



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

La Red ARGO para mejorar la monitorización de la circulación oceánica en el mar del Perú

VOL. 5 N° 9 SETIEMBRE 2018

Contenido

3 - 4

Introducción

5 - 9

Artículo de Divulgación Científica

10 - 12

Avances Científicos

13 - 17

Resumen del Informe Técnico

18 - 19

Comunicado Oficial 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: Atardecer en La Punta, Callao.
Foto: David Almeida

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, noviembre 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 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 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

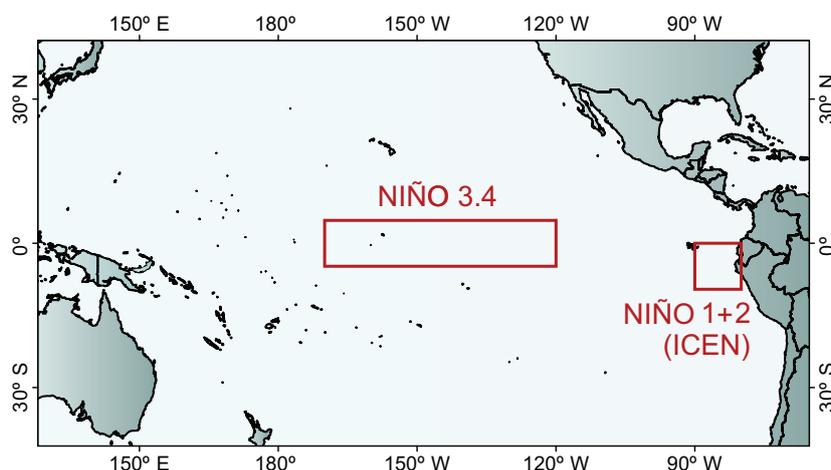
La Comisión Multisectorial encargada del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño (ENFEN), conformada por representantes de IMARPE, DHN, IGP, SENAMHI, ANA, INDECI y CENEPRED, es el ente que genera la información oficial de monitoreo y pronóstico del Fenómeno El Niño y otros asociados.

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.

La Red ARGO para mejorar la monitorización de la circulación oceánica en el mar del Perú



Dr. Kobi Mosquera
INVESTIGADOR CIENTÍFICO DEL INSTITUTO
GEOFÍSICO DEL PERÚ

Doctor en oceanografía Física de la Universidad Sabatier de Francia , magister en Física- mención Geofísica y físico de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM). Actualmente es investigador científico en la Subdirección de Ciencias de la Atmósfera e Hidrósfera del IGP, y es representante del IGP en la Comisión Multisectorial encargada del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño (ENFEN). Asimismo, su investigación se centra en el estudio de las ondas Kelvin oceánicas y su impacto en la dinámica y termodinámica del Pacífico Ecuatorial.



Dra. Ivonne Montes
INVESTIGADORA CIENTÍFICA DEL
INSTITUTO GEOFÍSICO DEL PERÚ



Boris Dewitte, Ph.D
INVESTIGADOR EN EL CENTRO DE
ESTUDIOS EN ZONAS ÁRIDAS (CEAZA)

INTRODUCCIÓN

La ciencia, mediante el uso del método científico, logra obtener resultados que permiten acercarnos a un entendimiento de la naturaleza y sus respectivos procesos. El objetivo final de entender la naturaleza es, en algún momento, modelarla y, finalmente, predecir su evolución hacia el futuro. Para alcanzar este objetivo la ciencia requiere, continuamente, corroborar los modelos con datos observacionales. En el caso de la ciencia asociada a entender el comportamiento del océano, en la actualidad, la investigación científica emplea datos observacionales (es decir, datos que han sido colectados de manera directa, o indirecta, mediante instrumentos de observación, como por ejemplo: termistores, correntímetros, radiómetros,

entre otros, instalados en diferentes plataformas, por ejemplo, barcos, anclajes, otros), así como de información obtenida del modelado numérico principalmente de los llamados Modelos Oceánicos de Circulación General (OGCM, por sus siglas en inglés). Si bien estos últimos son herramientas muy importantes, siempre requieren de información observacional para ser validados. No está demás indicar que los OGCM requieren de supercomputadores que le permitan realizar los cuantiosos cálculos de los experimentos.

Para el caso particular del mar peruano, en lo que respecta a los datos observacionales, entre los años 70 y 80, la colecta de datos por medio de barcos de oportunidad e investigación fueron el medio más frecuente para colectar información oceanográfica y conocer así sus características, desde la superficie hacia

el fondo en zonas específicas, principalmente motivado por el boom pesquero (Strama et al., 2010a; Chavez et al., 2008). Hay que resaltar también que en los años 90 se desarrolló, a nivel internacional, un sistema de observación en el Pacífico Tropical, la red TAO (Tropical Atmosphere Ocean Project, MacPhaden et al., 1998), el cual, debido en parte a la exposición al vandalismo de las flotas de pesca industrial internacionales, no incluyó el extremo del Pacífico Oriental, i.e. al este de 95°W, punto en donde se encuentran las boyas más orientales de ese sistema de observación. Este arreglo de boyas obtiene información entre los 10°S y 10°N y hasta los 500 metros de profundidad aproximadamente. Afortunadamente, en los últimos treinta años, una serie de satélites dedicados a la observación meteorológica y oceanográfica han generado una amplia base de datos para monitorizar y estudiar las características superficiales del mar, así como los procesos de interacción entre el océano y atmósfera, tal como el fenómeno El Niño. Más recientemente, el uso de vehículos y/o plataformas autónomas (por ejemplo, los *gliders*, flotadores) vienen proporcionando mayor información oceanográfica por debajo de la superficie, aunque, en nuestra región, en la actualidad, no se cuenta con suficientes instrumentos de este tipo.

Por tanto, al hacer un recuento de los datos disponibles hasta la actualidad en el mar peruano, se llega a la conclusión que la información es muy escasa, principalmente, por debajo de la superficie y, peor aún, con baja resolución vertical y temporal. Esta falencia no permite tener una visión completa de esta región, grandemente conocida por su alta productividad pesquera, que no sólo interviene en la economía nacional sino en el mundo. Es importante señalar que la alta productividad se debe a su conexión con la atmósfera, la que mantiene el proceso dinámico denominado 'Afloramiento Costero', en donde, los vientos alisios del sudeste, que "soplan" de manera permanente hacia el norte, provocan el ascenso de aguas de regiones subsuperficiales frías y ricas en nutrientes.

Es importante indicar también que uno de los factores relevantes que modulan la dinámica en la costa peruana, de manera remota, es la presencia de la onda Kelvin ecuatorial, ya sea del tipo de afloramiento (*upwelling*) o hundimiento (*downwelling*). Esta perturbación que se genera en el Pacífico ecuatorial, principalmente en la zona occidental y central, afecta la presión (el nivel del mar) y el campo de corrientes (Mosquera, 2014) en la franja ecuatorial e incluso la costa americana. Asimismo, dependiendo de su tipo, esta onda puede producir incrementos o disminución de la temperatura por medio de procesos "advectivos". La llegada de la onda Kelvin de hundimiento durante el verano puede ser crítico pues podría incrementar la Temperatura Superficial del Mar (TSM) al límite en el cual es más probable que se desarrollen precipitaciones muy fuertes en la costa norte del Perú (Woodman y Takahashi, 2014). Frente a esto, monitorizar las ondas Kelvin oceánicas, tanto a una escala de la cuenca del Pacífico como a lo largo de

la costa americana, es de suma importancia, por lo que se requiere contar con información de alta resolución vertical y temporal para entender mejor sus impactos.

