de la costa del Perú.

Frente a la costa y a lo largo del litoral peruano predominaron anomalías positivas de la temperatura superficial del mar, durante el mes de setiembre. En lo que va de octubre, las anomalías en el norte mostraron un comportamiento variable, mientras que al sur del Callao aumentaron. Por otro lado, entre setiembre y octubre el nivel medio del mar mostró incrementos en sus anomalías positivas.

Frente a la costa norte se observó un acercamiento anómalo de aguas oceánicas de alta salinidad. En la capa superior de la columna de agua (< 50 m) se observaron temperaturas normales con ligeras anomalías negativas (-0,5 °C). Las estaciones fijas (dentro de las 10 millas de costa) registraron un ascenso de las isotermas desde la última semana de setiembre, lo cual evidencia que aún no se registra el paso de la onda Kelvin cálida, que se señaló en el comunicado anterior, dentro de la columna de agua.



Los caudales de los ríos de la costa se encuentran cercano a sus valores normales. Las reservas hídricas de los principales embalses de la costa norte y sur vienen operando en promedio al 57% y 60% de su capacidad hidráulica, respectivamente.

La clorofila-a (indicador de la producción del fitoplancton), continuó mostrando valores inferiores a su patrón normal en el mes de setiembre, detectándose un aumento de sus concentraciones a principios de octubre. Los indicadores reproductivos de la anchoveta del stock Norte – Centro indican que el pico principal del desove se dio en setiembre, de acuerdo a sus patrones históricos.

En las zonas productoras de mango de Lambayeque, las temperaturas mínimas fueron favorables para la floración del mango Kent; sin embargo, estas plantaciones alcanzaron niveles de floración menores a la campaña pasada, debido al comportamiento fisiológico de alternancia y al retraso de las podas que prolongaron las cosechas; asimismo, en el valle La Yarada (Tacna) se evidenció condiciones térmicas normales que promovieron la floración del olivo.

PERSPECTIVAS

Entre octubre y diciembre, en la costa norte de Perú, se espera que el impacto de la onda Kelvin cálida contribuya al incremento de las anomalías de la temperatura y nivel del mar. Asimismo, los modelos climáticos prevén que la región Niño 3.4 desarrolle condiciones cálidas débiles a moderadas y la región Niño 1+2 presente condiciones neutras a cálidas débiles.

Para el próximo verano, en el Pacífico central (Niño 3.4), en el promedio de los modelos climáticos se presentan condiciones cálidas moderadas. Para el Pacífico oriental (Niño 1+2), estos mismos modelos continúan indicando condiciones cálidas débiles.

La Comisión Multisectorial ENFEN, en base a la información disponible de las agencias internacionales y su propio monitoreo y análisis, particularmente el valor positivo del contenido de calor del Pacífico ecuatorial y la expectativa de la llegada de la onda Kelvin cálida, concluye que para el próximo verano aumenta la probabilidad de ocurrencia de condiciones El Niño, principalmente de una magnitud débil.

Para el Pacífico Central se estima una probabilidad de 81% de la ocurrencia de El Niño, siendo la categoría más probable El Niño de magnitud débil (56%), seguida de una magnitud moderada (24%) (Tabla 2). Para el Pacífico Oriental (Niño 1+2), que incluye la costa norte del Perú,

se estima una probabilidad de 65% de la ocurrencia de El Niño (53% en la categoría de Niño débil), Tabla 1.

Considerando las probabilidades anteriormente descritas para el verano 2018-2019 de acuerdo a esta evaluación, es más probable que ocurran lluvias por encima de lo normal, más no extraordinarias en la costa norte de Perú, como las de los años 1983, 1998 o 2017.

La Comisión Multisectorial ENFEN mantiene el estado de vigilancia³, durante el cual continuará monitoreando e informando sobre la evolución de las condiciones actuales y actualizando las perspectivas en forma más frecuente. Manteniendo el estado de vigilancia la emisión del próximo comunicado ENFEN será 26 de octubre del 2018.

