



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

Impactos de El Niño extraordinario en la actividad acuícola en Tumbes, Perú

VOL. 6 N° 2 FEBRERO 2019

Contenido

3 - 4

Introducción

5 - 9

Artículo de Divulgación Científica

10 - 12

Avances científicos

13 - 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, Gerardo Rivera

Edición: Katherine Morón
Diseño y Diagramación: Luis Miguel Ybañez

Carátula: Vista del área natural protegida del Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes ubicado en la frontera entre Perú y Ecuador.
Foto: Instituto Geofísico del Perú - IGP

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, marzo de 2019

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

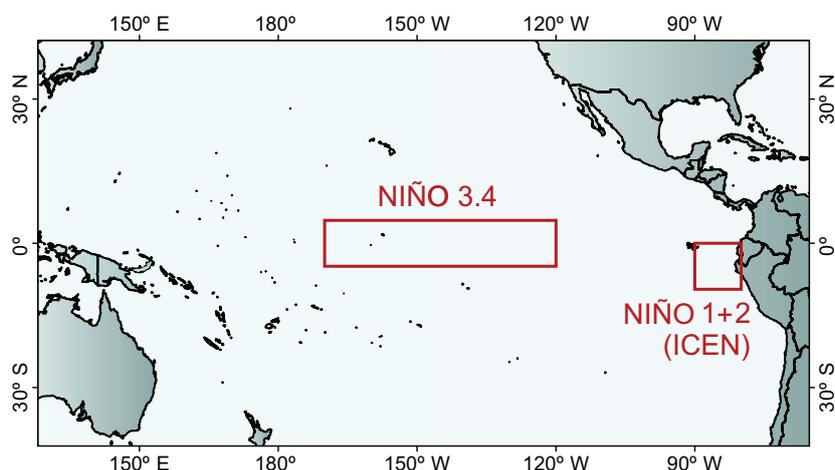
La Comisión Multisectorial encargada del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño (ENFEN), conformada por representantes de IMARPE, DHN, IGP, SENAMHI, ANA, INDECI y CENEPRED, es el ente que genera la información oficial de monitoreo y pronóstico del Fenómeno El Niño y otros asociados.

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.

Impactos de El Niño extraordinario en la actividad acuícola en Tumbes, Perú



Luis Céspedes Reyes

AGREGADO DE INVESTIGACIÓN DEL INSTITUTO GEOFÍSICO DEL PERÚ (IGP)

Es egresado de la Maestría en Gestión Integral de Cuencas Hidrográficas de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) y bachiller en Ingeniería Geográfica de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM). Con conocimientos y experiencia en estudios sobre Ordenamiento Territorial, Gestión de Riesgo de Desastres, Variabilidad y Cambio Climático. Actualmente es agregado de investigación en la Subdirección de Geofísica y Sociedad del Instituto Geofísico del Perú – IGP.

INTRODUCCIÓN

La producción mundial de langostinos cultivados – conocidos como camarones en otros países como Ecuador –, ha aumentado, de menos de 100 000 toneladas métricas en 1980, a más de 3.5 millones de toneladas métricas en 2009 (FAO, 2012). En total, se estima que el cultivo de langostino ocupa entre 1 y 1,5 millones de hectáreas a lo largo de las costas del mundo (Berlanga-Robles et al., 2011).

En América del Sur, su cultivo se desarrolló por primera vez en Ecuador en 1969 (Twilley et al., 1999). En Perú, el cultivo de este crustáceo fue iniciado en la década de los años 70, inicialmente bajo el impulso de experimentos dirigidos por el gobierno peruano, iniciándose la actividad comercial de cultivo de langostino posteriormente en 1978 por intervención del sector privado (Inrena, 2007).

En Perú, Produce (2010) sostiene que la acuicultura actualmente se encuentra orientada a la producción de

langostino, concha de abanico, trucha, tilapia, algunos peces amazónicos, entre otras especies. Esta actividad productiva se desarrolla como un rubro importante de producción económica, por las condiciones climáticas y extensiones de espejos de agua en nuestro país, las cuales son propicias para la actividad acuícola. En la costa norte de Perú, las regiones dedicadas al desarrollo de la actividad acuícola, con el cultivo de langostinos, son Tumbes y Piura.

En el departamento de Tumbes la actividad acuícola es una de las más influyentes e importantes, tanto por su participación en el PBI departamental, como por el número de habitantes que se dedican directa o indirectamente a ella. Algunos autores señalan que la coyuntura perfecta para el desarrollo de la acuicultura en Tumbes, fue el colapso ocurrido en las pesquerías marinas peruanas en 1972, esto debido a la sobrepesca de la anchoveta (Thorpe et al., 2000), dando motivos a los empresarios a optar por invertir en otras actividades, incluida la acuicultura. Sin embargo, la actividad ha tenido altibajos debido tanto a causas biológicas,

como climáticas, siendo el fenómeno El Niño un factor crítico en su desarrollo.

SITUACIÓN ACTUAL

La actividad langostinera en Tumbes

En Tumbes las empresas langostineras se ubican en la franja costera cercana al límite con Ecuador y a la zona de los manglares (Figura 1) y concentran el mayor volumen de producción, con 13 163,86 TM (80.37%) de la cosecha de langostinos a nivel nacional (Produce, 2012).

El BCRP (2013) sostiene que el total de exportación del departamento de Tumbes por principales productos en Valor FOB¹, expresados en miles de US\$, para el mes de mayo del 2013 fue de 13 901 (100%), del cual dos productos exportados corresponden a la actividad acuícola de langostinos: colas de langostinos congelados (8 438) y langostinos congelados (2 372). Analizando estos valores se infiere que la actividad langostinera representa el 77.8% del valor FOB de exportación total del departamento de Tumbes. Y analizando el valor FOB acumulado para el periodo de enero-mayo, encontramos que esta actividad representa el 61.3% de la exportación total acumulada de Tumbes, demostrando el alto nivel de importancia económica de esta actividad sobre la región.



Figura 1. Vista de poza langostinera y bosque manglar.



Figura 3. Monjes de poza langostinera por donde drena el agua a un canal artificial, cuyo flujo de agua vierte en un estero natural del manglar. Crédito: Luis Céspedes.

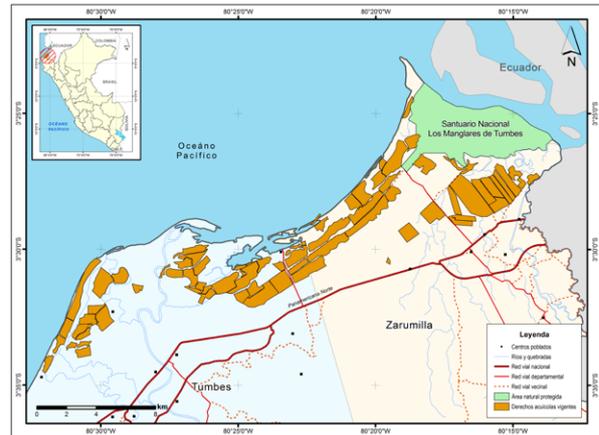


Figura 2. Mapa de distribución de derechos acuícolas en las provincias de Tumbes y Zarumilla.

Elaboración propia. Fuente: Produce (2018).

Produce (2018) refiere que el departamento de Tumbes tiene 82 derechos acuícolas. La provincia de Zarumilla tiene 35 derechos, la provincia de Tumbes 37 derechos y la provincia de Contralmirante Villar, 10 derechos (Figura 2).

Factor de influencia del desarrollo acuícola en Tumbes

El principal factor que favorece el desarrollo de la actividad langostinera en el departamento de Tumbes, son los servicios ambientales que otorga el ecosistema manglar:

- Captación del agua de los esteros²: Las empresas langostineras aprovechan el agua salobre del manglar para el cultivo del langostino; aunque, en la actualidad algunas empresas utilizan de forma adicional aireadores para oxigenar el agua y mejorar su producción de cosecha.
- Uso del canal de los esteros: Las empresas langostineras drenan las aguas de los efluentes de las pozas a los canales naturales del ecosistema manglar (Figura 3). Algunas empresas han construido e implementado canales artificiales.

¹ El valor FOB (Free on board), o libre a bordo, hace referencia a que el vendedor sólo debe cumplir con la obligación de entregar la mercancía a bordo del medio de transporte designado. A partir de ahí todos los costos del transporte (seguros y fletes) hasta su destino final corren por cuenta del comprador.