La poca información por debajo de la superficie del mar del Perú para realizar investigación científica también puede limitar el entendimiento de fenómenos que se dan en esta región, tal como El Niño. Como se sabe, El Niño es la fase cálida del proceso de interacción océano-atmósfera denominado ENSO (*El Niño – Southern Oscillation*); donde se evidencia un calentamiento anómalo de la zona ecuatorial pudiendo estar localizado en el Pacífico Central o Pacífico Este (e.g., Takahashi et al., 2011). El fenómeno El Niño, según el clásico modelo conceptual, está íntimamente relacionado a la onda Kelvin ecuatorial, la cual ha sido considerada, en su periodo intraestacional, como mecanismo "disparador" de dicho fenómeno y, en su forma interanual, como parte de la dinámica determinista (Zebiak and Cane, 1987). La onda Kelvin transmite la energía del Pacífico Central al Pacífico Este y puede incrementar la TSM en la costa americana. Sin embargo, a inicios del año 2017, la TSM experimentó un incremento repentino de la TSM que provocó lluvias intensas, desborde de ríos, huacos y, lo peor, muertes (INDECI, 2017). Este evento ha sido denominado El Niño Costero 2017 y, según las últimas investigaciones e informes, no fue provocado, al menos en su inicio, por la presencia de ondas Kelvin ecuatoriales (ENFEN 2017; Takahashi et al., 2018), por lo que no pudo ser evidenciado con meses de antelación (ENFEN, 2017). Más bien, este evento, el que pudo haberse iniciado por anomalías del viento zonal en el extremo oriental del Pacífico en enero de 2017 (Takahashi et al., 2018; Hu et al., 2018), o por forzamientos remotos de la región de Oceanía (Garreaud, 2018), se compara con el que se dio en el verano de 1925; el cual tuvo como escenario, según la poca información de esa época, la presencia repentina de vientos del norte en la zona ecuatorial, así como la intensificación de la segunda banda de la Zona de Convergencia Intertropical (Takahashi y Martínez, 2017). Sin embargo, a pesar de estas primeras investigaciones, se requiere aún mayor estudio para entender cómo se desarrolló dicho fenómeno a lo largo de la columna vertical del océano.

Otro proceso regional de crucial importancia para el desarrollo de la biodiversidad marina, así como para el clima de la región y el planeta es la denominada Zona Mínima de Oxígeno (OMZ, por siglas en inglés) del Pacífico Este. Esta región que se extiende entre 50 y 1000 m de profundidad está caracterizada por aguas con bajo contenido de oxígeno, como resultado de la alta exportación de materia orgánica acompañada de una ventilación lenta (e.g., Paulmier and Ruiz-Pino, 2009). Su importancia radica en que representan una barrera respiratoria para las especies marinas e interviene en los ciclos biogeoquímicos de los nutrientes en el agua de mar. Esto pueden afectar la biodiversidad marina (por ejemplo en su función y estructura) y la producción de gases de efecto invernadero. A nivel global, estas zonas, asociadas a las áreas más productivas del planeta (tales

como los Sistemas de Humboldt, California, Canarias, Benguela), han registrado una expansión (es decir una reducción en su contenido de oxígeno) tanto en zonas oceánicas como zonas costeras asociada al cambio climático (Stramma et al., 2010b), lo cual podría tener consecuencias negativas sobre la biodiversidad marina y el calentamiento global (Breitburg et al., 2018). En el caso particular del Pacífico Este, como se ha mencionado antes, esta zona está altamente influenciada por El Niño, lo cual podría promover cambios en la productividad biológica, en las tasas de descomposición de materia orgánica, en el consumo de oxígeno disuelto, en la disponibilidad de nutrientes, en la producción y en la liberación de gases de efecto invernadero, entre otros. Por lo que, es sin duda de crucial importancia monitorizar y entender los procesos dinámicos asociados a su desarrollo, mantenimiento y efectos.

Estas preguntas científicas de mayor importancia para el Perú empujan a mejorar la red de observaciones, la cual puede ahora contar con instrumentos con capacidad de medir variables oceanográficas en alta resolución vertical y temporal. El desafío y objetivo es entender mejor la dinámica y termodinámica del mar peruano, así como comprobar modelos conceptuales de los fenómenos que se dan en esta región.

SOBRE LOS FLOTADORES ARGO

Una alternativa instrumental, de bajo costo (ya que no necesita de un mantenimiento), son los denominados flotadores ARGO. Estos son instrumentos oceanográficos que, a diferencia de las boyas, tienen la característica de obtener información de alta resolución vertical (desde la superficie hasta los 1000 o 2000 metros) y a pesar de no hacerlo de forma continua en el tiempo sino entre 5 y 10 días aproximadamente (dependiendo de la programación que tengan), se acercan a la frecuencia de información que se transmite por el satélite. La información obtenida por este instrumento es principalmente Temperatura, Salinidad, Presión y, en los últimos tiempos, Oxígeno y variables bioquímicas. En la actualidad, existen un gran número de flotadores ARGO que están distribuidos alrededor de los océanos del mundo, gracias a la colaboración de muchos países. Asimismo, los flotadores pueden ser de mucha utilidad para medir las corrientes en las profundidades donde derivan y obtener un campo de velocidades (Lebedev et al., 2007; Katsumata et al., 2010).

Como se ha indicado arriba, los flotadores ARGO son instrumentos sofisticados, que desde su aparición han permitido entender mejor algunos procesos físicos, y en los últimos tiempos bioquímicos, que se dan en el océano. Asimismo, la información de los flotadores, al existir muchos diseminados en el mar, son de suma utilidad para validar la información de los modelos numéricos de circulación general, y asimismo contribuir, mediante la asimilación de datos, en la generación de los productos conocidos como *Reanalysis* e iniciación de los modelos de pronóstico climático. Basta con

ingresar a su página web (<http://www.argo.ucsd.edu/Bibliography.html>) para observar la gran cantidad de trabajos de investigación que se han logrado gracias a estos instrumentos.

Si bien estos instrumentos representan una buena alternativa para tomar datos del océano, al no contar con suficiente energía para modificar su flotabilidad y ascender, termina siendo arrastrada por las corrientes profundas hasta que termine en el fondo marino. Se indica que algunos (muy pocos) pueden llegar a las playas. Por eso se necesita desplegar, de manera regular, flotadores para mantener una densidad suficiente. Hasta la fecha, el objetivo era mantener una densidad de 3 boyas en un área de $6^{\circ} \times 6^{\circ}$, sin embargo se está viendo la posibilidad de duplicar esto a partir del año 2020 en la región tropical.