Callao, 12 de octubre de 2018

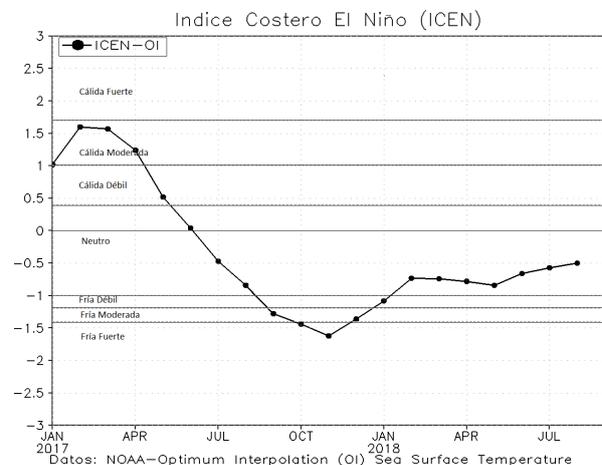


Figura 1. Serie del Índice Costero El Niño (ICEN), enero 2017 - agosto 2018. Fuente: Datos: OISST.V2/NCEP/NOAA, Gráfico IGP

Tabla 1. Probabilidades estimadas de las magnitudes de El Niño – La Niña en el Pacífico oriental en el verano diciembre 2018 – marzo 2019.

Magnitud del evento diciembre 2018 – marzo 2019	Probabilidad de Ocurrencia
El Niño fuerte – extraordinario	0%
El Niño moderado	12%
El Niño débil	53%
Neutro	34%
La Niña débil	1%
La Niña moderada – fuerte	0%

Tabla 2. Probabilidades estimadas de las magnitudes de El Niño – La Niña en el Pacífico central en el verano diciembre 2018 – marzo 2019.

Magnitud del evento diciembre 2018 – marzo 2019	Probabilidad de ocurrencia
El Niño fuerte – Muy fuerte	1%
El Niño moderado	24%
El Niño débil	56%
Neutro	18%
La Niña débil	1%
La Niña moderada – fuerte	0%

Cuadro 1. Anomalía media mensual de las temperaturas extremas del aire (a) máximo y (b) mínimo, junio 2017 – setiembre 2018, para las regiones costeras norte, centro y sur del litoral peruano. Fuente: SENAMHI.

Región	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET
a) Cost a Norte	1.0	0.9	0.6	0.6	0.5	-0.6	0.0	-0.2	0.2	-0.3	0.2	-0.3	-0.8	0.0	0.3	0.5
Costa Centro	1.6	0.3	0.5	0.0	0.3	-0.2	-0.1	-0.4	0.5	-0.5	0.7	0.6	-0.2	0.0	0.0	0.6
Costa Sur	0.9	0.5	0.6	-0.4	-0.5	-0.6	-0.4	-0.2	0.2	0.0	0.6	0.7	0.0	-0.3	-0.1	0.4

Región	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET
b) Cost a Norte	0.4	0.1	0.2	-0.1	-0.1	-1.2	-0.6	-1.3	-1.2	-1.3	-0.5	0.3	-0.4	0.1	0.2	0.1
Costa Centro	1.8	1.1	0.7	0.4	0.4	0.0	0.2	-0.2	-0.2	-0.3	0.5	0.8	0.9	0.7	0.6	0.8
Costa Sur	1.4	0.9	0.1	0.0	0.1	0.7	-0.6	-1.1	-0.5	-0.3	-0.1	0.9	0.7	0.2	0.1	0.3

COMUNICADO OFICIAL ENFEN N° 12- 2018 Estado del sistema de alerta: Vigilancia de El Niño

La Comisión Multisectorial ENFEN mantiene el estado de vigilancia de El Niño debido a que persisten condiciones favorables para su desarrollo. Para el verano 2018-2019, las probabilidades se mantienen para El Niño en el Pacífico central y en el Pacífico oriental con 81% y 65%, respectivamente, siendo la magnitud débil la más probable en ambas regiones. Asimismo, es más probable la ocurrencia de lluvias por encima de lo normal, más no extraordinarias, en la costa norte de Perú.