² Estero, es un terreno bajo pantanoso, intransitable, que suele llenarse de agua por la lluvia o por la filtración de un río o laguna cercana, y que abunda en plantas acuáticas. (RAE, 1992).

OCURRENCIA DE EVENTOS EL NIÑO EXTRAORDINARIO

La actividad acuícola, a través de las empresas langostineras, ha estado expuesta a sucesos que frenaron su desarrollo en el tiempo, principalmente el fenómeno El Niño y enfermedades tropicales (Cuadro 1).

Cuadro 1. Eventos históricos que afectaron a la actividad langostinera en Tumbes.

En 1982-1983	Ocurrencia del fenómeno El Niño
En 1991	Aparición de la pandemia de cólera.
En 1997-1998	Ocurrencia del fenómeno El Niño
En 1999	Epidemia causada por un brote de síndrome de la mancha blanca (WSS)

Fuente: Elaboración propia.

A pesar de que en la actualidad es una de las actividades económicas más importantes del departamento de Tumbes, se ha desarrollado sin planificación, evidenciando un mal acondicionamiento y uso inadecuado del territorio. La infraestructura de esta actividad, en su conjunto, presenta una alta exposición a inundaciones por desbordes del río Tumbes y de los cursos del delta del río Tumbes que se activan al incrementarse las precipitaciones en las partes altas de la cuenca Puyango-Tumbes ante lluvias intensas principalmente vinculadas al fenómeno El Niño, así como de la probabilidad de ocurrencia de un tsunami (PCS (2008) e INADUR, CEREN y PNUD, (2000)). Todo esto lleva a inferir que esta actividad se asentó sin considerar las condiciones del territorio, especialmente la ocurrencia de fenómenos peligrosos a los cuales es altamente vulnerable (Cuadro 2).

Cuadro 2. Vulnerabilidad de las pozas langostineras

Exposición	Ubicación de pozas langostineras en los bordes costeros y en el delta del río Tumbes.
Fragilidad	Construcción de pozas langostineras sin medidas de prevención y/o mitigación ante posibles inundaciones.
Resiliencia	Baja capacidad de respuesta instantánea por parte de los empresarios, prueba de ello los sucesos de El Niño 1997-1998, a pesar de que se tenía el antecedente de El Niño 1983-1984.

Fuente: Elaboración propia.

Núñez y Zegarra (2006) sostienen que durante el fenómeno El Niño de 1983, se presentaron dos focos de acumulación de precipitaciones, ubicados en la cuenca media y alta (parte ecuatoriana, sobrepasando los 7 000 mm) y en el fenómeno El Niño de 1997, las

lluvias se concentraron en la cuenca media (mayor de 5 000 mm). No obstante, para ambos fenómenos en la cuenca baja (parte peruana) se incrementaron las lluvias en más de 800%, trayendo consigo la sobresaturación del suelo y substrato, generando inundaciones que afectaron considerablemente toda actividad que se desarrollaba en la parte baja de la cuenca.

CAMBIOS EN EL USO DE LA TIERRA

Príncipe y Céspedes (2014) al estimar el área de bosque manglar para el periodo 1977-2014 identifican disminuciones de áreas para diferentes periodos de análisis, entre ellos para el periodo 1982-1984 una pérdida de 921.96 ha. (Figura 4) y para 1996-1998 de 622.62 ha. (Figura 5), sosteniendo que si bien la disminución de área de bosque manglar ocurrió principalmente debido a la expansión de las actividades agrícolas y acuícolas, para estos periodos también se podría asociar a los efectos de la ocurrencia de los eventos El Niño extraordinarios 1982-83 y 1997-98, donde el incremento considerable del caudal de los ríos pudo afectar el ecosistema manglar al disminuir la salinidad y aumentar la acumulación de sedimentos en los esteros.

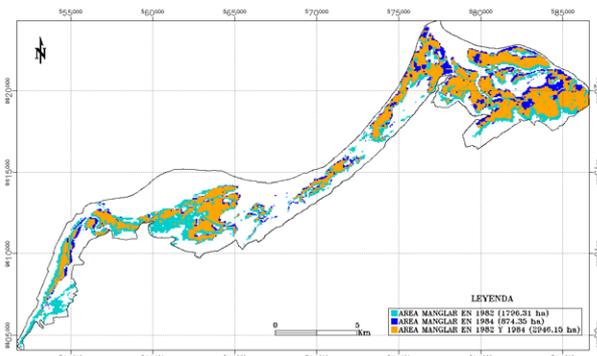


Figura 4. Imagen de cambio de área del bosque manglar en Tumbes para el periodo 1982-1984.
Fuente: Príncipe y Céspedes (2014)

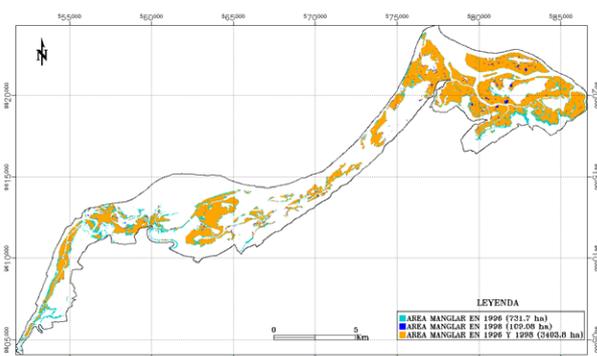


Figura 5. Imagen de cambio de área del bosque manglar en Tumbes para el periodo 1996-1998.
Fuente: Príncipe y Céspedes (2014)

INCIDENCIA SOCIOECONÓMICA

Produce (2010) afirma que la producción de langostinos para el año 2008 fue de 13,3 TM, con un ingreso por exportaciones de 57 millones de USD. Esto significó para la industria y sociedad, 4500 empleos directos y unos 12000 indirectos (Mialhe et al., 2013), demostrando que su influencia en la dinámica social de la región Tumbes es muy importante.

No obstante, se identifican altibajos en la evolución del empleo relacionada con la industria langostinera. En la Figura 6, se aprecia disminuciones de empleos debido principalmente a la ocurrencia de eventos como el fenómeno El Niño 82-83 y 97-98, la epidemia del cólera y el síndrome de la mancha blanca (WSSV), incidiendo negativamente no solo en los empleos sino en la industria en su totalidad.

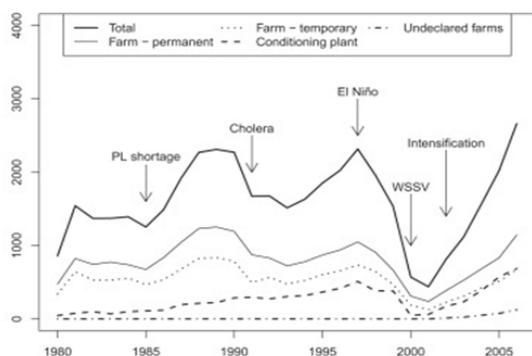


Figura 6. Puestos de trabajo en la cadena de producción de langostinos en Tumbes.
Fuente: Mialhe et al., 2013

CAF (2000) sostiene que la Población Económicamente Activa (PEA) afectada para el evento El Niño 1997-98 tanto en la actividad de extracción, procesamiento, cultivo y cosecha de langostinos, así como la de actividades complementarias en forma directa a la actividad langostinera, representó el 60%, merma que afectó a una población de 5 386 trabajadores, sobre un total de 8 863 que empleó la actividad pesquera langostinera en el departamento de Tumbes.

El Niño 1997-98 generó una pérdida aproximada de 1700 hectáreas productivas de la industria langostinera (CAF, 2000) ocasionando una reducción de la producción de langostinos de aproximadamente 90% (Figura 7), debido a la afectación de la infraestructura langostinera (destrucción de estanques), la pérdida del recurso cultivado, servicios y de las vías de comunicación. Cabe resaltar que el evento de El Niño 1997-98, seguido del síndrome de la mancha blanca (1999) fueron los sucesos que generaron los mayores declives en la evolución de la industria langostinera en Tumbes (Figura 7).