USO DE LAS DATOS ARGO EN EL IGP

En el Perú, las entidades científicas utilizan la información que obtienen de los flotadores ARGO para el monitoreo de la temperatura subsuperficial del mar. En el caso particular del IGP, desde el año 2014, se viene procesando la información de estos instrumentos para el monitoreo de las ondas Kelvin a lo largo del Pacífico Ecuatorial por medio de la anomalía de la profundidad de la termoclina ecuatorial (Aparco et al., 2014). Esta información permite prever, por ejemplo, el tiempo de llegada de las ondas Kelvin hacia al extremo oriental y, además, qué magnitud podría tener (ver Figura 1). Otro beneficio de este producto es que permite observar, con una mayor cobertura espacial, las ondas Kelvin ecuatoriales, tal como se puede apreciar en la Figura 1, específicamente durante la transición de El Niño 2015-16 hacia La Niña 2016, cuando un tren de ondas Kelvin de afloramiento estuvieron presentes en la franja ecuatorial.

Frente al mar peruano existen flotadores ARGO que en los últimos años han permitido monitorizar las condiciones oceánicas pero lamentablemente, por no contar con un sistema de anclaje terminan alejándose de la costa tal como se puede ver en la Figura 2, la cual indica las trayectorias de este tipo de flotadores desde enero de 2018 hasta la fecha actual.

FLOTADORES ARGO EN TPOS2020

El proyecto TPOS2020 (*Tropical Pacific Observing System 2020 project*) es una iniciativa de la comunidad científica internacional que tiene como objetivo principal ampliar y rediseñar el sistema de observación océano-atmósfera en la región del Pacífico Ecuatorial, zona en la que, como se sabe, se desarrolla el fenómeno El Niño. Asimismo, lo que impulsó la elaboración de este proyecto es la necesidad de contar con nuevas tecnologías para observar el océano (tales como *sail drone*, *gliders*), que permitan responder la demanda de la comunidad para monitorizar de manera más precisa, tanto en el espacio como en el tiempo, las

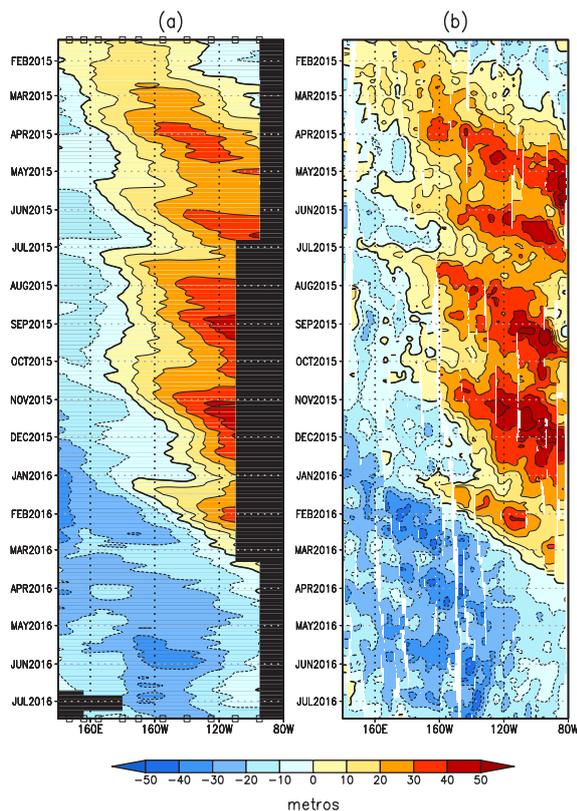


Figura 1. Diagramas longitud-tiempo, promediados entre 2°S-2°N, de la anomalía de la profundidad de la isoterma de 20°C (termoclina) para a) TAO y b) ARGO. La climatología usada abarca 1981-2010 y es obtenida de GODAS. A información de TAO (ARGO) se le aplicó una media corrida de tres (once) días y se le aplicó dos (ocho) veces un filtro espacio-temporal, con una matriz de convolución $a_{i,j}$ ($i=j=1, 2$ y 3) donde $a_{1,1}=a_{3,1}=a_{3,3}=0.3$; $a_{1,2}=a_{2,1}=a_{2,3}=a_{3,2}=0.5$ y $a_{2,2}=1$ con la finalidad de eliminar la alta frecuencia y número de onda grande (ver Aparco et al., 2014). En (a) los cuadrados abiertos en los bordes superior e inferior indican la posición sobre la franja ecuatorial de las boyas TAO en la actualidad.

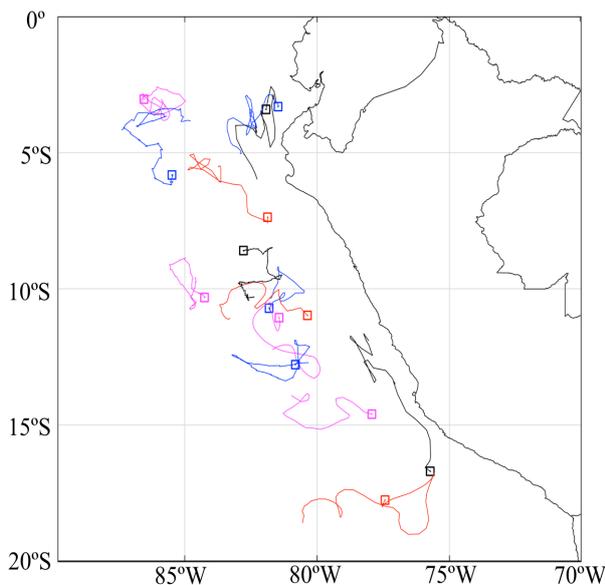


Figura 2. Trayectorias de distintos flotadores ARGO cercanos a la costa peruana desde enero de 2018 hasta la actualidad. Los colores utilizados en cada trayectoria son simplemente para diferenciar el camino recorrido y el cuadrado en el extremo de cada línea indica la última posición registrada. Esta información fue obtenida de la base de datos de IFREMER (L'Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer): <http://www.ifremer.fr/co-dataSelection/?theme=argo>

variabilidades que existen en la región, así como parámetros biogeoquímicos. Este proyecto tiene como objetivo el incrementar la resiliencia del sistema de observación, por ejemplo, para disminuir el riesgo de pérdida de información como consecuencia del deterioro del actual sistema de monitoreo en dicha región, tal como se dio entre los años 2012 y 2014, particularmente en el Pacífico Ecuatorial Oriental. Este tipo de incidentes tiene consecuencia en los sistemas de pronóstico del ENSO y, por lo tanto, afectar en la toma de decisiones oportuna.

Entre las sugerencias que establece TPOS2020 para mejorar el sistema de monitoreo que permita responder a preguntas científicas aún no resueltas, como incrementos de boyas cerca de la línea ecuatorial para contar con mayor información que nos permita entender mejor el afloramiento ecuatorial, o instalar más sensores en las boyas para medir los flujos de calor, etc., TPOS 2020 sugiere también el uso más intensivo de flotadores ARGO para complementar la información que se obtienen en las boyas. La sugerencia consiste en duplicar el número de estos en la región Ecuatorial. Esta información, si bien no es continua en el tiempo, permitirá observar con mayor detalle la estructura vertical del océano.