Para los próximos meses, la Comisión Multisectorial del ENFEN informa que en la costa norte de Perú se mantendrá la presencia de la onda Kelvin cálida hasta diciembre, lo que contribuiría al incremento de las anomalías de la temperatura y nivel del mar.

La Comisión Multisectorial encargada del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño ENFEN se reunió para analizar la información de las condiciones atmosféricas, oceanográficas, biológico- pesqueras e hidrológicas actualizadas hasta el 24 octubre del 2018.

En el Pacífico ecuatorial central (Niño 3.4) y en el extremo oriental (Niño 1+2) la temperatura superficial del mar se mantiene con anomalías¹ positivas, en promedio de octubre hasta la fecha de +0,7°C y +0,3°C, respectivamente.

En el Pacífico ecuatorial occidental y oriental se sigue evidenciando anomalías de vientos zonales del oeste en la baja atmósfera (hasta 1,5 km); mientras que, en niveles

altos (aproximadamente 12 km) persisten anomalías de vientos del este sobre la región central del Pacífico. Cabe señalar que no se observa aún la actividad convectiva en el Pacífico ecuatorial central y oriental, una medida del acoplamiento océano y atmósfera.

Se mantiene la presencia de la onda Kevin cálida en el Pacífico ecuatorial con mayor intensidad, esto estaría afectando la inclinación de la termoclina, haciéndola más profunda en la región más oriental. Asimismo, la presencia de la onda mantiene el contenido de calor por encima de lo normal en el Pacífico ecuatorial.

El Índice Costero El Niño (ICEN2) de agosto y el índice temporal de setiembre se ubican dentro del rango de condiciones neutras.

El Anticiclón del Pacífico Sur (APS) presentó una configuración zonal con una proyección al suroeste y noreste respecto a su posición habitual, predominando anomalías positivas de presión frente a la costa peruana. Del 11 al 20 de octubre, el acercamiento del APS intensificó los vientos costeros anómalos del sur que contribuyeron al ligero incremento del afloramiento a lo largo del litoral, para luego tender a la normalización.

Las temperaturas máximas y mínimas del aire promedio en la costa peruana, de las tres primeras semanas de octubre continúan alrededor de lo normal, excepto en la región central donde la anomalía fue de +0,8 °C y +1,0°C, respectivamente.

Frente a la costa y a lo largo del litoral peruano la temperatura superficial y nivel del mar en promedio presenta valores cercanos a lo normal.

Frente a las costas, entre Chimbote y Huacho, se presentó el acercamiento anómalo de aguas oceánicas de alta salinidad. En la capa superior de la columna de agua (< 50 m) la temperatura fue normal frente a Chicama y cálida frente a Chimbote. Dentro de las 10 millas de costa (estaciones fijas), al norte de Chicama se evidenció la profundización de las isotermas a inicios de la segunda quincena de octubre, debido al paso de la onda Kelvin cálida.

Los caudales de los ríos de la costa se mantienen cercanos a sus valores normales.

La clorofila-a (indicador de la producción del fitoplancton), continúa por debajo de lo normal. Los indicadores reproductivos de la anchoveta (stock norte – centro) indican una tendencia a la declinación del desove, de acuerdo a su patrón histórico. Por otro lado, la presencia de aguas de mezcla (aguas costeras frías y aguas subtropicales superficiales) en la zona central

¹Anomalías: positivas: es el valor positivo de diferencia del promedio del mes con el valor promedio multianual del mismo mes, Anomalías negativas: es el valor negativo de diferencia del promedio del mes con el valor promedio multianual del mismo mes.

²ICEN corresponde a la región Niño 1+2.

³Nota Técnica ENFEN 01-2012.

del mar peruano favoreció la disponibilidad de jurel y caballa con zonas de pesca entre Supe y Callao, entre las 60 a 80 millas de la costa.