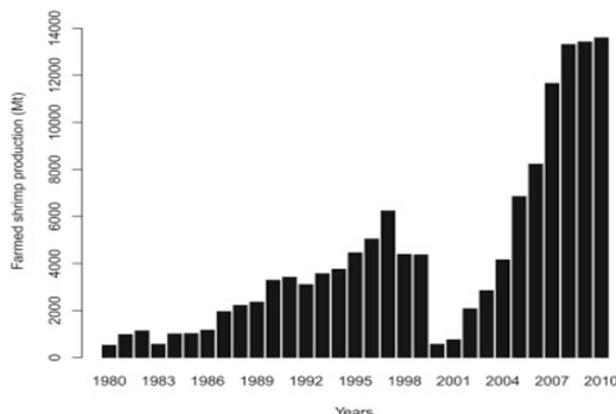


Figura 7. Producción de langostinos en Tumbes (1980 - 2010)
Fuente: Departamento de Pesca del Perú (n.d.), citado en Mialhe et al. (2013)

Desde fines de los años 80 e inicios de los años 90 el crecimiento acelerado de la industria langostinera generó un auge comercial que propició una alta demanda de mano de obra. Sin embargo, luego del evento de El Niño 97-98 y síndrome de la mancha blanca, dicha mano de obra se quedó desempleada (larveros, cuidadores de las pozas, técnicos, especialistas, administrativos, asistentes, etc.). La empresa privada sostiene que la mayoría de empresarios de aquellos años no se recuperaron y abandonaron las pozas, siendo posteriormente estos espacios compradas y/o alquiladas por nuevos inversionistas que en algunos casos se mantienen hasta la fecha.

CONCLUSIONES

La industria langostinera estuvo expuesta a la ocurrencia de eventos como el fenómeno El Niño (1982-83 y 1997-98), aparición de la séptima pandemia de cólera (1991) y la epidemia causada por un brote de síndrome de la mancha blanca (WSSV) en 1999, ocasionando –en la empresa privada– pérdidas de capital, infraestructura, puestos de empleo, entre otros, afectando el desarrollo y crecimiento de dicha industria. No obstante, a partir del año 2000 su desarrollo presenta una tendencia claramente positiva que se mantiene hasta el presente.

Si bien los esfuerzos nacionales por monitorear e investigar sobre el fenómeno El Niño se han incrementado notablemente en la última década, aún es necesario ahondar en la investigación sobre los efectos del fenómeno en sus dimensiones sociales, económicas y ambientales, así como sobre sus efectos en el manejo del territorio, por ejemplo vinculados a la actividad langostinera a fin de generar medidas de mitigación y prevención ante los efectos negativos que pudieran alterar su normal funcionamiento.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

Banco Central de Reserva del Perú - BCRP, 2013. Síntesis Económica de Tumbes Mayo 2013. Sucursal Piura, Departamento de Estudios Económicos. Pág. 12.

Berlanga-Robles, C. A., Ruiz-Luna, A., Bocco, G., y Vekerdý, Z. 2011. Spatial analysis of the impact of shrimp culture on the coastal wetlands on the Northern coast of Sinaloa, Mexico. *Ocean & Coastal Management*, 54(7), 535-543. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2011.04.004>

Corporación Andina de Fomento – CAF, 2000. Las lecciones de El Niño: Perú. Memorias del Fenómeno El Niño 1997-1998, Retos y propuestas para la región andina. Volumen V: Perú. 293 pág.

Instituto Nacional de Desarrollo Urbano - Inadur, Proyecto Comité Ejecutivo de Reconstrucción de El Niño- Ceren y Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo- PNUD, 2000. Mapa de Peligros, Plan de Usos del Suelo y Plan de Mitigación de los efectos producidos por los Desastres Naturales en la ciudad de Tumbes.

Instituto Nacional de Recursos Naturales – Inrena, 2007. Plan Maestro del Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes 2007 - 2011. Perú: Inrena.

Mialhe, F., Gunnell, Y., Mering, C. 2013. The impacts of shrimp farming on land use, employment and migration in Tumbes, northern Peru. *Ocean & Coastal Management*, 73(0), 1-12. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2012.12.014>

Ministerio de la Producción - Produce, 2010. Plan Nacional de Desarrollo Acuícola. Perú: Dirección General de Acuicultura.

Ministerio de la Producción - Produce, 2012. Anuario Estadístico 2011. Oficina General de Tecnología de la Información y Estadística. Perú: Ministerio de la Producción.

Ministerio de la Producción - Produce, 2018. Visor GIS - Catastro Acuícola Nacional [Online]. Dirección General de Extracción y Producción Pesquera para Consumo Humano Directo, Despacho Viceministerial de Pesquería, Ministerio de la Producción. Recuperado el 20 de marzo de 2018. Disponible en: <http://catastroacuicola.produce.gob.pe/web/>.

Núñez, S. y Zegarra, J. 2006. Estudio Geoambiental de la Cuenca del Río Puyango -Tumbes. INGEMMET, Serie C. Geodinámica e Ingeniería Geológica, N° 32, 222p.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura - FAO. 2012. El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2012. Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO (Ed.). Roma, Italia: FAO. Recuperado el 28 de enero de 2019. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/016/i2727s/i2727s00.htm>.

Príncipe, E. y Céspedes, L. 2014. Análisis del territorio de la cobertura manglar. Gestión sostenible de recursos naturales en el ecosistema de manglares de Tumbes: Análisis del territorio y diagnóstico socioeconómico. Informe Técnico Especial. Volumen I. Perú: Instituto Geofísico del Perú.

Programa de Ciudades Sostenibles - PCS, 2008. Estudios de Plan de Usos del Suelo ante Desastres y Medidas de Mitigación - Zonas I y II. Informe final, Programa de Ciudades Sostenibles - Región Fronteriza Perú-Ecuador. Proyecto SEDI/AICD/AE/254/06

Thorpe, A., Ibarra, A., Reid, C. 2000. The new economic model and marine fisheries development in Latin America. *World Dev.* 28 (9), 1689-1702.

Twilley, R., Montano, M., Valdivieso, J., y Boderó, A. 1999. The environmental quality of coastal ecosystems in Ecuador: Implications for the development of integrated mangrove and shrimp pond management. Pag. 199-230. En A. Yanez-Arancibia y A. L. Lara-Dominguez (eds.): Ecosistemas de manglar en América Tropical. Instituto de Ecología A.C. México, UICN/ORMA, Costa Rica, NOAA/NMFS Silver Spring MD USA. 380pag.

Reconociendo fuentes de humedad durante los eventos de precipitación extrema en el norte del Perú

James Apaéstegui y Carol Romero
Instituto Geofísico del Perú

INTRODUCCIÓN

El Fenómeno El Niño (FEN) ha sido asociado desde sus orígenes a las alteraciones en la circulación océano - atmósfera en la región ecuatorial, con efectos remotos a escala global debido a sus teleconexiones atmosféricas (Sulca et al., 2017; Garreaud R.D., 2018; entre otros). En el Perú, históricamente, la región Piura ha mostrado particular susceptibilidad a los impactos de la ocurrencia del evento El Niño, independiente del tipo de manifestación del mismo: Global o Costero (Takahashi, 2017a y 2017b).

En tal sentido, una serie de esfuerzos se han realizado en los últimos años para entender la física asociada a la ocurrencia e impactos de eventos extremos de precipitación en la región norte del país (Woodman & Takahashi, 2014; Lavado y Espinoza et al., 2014; entre otros). No obstante, una pregunta aún no respondida es si existe trasvase de humedad que sustenta la ocurrencia de eventos extremos o cuánto de la humedad, que proviene de la Amazonía, aporta a las lluvias extremas en el norte del país.

Para responder a este tipo de interrogantes, se plantea entender la dinámica de las lluvias a través de un trazador geoquímico, el isótopo de oxígeno ($\delta^{18}\text{O}$). Este ha sido validado como una herramienta útil para trazar fuentes de humedad y, por este motivo, tiene diferentes aplicaciones en estudios hidroclimáticos. La calibración de los datos isotópicos no solo nos ayudará a entender la dinámica atmosférica actual, sino que también servirá de base para estudios paleoclimáticos, debido a que esta señal está contenida en registros biológicos (Ej.: Anillos de árboles) o geológicos (Ej.: Espeleotemas). Es importante resaltar que el estudio del paleoclima incrementaría el conocimiento que tenemos sobre los eventos extremos y la estadística de la recurrencia en la región de Piura.

DATOS Y MÉTODOS

Para entender la dinámica del fraccionamiento isotópico en la región de estudio, se utilizó una red de monitoreo

meteorológico operada por la Universidad de Piura (UDEP), la cual considera un gradiente altitudinal representativo de la señal química de las lluvias en la región Piura. Asimismo, se utilizaron estaciones independientes en la Amazonía (LMI-PALEOTRACES) (ver Fig.1 y 2). Esto consistió en instalar colectores de agua de lluvia para monitoreo y posterior análisis isotópico de las mismas en laboratorio. Los colectores se construyeron a fines del año 2015 siguiendo el protocolo brindado por la Agencia Nacional de Energía Atómica para el análisis de isótopos como trazadores ambientales (IAEA, 1992).