FLOTADORES ARGO EN EL PROYECTO SEPICAF

Como se ha indicado párrafos arriba, la OMZ en la región del Pacífico este, por su gran cobertura, es de suma importancia para el planeta por su impacto en la biodiversidad y clima, por lo que la búsqueda de su entendimiento es de relevancia para la sociedad. Si bien se ha avanzado en el entendimiento de la OMZ, aún se requiere responder algunas preguntas como: ¿Cuál es el rol del ENSO, y sus procesos oceánicos asociados (ondas Kelvin), en la variabilidad de la OMZ frente a la costa peruana?

Para poder responder a estas preguntas se requiere recordar que frente a la costa peruana, si bien se cuenta con información histórica obtenida de barcos, aún existe deficiencia en la frecuencia de la toma de datos y la resolución vertical, que no permitirían responder parte de la preguntas formuladas, como lo es el impacto de las ondas Kelvin. Para esto se requiere contar con instrumentos que permitan resolver no solo las variables de temperatura y salinidad, sino también de oxígeno. Solo de esta manera se podrá avanzar en el entendimiento de la OMZ, más aún cuando el planeta se encuentra inmerso en un Cambio Climático y se requiere saber el futuro de los ecosistemas marinos y la retroalimentación con el clima. Esto es el contexto del proyecto SEPICAF (South Eastern Pacific Circulation from ARGO Floats) que entre sus actividades se encuentra el lanzamiento de un conjunto de flotadores ARGO en el Mar Peruano para la obtención de información de alta resolución vertical de temperatura, salinidad y oxígeno. Estos instrumentos también serán de mucha

importancia para el monitoreo de las condiciones oceanográficas, con énfasis en el Fenómeno El Niño.

SEPICAF se ve como una contribución al proyecto TPOS2020, el cual recomienda duplicar la densidad de flotadores ARGO a partir del año 2020. En este sentido, el Perú puede jugar un papel importante en la región para impulsar una dinámica regional que colabore en el mantenimiento de la red de observación en el Pacífico tropical, lo cual ayudará a entender mejor la dinámica oceánica del Mar Peruano.

Una recomendación importante del informe del proyecto TPOS2020 es también mejorar la coordinación regional para poner a disposición de la comunidad científica las observaciones que ya están colectadas por la instituciones de la región. Estos datos pueden complementar la información obtenida de la red ARGO para mejorar el sistema de pronóstico de los impactos de El Niño en la región.

REFERENCIAS

- Aparco, J., K. Mosquera y K. Takahashi. 2014. Flotadores ARGO para el cálculo de la anomalía de la profundidad de la termoclina ecuatorial (Aplicación Operacional), Boletín Técnico "Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño", Instituto Geofísico del Perú, Mayo, 1, 5.
- Breitburg, D., A. Levin, A. Oschlies, M. Grégoire, F.P. Chavez, D.J. Conley, V. Garçon, D. Gilbert, D. Gutiérrez, K. Isensee, G. S. Jacinto, K.E. Limburg, I. Montes, S.W.A. Naqvi, G.C. Pitcher, N.N. Rabalais, M.R. Roman, K.A. Rose, B.A. Seibel, M. Telszewski, M. Yasuhara, J. Zhang. 2018. Declining oxygen in the global ocean and coastal waters, *Science*, 359, doi:10.1126/science.aam7240.
- Chavez, F.P., Bertrand, Arnaud., Guevara, Carrasco., R. Soler Pierre., Csirke, J. 2008. The northern Humboldt current system : brief history, present status and a view towards the future. In : Werner F. (ed.), Lough R.G. (ed.), Bertrand Arnaud (ed.), Guevara Carrasco R. (ed.), Soler Pierre (ed.), Csirke J. (ed.), Chavez F.P. (ed.) The northern Humboldt current system : ocean dynamics, ecosystem processes and fisheries. *Progress in Oceanography*, 79 (special issue 2-4), 95-105. ISSN 0079-6611
- ENFEN, 2017: El Niño costero 2017. Inf. Tecn. Extraord. N°001-2017/ENFEN, 31 pp.
- Garreaud, R. D. 2018. A plausible atmospheric trigger for the 2017 coastal El Niño. *Int. J. Climatol*, 38: e1296-e1302. doi:10.1002/joc.5426.
- Hu, Zeng-Zhen, B. Huang, J. Zhu, A. Kumar, & J. McPhaden. 2018. On the Variety of Coastal El Niño Events. *Climate Dynamics*. 10.1007/s00382-018-4290-4.
- INDECI, 2017: Resumen ejecutivo—Temporada de lluvias Diciembre 2016—Marzo 2017. <https://www.indeci.gob.pe/objetos/alerta/MjE0NQ==/20170503150251.pdf>
- Katsumata, K., H. Yoshinari. 2010. Uncertainties in global mapping of ARGO drift data at the parking level, *Journal of Oceanography*, 66, 553-569
- Lebedev, K., H. Yoshinari, N. A. Maximenko, and P. W. Hacker. YoMaHa'07: Velocity data assessed from trajectories of ARGO floats at parking level and at the sea surface, IPRC Technical Note No. 4(2), June 12, 2007, 16p.
- McPhaden, M.J., A.J. Busalacchi, R. Cheney, J.-R. Donguy, K.S. Gage, D. Halpern, M. Ji, P. Julian, G. Meyers, G.T. Mitchum, P.P. Niiler, J. Picaut, R.W. Reynolds, N. Smith, and K. Takeuchi. 1998. The Tropical Ocean Global Atmosphere observing system: A decade of progress. *J. Geophys. Res.*, 103(C7), 14,169-14,240, doi: 10.1029/97JC02906.
- 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.
- Paulmier, A., and D. Ruiz-Pino. 2009. Oxygen minimum zones (OMZs) in the modern ocean, *Prog. Oceanogr.*, 80(3-4), 113-128, doi: 10.1029/j.pocean.2008.08.001.
- Stramma, L., Schmidtko, S., Levin, LA., Johnson, GC. 2010a. Ocean oxygen minima expansions and their biological impacts. *Deep-Sea Research Part I-Oceanographic Research Papers*. 57:587-595.
- Stramma, L., G. C. Johnson, E. Firing, and S. Schmidtko, 2010b. Eastern Pacific oxygen minimum zones: Supply paths and multidecadal changes, *J. Geophys. Res.*, 115, C09011, doi:10.1029/2009JC005976.
- Takahashi, K., A. Montecinos, K. Goubanova, and B. Dewitte. 2011. ENSO regimes: Reinterpreting the canonical and Modoki El Niño, *Geophys. Res. Lett.*, 38, L10704, doi:10.1029/2011GL047364.
- Takahashi, K. & Martínez, A.G. 2017. The very strong coastal El Niño in 1925 in the far-eastern Pacific, *Clim Dyn*, <https://doi.org/10.1007/s00382-017-3702-1>
- Takahashi, K., V. Aliaga-Nestares, G. Avalos, M. Bouchon, A. Castro, L. Cruzado, B. Dewitte, D. Gutierrez, W. Lavado-Casimiro, J. Marengo, A. G. Martinez, K. Mosquera-Vasquez and N. Quispe, 2018: The 2017 Coastal El Niño [in "State of the Climate in 2017"]. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 99 (8), S150-S152, doi:10.1175/2018BAMSStateoftheClimate.1.
- Woodman, R. y Takahashi, K. 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", Instituto Geofísico del Perú, Junio, 1, 6, 4-7
- Zebiak, S.E., and M.A., Cane. 1987. Model El Niño - Southern Oscillation. *Monthly Weather Review*, 115, 2262-2278.