PERSPECTIVAS

Entre noviembre y diciembre, en la costa norte de Perú, se espera que la onda Kelvin cálida contribuya al incremento de las anomalías de la temperatura y nivel del mar. Asimismo, los modelos climáticos prevén que la región Niño 3.4 desarrolle condiciones cálidas débiles a moderadas y la región Niño 1+2 presente condiciones neutras a cálidas débiles.

Para el próximo verano, en el Pacífico central (Niño 3.4), en el promedio de los modelos climáticos muestran condiciones cálidas moderadas. Mientras que, para el Pacífico oriental (Niño 1+2), estos mismos modelos continúan indicando condiciones cálidas débiles, tal como se indicó en el Comunicado Oficial ENFEN N° 11-2018.

La Comisión Multisectorial ENFEN, en base a la información disponible de las agencias internacionales y su propio monitoreo y análisis, aún no observa un acoplamiento de la atmósfera y el océano, por lo que mantiene las probabilidades de ocurrencia de El Niño y La Niña, indicadas en el Comunicado Oficial ENFEN N° 11-2018.

Para el Pacífico central se estima una probabilidad de 81 % de la ocurrencia de El Niño, siendo la categoría más probable El Niño de magnitud débil (56 %), seguida de una magnitud moderada (24 %) (Tabla 2). Para el Pacífico Oriental (Niño 1+2), que incluye la costa norte del Perú, se estima una probabilidad de 65 % de la ocurrencia de El Niño (53 % en la categoría de Niño débil), Tabla 1.

Considerando las probabilidades anteriormente descritas para el verano 2018-2019 de acuerdo a esta evaluación, es más probable que ocurran lluvias por encima de lo normal en la costa norte de Perú, más no extraordinarias como las de los años 1983, 1998 o 2017.

La Comisión Multisectorial ENFEN mantiene el estado de vigilancia³, durante el cual continuará monitoreando e informando sobre la evolución de las condiciones actuales y actualizando las perspectivas quincenalmente. La emisión del próximo comunicado ENFEN será 15 de noviembre del 2018.

Callao, 26 de Octubre del 2018

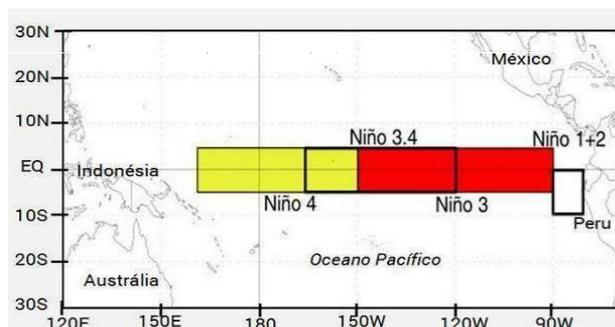


Figura 1. Áreas de monitoreo, Región Niño 3.4 (5°N-5°S / 170°W-120°W) y Región Niño 1+2 (0°-10°S / 90°W-80°W) Fuente: NOAA.

Tabla 1. Probabilidades estimadas de las magnitudes de El Niño – La Niña en el Pacífico oriental en el verano diciembre 2018 – marzo 2019.

Magnitud del evento diciembre 2018 – marzo 2019	Probabilidad de Ocurrencia
El Niño fuerte – extraordinario	0%
El Niño moderado	12%
El Niño débil	53%
Neutro	34%
La Niña débil	1%
La Niña moderada – fuerte	0%

Tabla 1. Probabilidades estimadas de las magnitudes de El Niño – La Niña en el Pacífico oriental en el verano diciembre 2018 – marzo 2019.

Magnitud del evento diciembre 2018 – marzo 2019	Probabilidad de ocurrencia
El Niño fuerte – Muy fuerte	1%
El Niño moderado	24%
El Niño débil	56%
Neutro	18%
La Niña débil	1%
La Niña moderada – fuerte	0%



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

 https://www.youtube.com/c/igp_videos

En el marco del:



EL PERÚ PRIMERO