Las muestras de lluvia se colectaron cada 15 días y se analizaron en el Laboratorio de Isótopos Estables del Instituto de Geociencias de la Universidad de Sao Paulo gracias al apoyo del Instituto Francés de Investigación para el Desarrollo (IRD, por sus siglas en francés). La señal geoquímica y los parámetros meteorológicos fueron correlacionados para el periodo de trabajo (Nov 2015 – Ene 2018). Por otra parte, se realizó también el análisis de retrotrayectorias de los vientos usando el Modelo Hysplit (*Hybrid single particle lagrangian Integrated Trajectory Model*) en tres niveles de la atmósfera y se cuantificaron los posibles aportes de humedad que sustentan la señal geoquímica a través de modelos de regresión lineal.

Finalmente, para complementar el análisis, se usó data isotópica mensual generada por el IRD – SENAMHI durante el periodo 2002-2011 para 3 puntos adicionales de muestreo en la región.

RESULTADOS PRELIMINARES

El análisis de la señal isotópica en el gradiente altitudinal de monitoreo nos indica a través de la línea meteorológica local ($\delta^{18}\text{O}$ vs $\delta^2\text{D}$), que no existen dispersiones abruptas que muestren procesos de evaporación u otros que: 1) promuevan el fraccionamiento cinético y 2) nos impidan usar la información como trazador de procesos en el ciclo hidrológico (Fig. 2).

Es importante mencionar que la figura 2, la cual muestra una comparación entre los valores isotópicos del verano

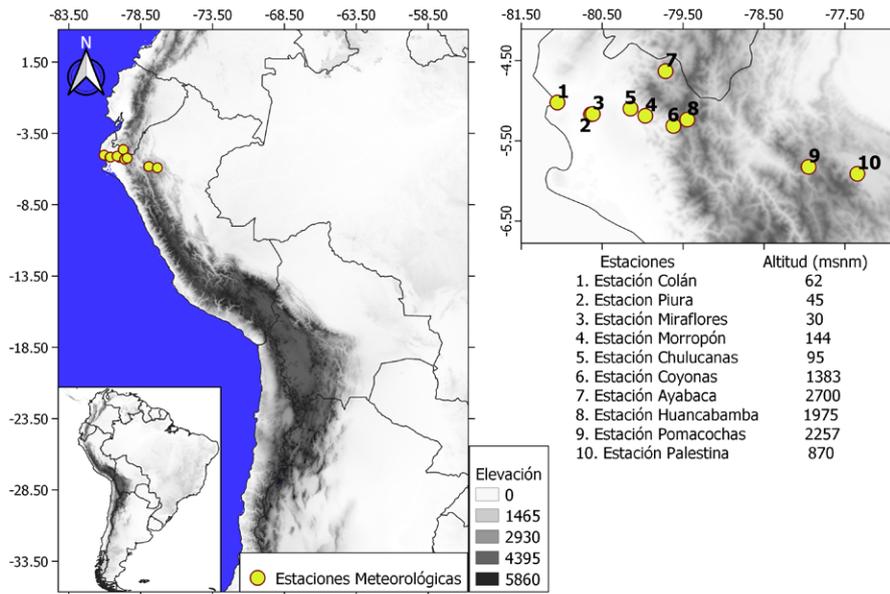


Figura 1. Localización de las estaciones de Monitoreo Isotópico.

2016 y el evento El Niño costero de 2017, los cambios en la variabilidad de la información isotópica. Esto posiblemente asociado a los procesos convectivos que sustentan las precipitaciones extremas, dichos procesos promueven el fraccionamiento isotópico otorgando una mayor variabilidad a los resultados como se observa durante el año 2017.

En condiciones climáticas promedio, el fraccionamiento isotópico en la estación Piura oscila entre los valores de -4 y 0‰ (VSMOW), mientras que durante los eventos de precipitación extrema asociada al fenómeno El Niño Costero 2017 las señales isotópicas oscilan entre valores de -15 y 0‰ (VSMOW).

Cuando se observa la dispersión a través del gráfico de cajas (Fig. 3) se puede encontrar que las mayores variabilidades de los datos se encuentran entre las estaciones de Coyoñas y Pomacochas. Si consideramos que esta región coincide con las menores altitudes de la cordillera y asumimos que existe el trasvase de humedad

desde el océano Atlántico, dicha dispersión sugiere que la región media occidental de los Andes es la región donde ocurre el proceso de mezcla de las masas de humedad. Dicha interpretación es acorde con las evidencias del evento del año 2017, en el cual se indica que el mayor incremento de las precipitaciones se dio en la cuenca media, y esto condujo el desborde de los ríos aguas abajo, además de otros impactos negativos para la sociedad.

De manera complementaria, la señal isotópica de la región Piura durante el evento del 2017 es tan negativa como la señal media de la Amazonía. Este rango de fraccionamiento en una región tan próxima a la fuente de humedad, no puede explicarse por fenómenos de convección local, lo cual sugiere la influencia de fuentes de humedad remota relacionada a la migración latitudinal de la ITCZ (Takahashi et al., 2017b) o al aporte de humedad Amazónica.

Del análisis de las retrotrayectorias de los vientos se puede evaluar las frecuencias de los mismos provenientes de

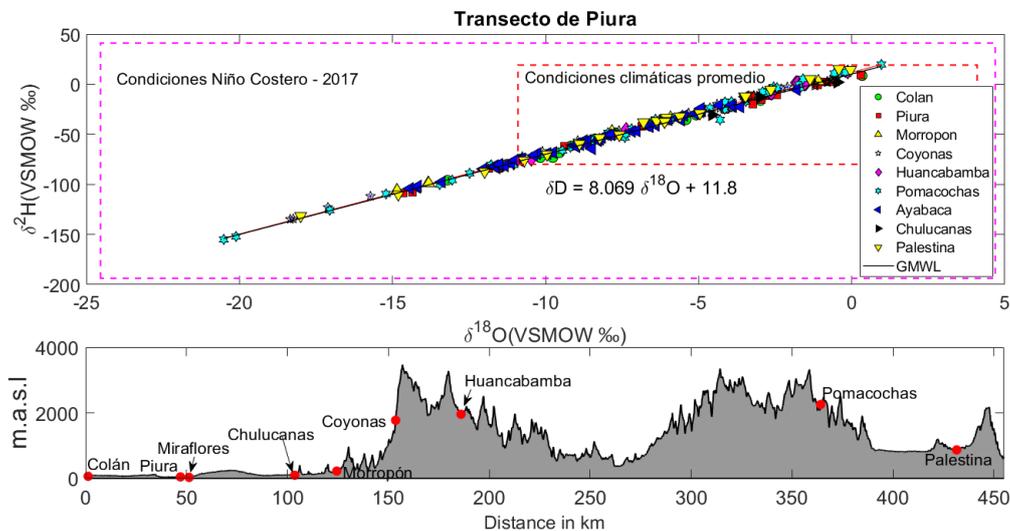


Figura 2. Arriba: Línea Meteorológica global y local ($\delta^{18}O$ vs δD). Abajo: Localización de las estaciones en el contexto topográfico de la cordillera de los Andes.