IGP y Universidad de Birmingham City iniciaron con éxito taller de resiliencia para la gestión de desastres en Piura



Inauguración del taller "Construyendo resiliencia para el manejo de desastres de inundaciones en el norte del Perú" en Piura.

¿CÓMO SERÁ PIURA EN 20 AÑOS? ¿ESTARÁ PREPARADA PARA AFRONTAR EL FENÓMENO EL NIÑO? ¿LA POBLACIÓN RECIBE INFORMACIÓN PARA ESTAR MEJOR PREPARADA Y ENFRENTAR EL RIESGO POR INUNDACIONES?

Son algunas de las preguntas que se discutieron en el taller **"Construyendo resiliencia para el manejo de desastres de inundaciones en el norte del Perú"**, organizado por el Instituto Geofísico del Perú (IGP) y la Birmingham City University (BCU) del Reino Unido, el cual se realizó del 20 al 23 de agosto en la Universidad de Piura (UDEP) Campus Piura.

Este taller estuvo a cargo del Dr. Danny Scipion, director científico del IGP; la Dra. Yamina Silva, investigadora científica del IGP; los profesores David Proverbs y Roger Wall, de la BCU; y los doctores Antonio Mabres y Rodolfo



Dr. Danny Scipión, director científico del IGP dio inicio al taller que se realizó en Piura.

Rodríguez, de la UDEP. En este evento internacional participaron 20 científicos ingleses y 20 peruanos de las ciudades de Tumbes, Piura, Lambayeque y Lima.

La inauguración contó con la presencia de Reynaldo Hilck, gobernador regional de Piura; Gastón Cruz, director del departamento de Ciencias de Ingeniería de la UDEP; Crnel. Orison Pérez, jefe de Indeci Piura; y el Mg. Severin Fashbender, representante de la Municipalidad de Piura.



Gobernador regional, Reynaldo Hilck, brinda palabras de bienvenida al taller en Piura.

El evento buscó encontrar soluciones innovadoras mediante la sinergia entre las diferentes ciencias para mejorar la gestión de riesgo de desastres por inundación en la costa norte del Perú.



Científicos junto a los pobladores del Pueblo Nuevo El Gregal en Piura.



Expertos visitan el Pueblo Nuevo El Gregal en la zona baja de Piura.

Asimismo, durante los días del taller se realizó una salida de campo a las zonas más afectadas por El Niño Costero 2017, tales como Catacaos, Pedregal Grande, Pueblo Nuevo El Gregal, Cumbibira y Narihualá. En dicho encuentro se logró el contacto con los pobladores afectados, conocer su historio y situación actual. Mientras que el miércoles 22 y jueves 23 se desarrollaron trabajos grupales y exposiciones plenarias a fin de que todos los especialistas asistentes busquen soluciones para afrontar mejor este tipo de desastres en el norte del Perú.



Investigadores de diferentes instituciones exponen resultados del taller en Piura.



Grupos de trabajo exponen resultados del taller en Piura.

CLAUSURA DE TALLER DE RESILIENCIA EN EL NORTE DEL PERÚ

El taller dio como resultado la formación de un círculo de trabajo entre investigadores británicos y peruanos relacionados con temas de resiliencias para trabajar en todo el Perú. Los resultados obtenidos en el taller se

publicarán y compartirán en una página web que el IGP proporcionará al público.

La Dra. Yamina Silva, investigadora científica del IGP quien coordinó el desarrollo de este taller, señaló que *“esta red debe fomentar la realización de encuentros de este tipo por lo menos una vez cada dos años, además de desarrollar y elaborar proyectos de investigación con referencia a temas en inundaciones”*.

Finalmente, la Dra. Silva enfatizó en que se deben crear proyectos, los cuales deben estar orientados a fortalecer capacidades de jóvenes investigadores para proponer nuevos proyectos de investigación en apoyo a las instituciones responsables de la gestión de riesgo de desastres.

Cabe señalar que este taller se realiza gracias al Fondo Newton-Paulet establecido entre el gobierno del Reino Unido y el Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (Concytec) en el 2017.



Dra. Yamina Silva, investigadora científica del IGP en el taller “Costruyendo resiliencia para el manejo de desastres en el norte del Perú” en Piura.

Resumen del Informe Técnico PP N° 068 / El Niño- IGP/2018-08

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

El valor del Índice Costero El Niño (ICEN), basado en los datos de ERSSTv3 y el estimado con datos de OISSTv2 (ICENOI) para el mes de julio de 2018, coinciden en el valor de $-0.57\text{ }^{\circ}\text{C}$, manteniéndose la condición climática Neutra para la costa peruana. Los valores temporales del ICEN (ICENtmp) y el ICENOI (ICENOItmp) para los meses de agosto y setiembre, 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 julio de 2018 se tuvo una condición Neutra ($0.11\text{ }^{\circ}\text{C}$); la cual se mantendría en los siguientes dos meses (agosto y setiembre) según los estimados temporales.

En base al análisis de los datos y resultados de los modelos numéricos, se espera que continúe la presencia de la onda Kelvin fría en el extremo oriental en los siguientes días, mientras que para el mes de octubre se espera el arribo de ondas Kelvin cálidas, que se mantendría hasta el mes de noviembre. Según el promedio de los siete modelos numéricos de NMME, inicializados con condiciones del mes de setiembre de 2018, se esperan condiciones Neutras para el Pacífico oriental hasta el mes de noviembre y condiciones Cálidas Débiles entre los meses de diciembre de 2018 y marzo de 2019.

En la región del Pacífico central ecuatorial, el promedio de los modelos de NMME muestran condiciones Cálidas Débiles entre los meses de octubre de 2018 y enero de 2019 y, condiciones Cálidas Moderadas para el mes de febrero de 2019.

ÍNDICE COSTERO EL NIÑO

Utilizando los datos de Temperatura Superficial del Mar (TSM) promediados sobre la región Niño1+2; actualizados hasta el mes de agosto 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 julio de 2018 y cuyos valores se muestran en la Tabla 1. El valor de julio corresponde a una condición Neutra.

Año	Mes	ICEN (°C)	Condiciones
2018	Abril	-1.17	Fría Débil
2018	Mayo	-0.80	Neutra
2018	Junio	-0.60	Neutra
2018	Julio	-0.57	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 agosto y setiembre de 2018 las condiciones serían del tipo Neutras. El ICEN de agosto será confirmado cuando se disponga del valor de ERSST para el mes de setiembre de 2018.