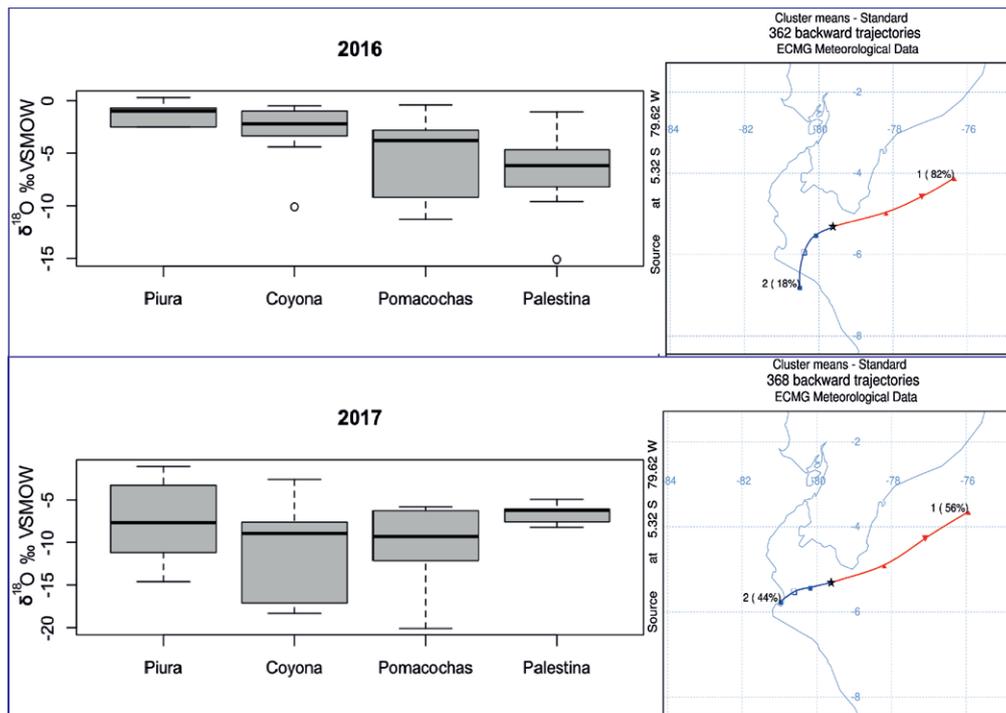


Figura 3. Derecha: Diagrama de cajas de datos isotópicos para las estaciones de Piura, Coyona, Pomacochas y Palestina. Izquierda: Cálculo de porcentajes de retro trayectorias de vientos para el verano 2016 y 2017 respectivamente.

diferentes orígenes (Pacífico - Atlántico) para los periodos de tiempo de monitoreo (DEF 2016 -2017).

Durante el 2016, el modelo Hysplit, basado en datos de ERA – interim, propone que el 82% de los vientos provienen del origen Amazónico, mientras que el 18% complementario proviene del océano Pacífico. En tanto que para el 2017, las retro trayectorias proponen un 56% de los vientos tienen orígenes en la Amazonía y un 46% del océano Pacífico.

Cuando se pretende hacer el balance geoquímico, ponderando las señales isotópicas con los porcentajes de retro trayectorias, encontramos resultados divergentes a los obtenidos en base al balance geoquímico original, donde se proponen diferentes contribuciones. Para lo cual, se infiere que la principal limitante del experimento radica en la resolución espacial del modelo utilizado.

En tal sentido, se espera hacer el mismo balance usando información de downscaling dinámico realizado para la región Piura por el Laboratorio de Dinámica de Fluidos Geofísicos Computacional del IGP (Montes et al., 2016), a fin de corroborar las hipótesis y contribuir con un indicador que pueda ser usado para estudios paleoclimáticos, así como para elaborar sistemas de alerta temprana frente a eventos extremos en la costa norte peruana.

REFERENCIAS

Garreaud, R. D. (2018). A plausible atmospheric trigger for the 2017 coastal El Niño. *International Journal of Climatology*, 38(January 2017), e1296–e1302. <https://doi.org/10.1002/joc.5426>.

IAEA. (1992). Statistical treatment of data on environmental isotopes in precipitation. *Int Atomic Energy Agency Tech Rep Ser*. Retrieved from <http://scholar.google.com/schola>

r?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Statistical+Treatment+of+Data+on+Environmental+Isotopes+in+Precipitation#0.

Lavado, W., & Espinoza, J. (2014). IMPACTOS DE EL NIÑO Y LA NIÑA EN LAS LLUVIAS DEL PERÚ (1965-2007) Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) y Universidad Nacional Agraria La Molina, Instituto Geofísico del Perú y Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú. *Revista Brasileira de Meteorologia*, 29(2), 171–182. <https://doi.org/10.1590/S0102-77862014000200003>.

Montes, I., K. Mosquera, M.R. Luna, H. Gilt, D. Gazen, R. Woodman. (2016). Sistema computacional de alto rendimiento para la simulación de fluidos geofísicos HPC-Linux-Clúster, *Boletín Técnico “Generación de información y monitoreo del Fenómeno El Niño”*, Instituto Geofísico del Perú, marzo, 3, 3.

Sulca, J., Takahashi, K., Espinoza, J. C., Vuille, M., & 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. *International Journal of Climatology*. <https://doi.org/10.1002/joc.5185>.

Takahashi, K. (2017a). Fenómeno El Niño: “Global” vs “Costero”, *Boletín Técnico “Generación de información y monitoreo del Fenómeno El Niño”*, Instituto Geofísico del Perú, abril, 4, 4.

Takahashi, K. (2017b). Física del Fenómeno El Niño “Costero”, *Boletín Técnico “Generación de información y monitoreo del Fenómeno El Niño”*, Instituto Geofísico del Perú, octubre, 4, 10.

Woodmann, 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”*, Vol. 1, N°6, 4–7.

Resumen del Informe Técnico PP N° 068 / El Niño- IGP/2019-01

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

Para el mes de diciembre de 2018, según el valor del Índice Costero El Niño (ICEN), tanto de los datos de ERSSTv3 y el estimado con OISSTv2, se presentó una condición climática Cálida Débil con valores de ICEN = 0.81 °C y ICENOI=0.46 °C. Los valores temporales del ICEN (ICENTmp) y el ICENOI (ICENOItmp) para los meses de enero y febrero 2019, coinciden en mostrar condiciones Cálidas Débiles. En lo que respecta al Pacífico Central, el valor del Índice Oceánico Niño (ONI) de la NOAA indica que en diciembre de 2018 se tuvo una condición Cálida Débil (0,83°C); según los estimados temporales, para el mes de enero la condición también sería Cálida Débil.

En base al análisis de los datos y resultados de los modelos numéricos, se espera que arribe una onda Kelvin fría en las siguientes semanas de febrero. Asimismo, se espera el arribo de dos ondas Kelvin cálidas para: 1) fines de febrero e inicios de marzo y 2) fines de marzo e inicios de abril.

Según el promedio de los siete modelos numéricos climáticos de NMME, inicializados con condiciones del mes de febrero 2019, se esperan condiciones Cálidas Débiles para el Pacífico oriental hasta el mes de agosto de 2019.

En la región del Pacífico central ecuatorial, el promedio de los modelos de NMME indican condiciones Cálidas Débiles hasta el mes de julio de 2019.

En relación a los pronósticos de los modelos numéricos, hay que tener en cuenta que la barrera de predictibilidad le daría menos confianza a los resultados de estos modelos para otoño e invierno.

ÍNDICE COSTERO EL NIÑO

Utilizando los datos de Temperatura Superficial del Mar (TSM) promediados sobre la región Niño1+2; actualizados hasta el mes de enero de 2019 del producto ERSST v3b, generados por el *Climate Prediction Center* (CPC) de la *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA, EEUU); se ha calculado el Índice Costero El Niño (ICEN; ENFEN 2012) hasta el mes de diciembre de 2018 y cuyos valores se muestran en la Tabla 1. El valor de diciembre corresponde a una condición Cálida Débil.

Los valores del ICENOItmp estimados para enero y febrero de 2019 corresponden a condiciones Cálidas Débiles. El ICENOI de enero será confirmado cuando se disponga del valor de OISSTv2 para el mes de febrero de 2019.

Por otro lado, para el Pacífico Central (Niño 3.4), el ONI (*Ocean Niño Index* en inglés; <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/data/indices/oni.ascii.txt>), actualizado por la NOAA al mes de diciembre de 2018, es de 0,83 °C, correspondiente a condición Cálida Débil¹.

gov/data/indices/oni.ascii.txt), actualizado por la NOAA al mes de diciembre de 2018, es de 0,83 °C, correspondiente a condición Cálida Débil¹.

Año	Mes	ICEN (°C)	Condiciones
2018	Setiembre	-0.18	Neutra
2018	Octubre	0.16	Neutra
2018	Noviembre	0.54	Cálida Débil
2018	Diciembre	0.81	Cálida Débil

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

DIAGNÓSTICO DEL PACÍFICO ECUATORIAL

Durante el mes de enero, según los datos observados (IR, MW, OSTIA) las anomalías de la TSM diaria en la región Niño 3.4, continuaron dentro de las condiciones cálidas débiles, manteniéndose en el orden de 0.7 a 0.9 °C (ver Figura 1a), descendiendo a valores cercanos a 0.7 °C en los primeros días del mes de febrero. Para la región Niño 1+2, la anomalía de la TSM indicó valores entre 1.0 a 0.7 °C.

El promedio mensual de las anomalías de esfuerzo de viento zonal en el Pacífico central (160°E-160°W; 5°S-5°N), para el mes de enero, mostró anomalías del oeste según los datos de NCEP-NCAR y ASCAT. Sin embargo, estas anomalías fueron próximas a su climatología. En la primera semana de enero se observaron anomalías positivas en el Pacífico oeste (170°E - 180°) al igual que en la segunda semana, siendo de mayor intensidad en la región (150°E - 170°E). Por otro lado, se observaron anomalías negativas de poca intensidad entre 170°E - 120°W, y en la última semana se observaron, nuevamente, anomalías positivas de poca intensidad entre 140°E y 160°W. La inclinación de la termoclina ecuatorial se encuentra dentro de sus valores climatológicos y el contenido de calor continúa mostrando una tendencia hacia su normal. Además, se observa la isoterma de 20°C alrededor de su posición climatológica (95°W, 2°S-2°N). La información de OLR (relacionada con la actividad convectiva) en la zona (170°E - 140°W, 5°S-5°N) mostró valores inferiores a su normal, lo cual indica que se desarrollaron lluvias convectivas anómalas en la zona. Por otro lado, el OLR en la zona (170°W - 100°W, 5°S-5°N) continúa sobre su climatología.

En el Pacífico ecuatorial según los datos de ARGO, se puede apreciar que la presencia de la onda Kelvin fría está cerca de la costa americana mientras que la onda Kelvin cálida ya alcanzó los 140 °W. La información de altimetría también muestra la presencia de la onda Kelvin cálida en esta región según el producto DUACS. Los pulsos de viento del oeste de fines de enero al oeste de la línea de cambio de fecha, al parecer, se ha proyectado en una onda Kelvin cálida, tal como lo muestran los modelos de ondas y datos observados.

PRONÓSTICO A CORTO PLAZO CON MODELO DE ONDAS Y OBSERVACIONES

Según el pronóstico del modelo GFS se esperaría vientos del oeste (160 °E y 180) en la quincena del mes de febrero.

Las proyecciones teóricas indican que la onda Kelvin cálida, formada por pulsos de viento del oeste en el extremo occidental debe arribar a fines de febrero e inicios de marzo (Figura 1). Asimismo, se espera que otra onda Kelvin cálida, formada por un pulso de viento del oeste en la zona occidental entre 150° E y 180, llegue a las costas americanas entre fines de marzo e inicios de abril. Ambas ondas podrían contribuir a mantener las anomalías de TSM por encima de su normal, al menos, hasta el inicio de otoño.

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 del mes de febrero de 2019, se indica en promedio condiciones Cálidas Débiles para el periodo de febrero a agosto de 2019, el modelo NASA indica condiciones neutras en este periodo (Fig. 2).

Para el Pacífico central (región Niño 3.4), según los modelos de NMME inicializados en febrero, el promedio de los 7

modelos indican condiciones Cálida Débiles de febrero a julio de 2019, el modelo NASA indica condiciones Neutras en este periodo.

CONCLUSIONES

1. El ICEN (SSTOI) para diciembre de 2018 fue de 0.46 (Cálida débil) y el ICENtmp para enero y febrero son 0.57 y 0.55 respectivamente (Cálidas Débiles). Usando ERSSTv3 mensual para el cálculo (ICEN), los valores correspondientes son 0.81 (Cálida Débil) , y los temporales para enero y febrero son cálidos débiles 0.87 y 0.70, respectivamente.
2. En el Pacífico central, el ONI de diciembre (NDE) es 0.83 y corresponde a condiciones Cálida Débil y el estimado para enero y febrero también sería de condición Cálida Débil.
3. Según ASCAT y TAO, a fines del mes de enero se desarrollaron vientos del oeste al oeste de la línea de cambio de fecha
4. Basado en los datos de ARGO, la termoclina ecuatorial muestra una inclinación cerca a su promedio, y el contenido de calor continúa con una tendencia a su normal.
5. Según los datos de ARGO, se aprecia que la señal de la onda Kelvin fría está cerca a la costa americana mientras que la onda Kelvin cálida ya alcanzó los 140W. La información de altimetría también muestra la presencia de la onda Kelvin cálida en dicha región.
6. Las proyecciones teóricas indican que la onda Kelvin cálida, formada por pulsos de viento del oeste en el extremo occidental debe arribar a fines de febrero e inicios de marzo. Asimismo, se espera que otra Kelvin cálida, llegue a las costas americanas entre fines de marzo e inicios del mes de abril.
7. Para el Pacífico Oriental (región Niño 1+2), los modelos de NMME con condiciones iniciales de febrero en promedio indican condiciones cálidas débiles de marzo a agosto de 2019, el modelo NASA es el único que indica condiciones Neutras en este periodo.
8. Para el Pacífico central (Región Niño 3.4), el promedio de los modelos de NMME indican condiciones Cálidas Débiles de marzo a julio de 2019.

¹ Los umbrales para establecer la categoría de condiciones cálidas o frías débiles, moderadas, fuertes, y muy fuertes usando el ONI son ± 0.50 , ± 1.00 , ± 1.50 , y ± 2.00 , respectivamente (Nota Técnica ENFEN, 02-2015).

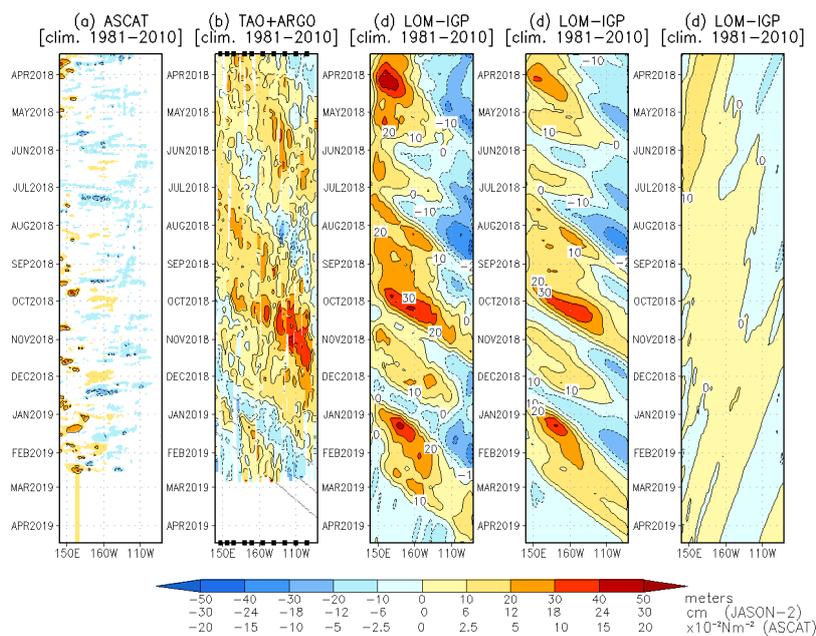


Figura 1. Diagrama longitud-tiempo de las anomalías de esfuerzo de viento zonal ecuatorial basado en datos del escaterómetro ASCAT (a), anomalía de la profundidad de la isoterma de 20°C datos de TAO y los derivados de ARGO (b), diagrama de la onda Kelvin y Rossby (c), diagrama de la onda Kelvin (d) y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

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 Magister en Física - Mención Geofísica en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Mosquera, K., B. Dewitte y P. Lago. 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

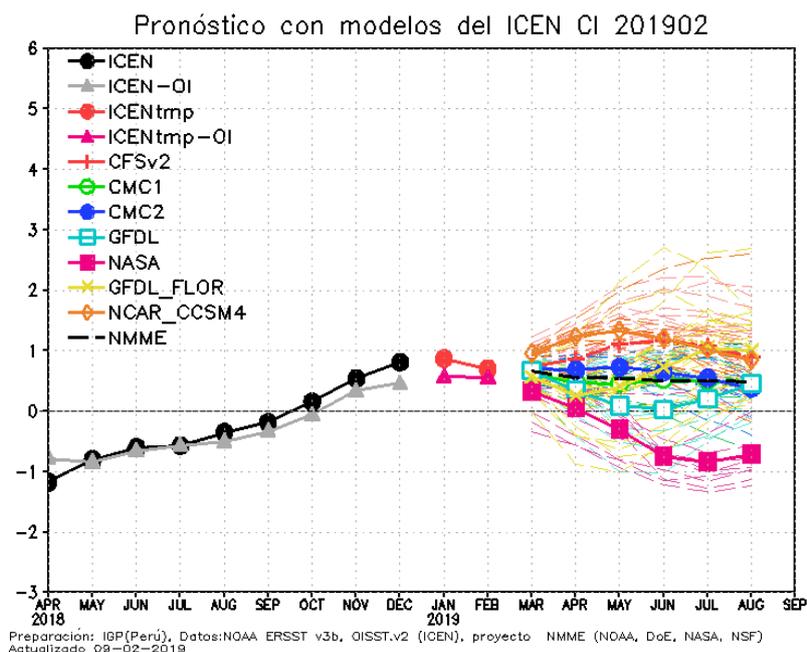


Figura 2. Índice Costero El Niño (ICEN negro con círculos llenos, fuente ERSSTv3; ICEN gris con triángulos, fuente OISSTv2) y sus valores temporales (ICENtmp, rojo con círculo lleno y ICENtmp-OI, rojo con triángulos llenos). Además, pronósticos numéricos del ICEN (media móvil de 3 meses de las anomalías 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_CCISM4 tienen como condición inicial el mes de febrero de 2019. (Fuente: IGP, NOAA, proyecto NMME).