DIAGNÓSTICO DEL PACÍFICO ECUATORIAL

Según los datos (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 0.1 a 0.3 °C, con valores cercanos a 1 °C en los primeros días del mes de setiembre. Para la región Niño 1+2, la anomalía de la TSM indicó valores entre -0.2 a 0.1 °C.

El promedio mensual de las anomalías de esfuerzo de viento zonal en el Pacífico central (160°E-160°W; 5°S-5°N) continuó con anomalía del este, mostrando menor magnitud que el mes anterior y próximo a su climatología; en la primera semana de agosto se observaron anomalías negativas de baja magnitud en el Pacífico este entre 140°W y 100°W y 2°S-2°N y en la cuarta semana entre 160°W y 115°W y 2°S-2°N. Por otro lado, también se observaron anomalías positivas en la segunda y cuarta semana del mes de agosto entre (130°E-155°E; 2°S-2°N). La actividad convectiva en el Pacífico ecuatorial central y oriental, se encuentra

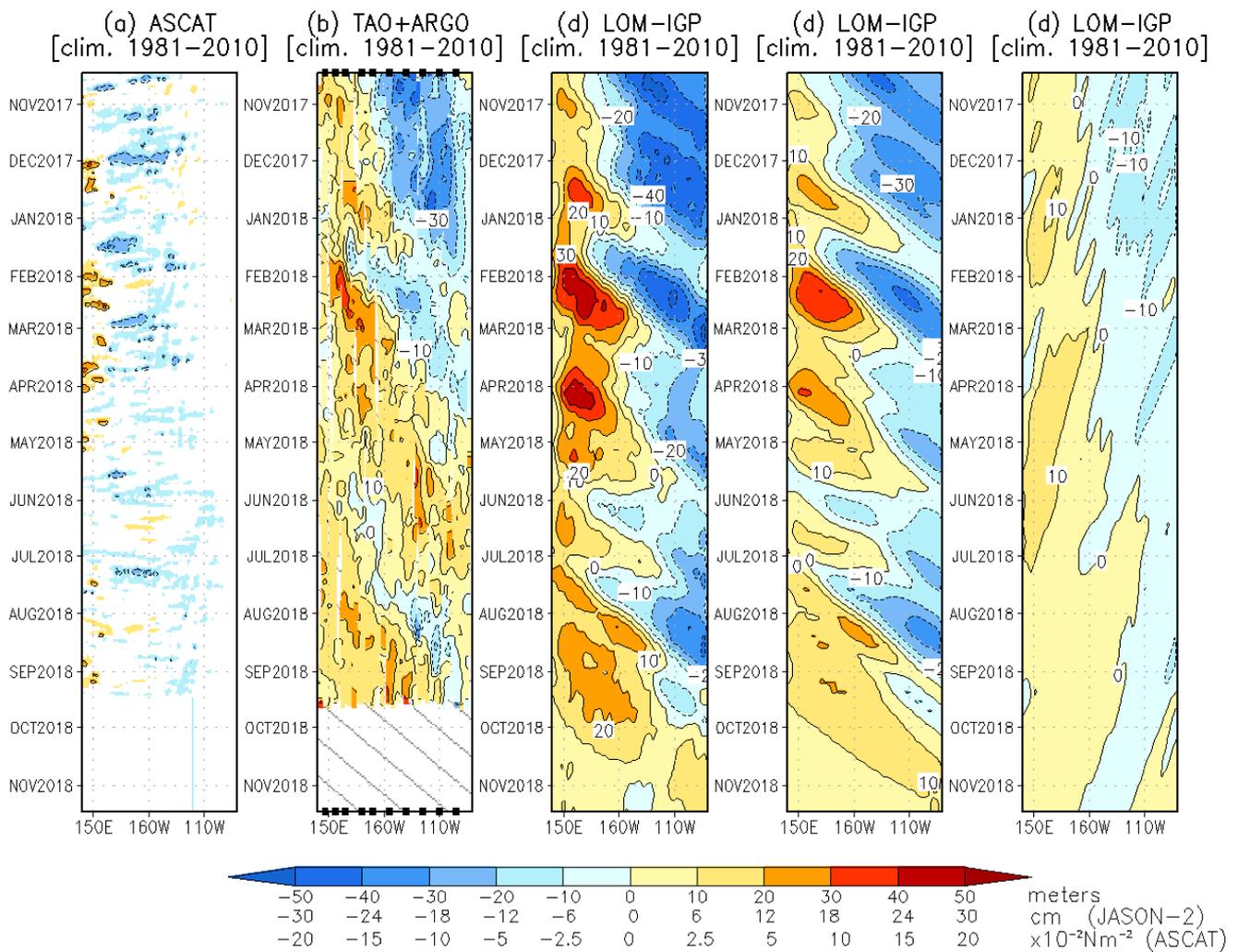


Figura 1. Diagrama longitud-tiempo de las anomalías de esfuerzo de viento zonal ecuatorial basado en datos del escaterómetro ASCAT (a), anomalía de la profundidad de la isoterma de 20°C datos de TAO y los derivados de ARG0 (b), diagrama de la onda Kelvin y Rossby (c), diagrama de la onda Kelvin (d) y 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)

cerca a sus valores climatológicos. La inclinación de la termoclina ecuatorial se presentó oscilante de su posición normal, sin embargo, el contenido de calor mostró un incremento abrupto en las últimas semanas.

Se observa la presencia de una onda Kelvin fría localizada a 120°W, parte de esta señal ya llegó al extremo oriental según los datos de TAO+ARGO. Por otro lado, se observa una onda Kelvin cálida, especialmente grande, pero no intensa al oeste de 120°W.