Comunicado oficial ENFEN



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

COMUNICADO OFICIAL ENFEN N° 03-2019

Estado del sistema de alerta: Alerta de El Niño

La Comisión Multisectorial ENFEN mantiene activo el estado de Alerta de El Niño, de magnitud débil, debido a que se mantiene el esperado arribo de una onda Kelvin cálida en el mes de marzo y que se espera continúe el debilitamiento de los vientos alisios.

En lo que resta del verano, en la costa norte y centro del Perú se mantendrían las anomalías positivas de la temperatura del mar y del aire. Frente a este escenario, sumado a la estacionalidad y a las anomalías atmosféricas de corto plazo, es más probable, particularmente en marzo, la ocurrencia de días lluviosos¹ en zonas puntuales de la costa norte y centro, más no extraordinarias como en los años 1983, 1998 y 2017.

La Comisión Multisectorial encargada del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño (ENFEN) se reunió para analizar la información de las condiciones, oceanográficas, atmosféricas, biológico- pesqueras e hidrológicas actualizadas hasta el 06 de febrero de 2019, así como las perspectivas.

La temperatura superficial del mar en el Pacífico ecuatorial se mantiene con anomalías positivas, pero con valores menores con relación al mes de diciembre 2018, del orden de +0,5 °C tanto en la región central como en el extremo oriental.

El Índice Costero El Niño (ICEN2) determinado para el mes de diciembre y el ICEN temporal de enero indican condiciones cálidas débiles.

En el Pacífico ecuatorial occidental (proximidades a Indonesia y Australia), la influencia de las ondas ecuatoriales atmosféricas e intensificación de los vientos del oeste sobre la circulación atmosférica, han reforzado la presencia de flujos ascendentes sobre esta región. Si bien este patrón favorece al desarrollo de El Niño en el Pacífico central, hasta el momento los indicadores atmosféricos del mismo permanecen neutrales, no observándose un claro acoplamiento océano-atmósfera.

Según los datos observados, la onda Kelvin fría esperada habría iniciado su llegada a la costa peruana, mientras que

la onda Kelvin cálida proyectada, continua su desplazamiento hacia el Este (140 °W). Así mismo, se evidencian anomalías de viento del oeste en el centro del Pacífico occidental (170 °E-160 °W), región Niño 4 (Figura 1).

El Anticiclón del Pacífico Sur (APS) continuó intenso, pero al sureste de su posición habitual, por lo que predominaron las anomalías negativas de presión frente a la costa peruana. Esta situación atmosférica sigue contribuyendo al debilitamiento de los vientos alisios a lo largo de la costa y a la persistencia de las anomalías positivas de la temperatura superficial del mar y del aire.

Las temperaturas extremas del aire (máxima y mínima), desde inicios del verano hasta los primeros días de febrero, mantuvieron una tendencia positiva, con anomalías superiores a +1 °C. En la primera semana de febrero los valores más altos se registraron en la zona central y sur (Cuadro 1), alcanzando hasta +2,7 °C en Lima (Campo de Marte) y +3,1 °C en Moquegua (Punta Coles) para la temperatura máxima y mínima del aire, respectivamente.

Frente a la costa norte y centro de Perú, el mar se mantiene en condiciones cálidas, con mayor intensidad en la zona centro, alcanzado una anomalía de temperatura de hasta +3 °C, en promedio del mes de enero. En la primera semana de febrero, en promedio, las anomalías muestran valores de hasta +4,5 °C en la zona centro. Por otro lado, el nivel del mar presentó valores normales.

Dentro de las 100 millas frente a la costa de Paita y Chicama, las anomalías positivas de la temperatura del mar disminuyeron sobre los 50 metros de profundidad, con núcleos de hasta +1 °C y +3 °C, respectivamente. Frente a Paita, dentro de las 10 millas las anomalías fueron negativas de hasta -1 °C, mientras que en Chicama fueron positivas de hasta +3 °C, sobre los 60 metros de profundidad, a fines de enero.

La concentración de la clorofila-a (indicador de la producción del fitoplancton) disminuyó frente a la costa norte, en el mes de enero; mientras que, en la primera semana de febrero aumentó ligeramente; en las zonas centro y sur las anomalías fueron positivas y con valores cercanos a lo normal respectivamente. Por otro lado, la distribución de la anchoveta en la zona sur se replegó dentro de las 10 millas, debido a las condiciones oceanográficas. Además,

¹ ICEN corresponde a la región Niño 1+2.



IMARPE
INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ



Senamhi
SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA
E HIDROLOGÍA DEL PERÚ



INDECI
INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL

ANA
Autoridad Nacional del Agua

CENEPRED
Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres

se registró el ingreso de especies oceánicas cerca a la costa central debido a la presencia de aguas cálidas.

En la costa norte, las temperaturas cálidas continuaron favoreciendo las primeras etapas del crecimiento del arroz, así como la fructificación y cosecha del mango en la región Lambayeque; mientras que, en la costa sur estas condiciones cálidas y lluvias excesivas, contribuyeron a la aparición de enfermedades fungosas al cultivo de vid.

PERSPECTIVAS

Los modelos climáticos internacionales, actualizados hasta la fecha, continúan pronosticando para el Pacífico oriental (Niño 1+2) que incluye la costa norte de Perú, condiciones de cálidas débiles a neutras en lo que resta del verano, mientras que para el Pacífico central (Niño 3.4) en promedio, indican condiciones cálidas débiles hasta el mes de mayo.

A su vez, la Comisión multisectorial ENFEN a través del monitoreo y análisis de la información proporcionada por sus instituciones componentes y la evaluación mediante el juicio experto del grupo científico que la conforma, mantiene activo el Estado de Alerta de El Niño, de magnitud débil. Esto debido a que se mantiene el esperado arribo de una onda Kelvin cálida en el mes de marzo y a que se espera continúe el debilitamiento de los vientos alisios, lo cual mantendría las anomalías positivas de la temperatura del mar y del aire en la costa norte y centro del Perú.

Frente a este escenario, sumado a la estacionalidad y a las anomalías atmosféricas de corto plazo, en estas zonas es más probable la ocurrencia de días lluviosos¹ en zonas puntuales, particularmente en marzo, más no extraordinarias como en los años 1983, 1998 y 2017. Frente a esto, las entidades competentes deberán considerar la vulnerabilidad para la estimación de riesgo y adoptar las medidas que correspondan.

La Comisión Multisectorial ENFEN continuará monitoreando e informando sobre la evolución de las condiciones actuales y actualizando las perspectivas quincenalmente. La emisión del próximo comunicado ENFEN será el día 22 de febrero de 2019.

Callao, 08 de febrero de 2019

a)

Región	2018											2019	
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.
Costa Norte	-0.2	0.2	-0.3	0.2	-0.3	-0.8	0.0	0.3	0.4	0.4	0.8	0.9	1.2
Costa Centro	-0.4	0.5	-0.5	0.7	0.6	-0.2	0.0	0.0	0.8	1.0	1.4	1.3	1.4
Costa Sur	-0.2	0.2	0.0	0.6	0.7	0.0	-0.3	-0.1	0.0	0.8	1.0	0.8	0.7

b)

Región	2018											2019	
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.
Costa Norte	-1.3	-1.2	-1.3	-0.5	0.3	-0.4	0.1	0.2	0.2	-0.1	1.3	0.4	1.0
Costa Centro	-0.2	-0.2	-0.3	0.5	0.8	0.9	0.7	0.6	0.8	1.1	1.2	0.7	1.6
Costa Sur	-1.1	-0.5	-0.3	-0.1	0.9	0.7	0.2	0.1	0.2	0.7	0.8	0.5	1.1

Cuadro 1. Anomalía media mensual de las temperaturas extremas del aire (a) máximo y (b) mínimo, enero 2018 – enero 2019, para las regiones costeras norte, centro y sur del litoral peruano. Fuente: SENAMHI.