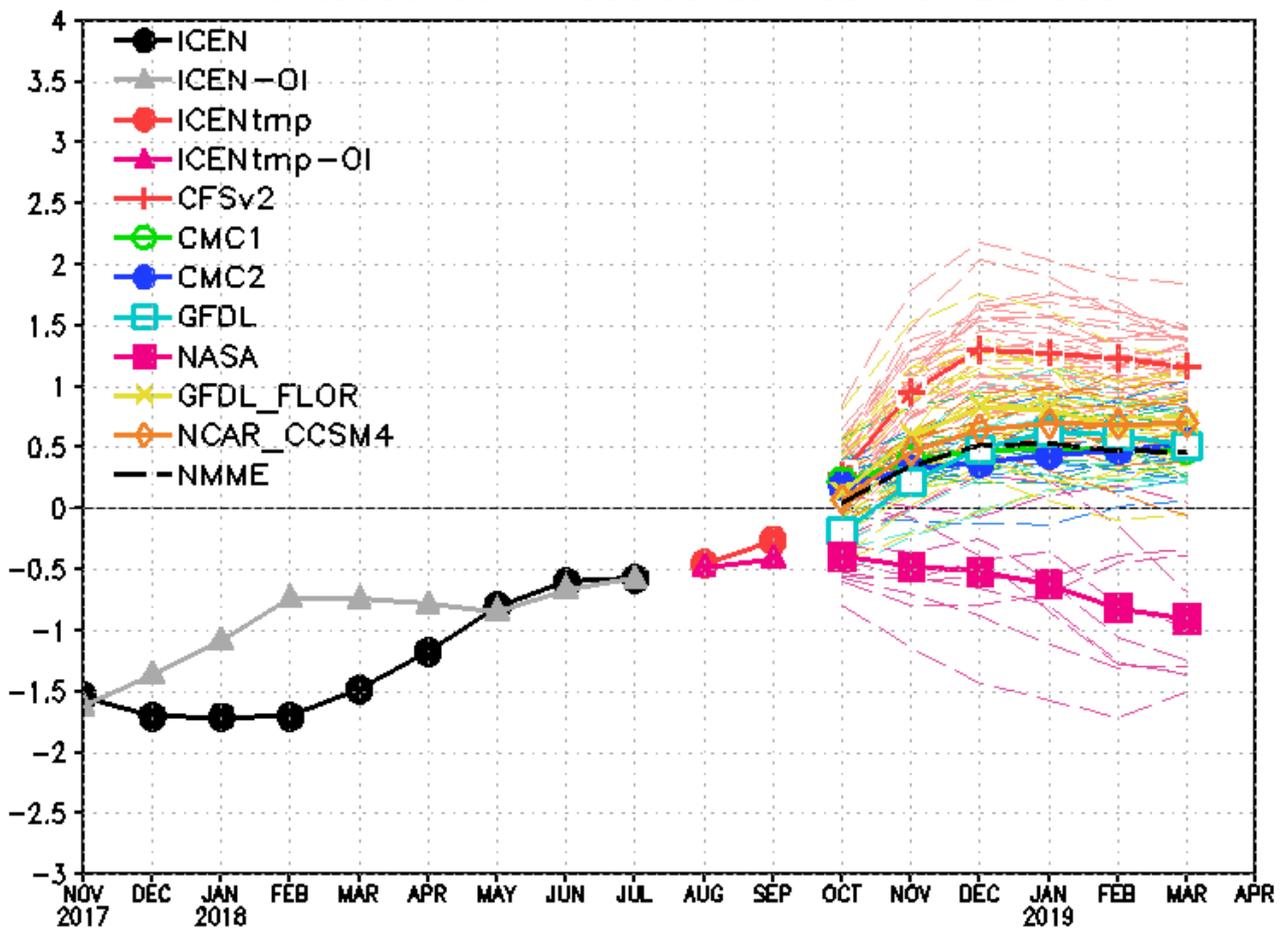
En la región Niño 1+2 se puede observar, según la información de los flotadores ARGO, que las ondas Kelvin frías y cálidas han impactado la temperatura

del mar, principalmente por debajo de la superficie incrementando sus valores.

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 la señal de las ondas Kelvin cálidas lleguen al extremo oriental a partir de octubre y se mantengan, según lo observado a la fecha, hasta el mes de noviembre (Figura 1).

Pronóstico con modelos del ICEN CI 201809



Preparación: IGP(Perú), Datos:NOAA ERSST v3b, OISST.v2 (ICEN), proyecto NMME (NOAA, DoE, NASA, NSF)
Actualizado 09-09-2018

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 e 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_GEOS5v2 GFDL_FLOR y NCAR_CCSM4 tienen como condición inicial el mes de abril de 2018. (Fuente: IGP, NOAA, proyecto NMME).

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 de setiembre, indican en promedio condiciones Neutras para los meses de octubre y noviembre de 2018. El promedio de NMME indica condiciones Cálidas Débiles entre los meses de diciembre y marzo de 2019.

Para el Pacífico central (región Niño 3.4), según los modelos de NMME inicializados en setiembre, el promedio de los 7 modelos indican condiciones Cálida Débiles en los meses de octubre de 2018 a enero 2019, condiciones Cálidas Moderadas para el mes de febrero de 2019 y condición cálida débil para el mes de marzo de 2019.

CONCLUSIONES

1. El ICEN para julio de 2018 fue de -0.57 (Neutro) y el ICEN_{tmp} para agosto y setiembre fueron -0.45 y -0.26 (Neutro). Usando OI mensual para el cálculo (ICENOI), los valores correspondientes son -0.57 (Neutro), y los temporales para agosto y setiembre son neutros -0.42 y -0.23, respectivamente.

2. En el Pacífico central, el ONI de julio (JJA) es 0.11 y corresponde a condiciones Neutras y el estimado para agosto también sería de condiciones Neutras. La ATSM en la región Niño 3.4, fue, en promedio, 0.3°C.

3. Durante el mes de agosto, según TAO, el promedio mensual mostró vientos del oeste concentrados al oeste de la línea de cambio de fecha, mientras que al este se observaron principalmente vientos del este. En lo que respecta a la ATSM y profundidad de la termoclina, estas se mantuvieron positivas.

4. Según TAO, durante agosto y la quincena de setiembre se observó un pulso de viento del este entre la línea de cambio de fecha (180°) y 160°W.

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 mostró un incremento abrupto en las últimas semanas.

7. A la fecha, la señal de la onda Kelvin fría se localiza al este de 120°W, parte de esta señal ya llegó al

extremo oriental. En relación a la onda Kelvin cálida, una señal grande, pero no intensa, se observa al oeste de 120°W.

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

9. Se espera que continúe la presencia de la onda Kelvin fría en el extremo oriental.

10. Se espera que la señal de las ondas Kelvin cálidas lleguen a la costa peruana a partir de octubre y se mantengan, según lo observado a la fecha, hasta el mes de noviembre.

11. Para el Pacífico Oriental (región Niño 1+2), los modelos de NMME en promedio indican condiciones Neutras de octubre a noviembre de 2018; y condiciones Cálidas Débiles entre los meses de diciembre y marzo 2019.

12. Para el Pacífico central (Región Niño 3.4), el promedio de los modelos de NMME indican condiciones Cálidas Débiles para los meses de octubre y enero 2019, el mes de febrero indica condiciones cálidas moderadas, y marzo condiciones cálidas débiles.

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°10-2018
Estado del sistema de alerta: Vigilancia de El Niño

La Comisión Multisectorial ENFEN declara un estado de vigilancia de El Niño debido a que existen condiciones favorables para la ocurrencia de un evento El Niño de magnitud débil, tanto para el Pacífico central como para el Pacífico oriental (que incluye la costa peruana), con una probabilidad de 74% y 57%, respectivamente. De acuerdo a esta evaluación, se esperan lluvias de normal a ligeramente superior a ésta, 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 espera la llegada de una onda Kelvin cálida, entre octubre y noviembre, lo que contribuirá a un leve 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 a la segunda semana de setiembre del 2018.

En el Pacífico ecuatorial central (Niño 3.4) la temperatura superficial del mar se mantiene con una anomalía¹ promedio de +0,3 °C, y en el extremo oriental (Niño 1+2) con anomalías de ±0,1 °C.

En lo relacionado a la circulación atmosférica ecuatorial (circulación de Walker), se observó en niveles altos (aproximadamente 12 km) anomalías de vientos del este sobre la región del Pacífico ecuatorial central, escenario distinto al mes anterior.

El Índice Costero El Niño (ICEN²) de julio y el índice temporal de agosto 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 sur de su posición habitual, con anomalías positivas de presión frente a la costa de Perú. El acercamiento del APS a la costa sudamericana durante la segunda quincena de agosto contribuyó al incremento anómalo del viento costero (>5 m/s) y éstos a la persistencia del afloramiento a lo largo del litoral.

Las temperaturas máximas y mínimas promedio del aire estuvieron alrededor de lo normal (Cuadro 1). Las anomalías de las temperaturas máximas más altas se dieron en Puerto Pizarro (1,8°C); mientras que, las más bajas en la costa central se dieron en Huarney (-0,6°C) y en la costa sur en Camaná (-0,6°C).

La temperatura superficial del mar en el litoral norte y centro se mantuvo por encima de lo normal, con mayor intensidad en el norte. Por otro lado, el nivel medio del mar presentó dos escenarios, el primero con anomalías negativas (agosto) y el segundo con anomalías positivas (setiembre) guardando relación con el paso de una onda Kelvin fría y una onda Kelvin cálida, respectivamente, las cuales fueron pronosticadas en comunicados anteriores.

Frente a la costa, entre Paita y Callao la temperatura superficial evidenció condiciones normales, sin embargo, se observó el acercamiento de aguas oceánicas de alta salinidad al norte de Callao a menos de 30 millas en promedio. En la columna de agua, la distribución de la temperatura fue normal, con presencia de núcleos fríos (anomalías -1°C) frente a Paita y un núcleo cálido frente a Chicama. En la zona más costera (a 10 millas), en setiembre se presentaron condiciones cálidas (+1°C) sobre los 40 metros frente a Paita y normales frente a Chicama y Callao, asociada a aguas de mezcla al norte de Chicama y aguas propias del afloramiento frente al Callao.

En lo que va del mes de setiembre, los caudales de los ríos de la vertiente del Pacífico fueron normales. Las reservas hídricas de los principales embalses de la costa norte y sur vienen operando en promedio al 67% de su capacidad hidráulica. En promedio a nivel nacional las reservas se encuentran al 67% de la capacidad hidráulica.

¹ Anomalías 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.

² ICEN corresponde a la región Niño 1+2.



IMARPE
INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ



La clorofila-a (indicador de la producción del fitoplancton), mostró valores ligeramente inferiores a su patrón normal. Los índices reproductivos del stock norte – centro de la anchoveta muestran que el recurso se encuentra en su periodo principal de desove. Se continúa registrando especies indicadoras de aguas frías frente a Chimbote (09°S) como lorna, pejerrey y múnida.

PERSPECTIVAS

Para los próximos dos meses, en la costa norte de Perú se espera la llegada de una onda Kelvin cálida, lo que podría favorecer a un leve incremento de las anomalías de la temperatura y del nivel del mar. Asimismo, los modelos climáticos prevén que la región Niño 3.4 desarrolle condiciones cálidas débiles y la región Niño 1+2 presente condiciones neutras.

Para el próximo verano (diciembre 2018 a marzo 2019), en el Pacífico central (Niño 3.4), en el promedio de los modelos climáticos se presentan condiciones cálidas débiles. Para el Pacífico oriental (Niño 1+2), estos mismos modelos señalan el desarrollo de las 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 aumento del contenido de calor en la región central-oriental y la expectativa de la llegada de ondas Kelvin cálidas, concluye que para el próximo verano aumenta la probabilidad para el desarrollo de condiciones El Niño de una magnitud débil, tanto en el Pacífico Central como en el Pacífico Oriental.

Para el Pacífico Central se estima una probabilidad de 74% de la ocurrencia de El Niño, siendo la categoría más probable El Niño de magnitud débil (55%), seguida de las condiciones neutras (25%) (Tabla 2). Para el Pacífico Oriental (Niño 1+2), que incluye la costa norte del Perú, se estima una probabilidad de 57% de la ocurrencia de El Niño (48% en la categoría de Niño débil) frente a una probabilidad de 42% de condiciones neutras, Tabla 1.

Considerando las probabilidades anteriormente descritas para el verano 2019, se espera para la costa norte de Perú la ocurrencia de lluvias entre normal y ligeramente superior a lo normal, no significando la ocurrencia de lluvias extraordinarias como las de los años 1983, 1998 o 2017.

Ante la situación de haber superado el 50% de probabilidad de la ocurrencia de El Niño en el próximo verano en la región del Pacífico oriental, la Comisión Multisectorial ENFEN da inicio a un 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. En tal sentido, se ha programado la emisión del próximo comunicado ENFEN para el día 12 de octubre.

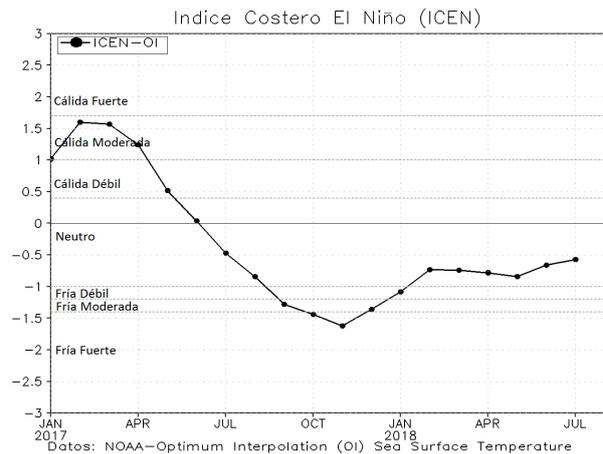


Figura 1. Serie del Índice Costero El Niño (ICEN), enero 2017 - julio 2018. Fuente: Datos: OISST.V2/NCEP/NOAA, Gráfico IGP

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

a)

Región	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE 18	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO
Costa 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
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
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

b)

Región	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE 18	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO
Costa 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
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
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

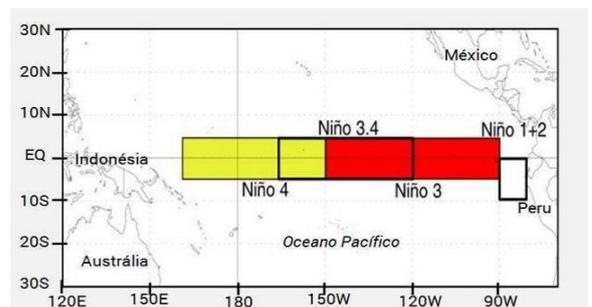


Figura 3. Áreas de monitoreo, Región Niño 3.4 (5°N-5°S / 170°W-120°W) y Región Niño 1+2 (0°-10°S / 90°W-80°W) Fuente: NOAA.

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	9%
El Niño débil	48%
Neutro	42%
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 – extraordinario	2%
El Niño moderado	17%
El Niño débil	55%
Neutro	25%
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