COMUNICADO EXTRAORDINARIO

ENFEN N° 01-2019

Estado del sistema de alerta: Vigilancia de El Niño

Se presentan condiciones para una mayor ocurrencia de días lluviosos en la costa norte y centro.

La Comisión Multisectorial encargada del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño (ENFEN) realiza un monitoreo permanente de las condiciones meteorológicas, oceanográficas, biológico-pesqueras e hidrológicas; y ante los cambios recientes de las condiciones océano-atmosféricas, informa a la comunidad lo siguiente:

En su Comunicado Oficial N°03-2019 el ENFEN indicó la mantención del estado de Alerta de El Niño, de magnitud débil, debido al esperado arribo de una onda Kelvin cálida y la posible continuación del debilitamiento de los vientos alisios. Asimismo, indicó que para lo que resta del verano, en la costa norte y centro del Perú se mantendrían las anomalías positivas de la temperatura del mar y del aire. Frente a dicho escenario sumado a la estacionalidad y a las anomalías atmosféricas de corto plazo, la Comisión anunció la probable ocurrencia de días lluviosos, es decir al 10 % superior al registro histórico, en zonas puntuales de la costa norte y centro, aunque sin llegar a la magnitud extraordinaria como los años 1983, 1998 y 2017.

Cabe mencionar que el ENFEN, desde el comunicado Oficial ENFEN N°10-2018 (20 setiembre 2018), activó el sistema de vigilancia de El Niño para el verano 2018-2019, pasando al estado de Alerta de El Niño en el Comunicado oficial ENFEN°01-2019 (04 enero 2019).

La intensificación de los vientos del Golfo de Panamá ayudó a enfriar las aguas frente a la costa de Colombia y Ecuador, así como, la proyección de aguas ecuatoriales hacia el norte de Perú. Así mismo, estos vientos, aunados a la circulación de alta atmósfera y al debilitamiento de los vientos del sur, ayudaron al ingreso de humedad del norte en las capas medias y bajas de la atmósfera. Además, las anomalías oceanográficas se han reflejado en la presencia de recursos hidrobiológicos de aguas cálidas del norte y de la zona oceánica frente a la costa centro y sur del Perú.

La información actualizada del monitoreo y de los resultados de los modelos internacionales ratifican la persistencia del debilitamiento de los vientos del sur frente a la costa peruana hasta las próximas semanas, así como de la llegada de la onda Kelvin cálida para el mes de marzo.

Por lo tanto, la comisión Multisectorial ENFEN, en base a su análisis experto, considera que se presentan condiciones favorables para una mayor ocurrencia de días lluviosos, principalmente en la costa norte y centro, en lo que resta del verano. Así mismo, el ENFEN reitera que las entidades competentes deberán considerar la vulnerabilidad y adoptar las medidas que correspondan.

Callao, 15 de febrero de 2019



IMARPE
INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ



Senamhi
SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA
E HIDROLOGÍA DEL PERÚ



INDECI
INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL

ANA
Autoridad Nacional del Agua

CENEPRED
Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres

COMUNICADO OFICIAL ENFEN N° 04-2019

Estado del sistema de alerta:

Alerta de El Niño

La Comisión Multisectorial ENFEN mantiene activo el estado de Alerta de El Niño, esperando que se mantengan las condiciones cálidas débiles al menos hasta inicios de otoño. Esto debido al arribo de dos ondas Kelvin cálidas entre marzo y abril, así como al debilitamiento de los vientos alisios del sureste a lo largo de la costa, en relación a su climatología.

En lo que resta del verano, en la costa norte y centro del Perú se mantendrían las anomalías positivas de la temperatura del mar y del aire. En este escenario, sumado a las condiciones atmosféricas y la estacionalidad de las lluvias, el ENFEN considera que se presentarán condiciones favorables para una mayor ocurrencia de días lluviosos y muy lluviosos¹ en las cuencas bajas y medias, principalmente, en la costa norte y centro del Perú y particularmente en marzo.

La Comisión Multisectorial encargada del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño (ENFEN) se reunió para analizar la información de las condiciones, oceanográficas, atmosféricas, biológico-pesqueras e hidrológicas de las dos últimas semanas actualizadas al 20 de febrero de 2019, así como las perspectivas.

La temperatura superficial del mar (TSM) en el Pacífico ecuatorial central y oriental se mantiene con anomalías positivas en el orden de +0,5 °C, mientras que en la región occidental fueron alrededor de +0,8°C.

El Índice Costero El Niño (ICEN²) determinado para el mes de diciembre y el ICEN temporal de enero indican condiciones cálidas débiles (Figura1).

En el Pacífico ecuatorial occidental (alrededor de Indonesia y Australia), la influencia de las ondas ecuatoriales atmosféricas e intensificación de los vientos del oeste sobre la circulación atmosférica, continúan reforzando la presencia de flujos ascendentes sobre esta región, así como al incremento de la temperatura superficial del mar. En la última semana se evidencian anomalías de viento del oeste entre 160°E y 170°W (Figura 2), lo que ha generado una nueva Onda Kelvin cálida.

En el Pacífico ecuatorial oriental, el arribo de la onda Kelvin fría continúa generando ligeras anomalías negativas en la capa subsuperficial en el extremo oriental de esta región, inclusive frente a Paita, mientras que la onda Kelvin cálida proyectada, mantiene su propagación hacia el Este y se localiza actualmente en 110°W.

El Anticiclón del Pacífico Sur (APS) continuó ubicándose al sureste de su posición habitual, predominando anomalías negativas de presión frente a la costa peruana. Durante la segunda semana de febrero la intensificación de los vientos

del Golfo de Panamá contribuyó a la proyección de aguas cálidas ecuatoriales hacia el norte de Perú. Asimismo, aunado al debilitamiento de los vientos alisios del sureste a lo largo de la costa, redujeron la intensidad del afloramiento costero y ayudaron al ingreso de humedad del norte en niveles de baja atmósfera.

Por otro lado, se observó la intensificación y proyección anómala de la segunda banda de nubosidad de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT)³ hacia la costa norte, lo cual contribuyó a la sucesión de episodios cortos de días lluviosos y muy lluviosos en Tumbes y Piura a inicios de la segunda semana de febrero. Recientemente en Tumbes, el 19 de febrero, se registró un acumulado diario de hasta 33,9 mm (estación El Tigre), día categorizado como lluvioso.

Las temperaturas extremas del aire (máxima y mínima), presentaron a partir de la segunda semana del mes de febrero, una tendencia ligera a la normalización a lo largo de la costa, principalmente en la costa sur. Cabe mencionar que, en los últimos días, la región central continuó presentando valores de anomalías positivas más altos, tal es el caso de la estación Campo de Marte en Lima (+2,6 °C) y la estación Huarmey en Ancash (+2,1 °C) referidas a la temperatura máxima y mínima, respectivamente.

Durante la primera quincena de febrero, frente a la costa norte y centro de Perú, la TSM mantuvo condiciones cálidas, que presentaron mayor intensidad y cobertura en la zona centro alcanzando una anomalía de hasta +3,0 °C. En la tercera semana de febrero, la TSM presentó un ligero incremento frente a la costa norte y una ligera disminución frente a la costa centro y sur, debido al incremento de los vientos alisios del sureste. Por otro lado, el nivel del mar continuó presentando valores normales.

En los primeros 50 m de profundidad, frente a Paita, dentro de las 10 millas se registraron anomalías negativas hasta -1,0°C debido al impacto de la onda Kelvin fría, mientras que en Chicama y Callao fueron positivas, mayores a +2,0°C. Asimismo, dentro de las 50 millas frente a la costa de Callao e Ilo, se observaron anomalías positivas mayores a +2,0°C, debido a influencia de aguas oceánicas.

La concentración de la clorofila-a (indicador de la producción del fitoplancton) aumentó ligeramente en las zonas centro y sur, con anomalías positivas y valores cercanos a lo normal, respectivamente. Por otro lado, los indicadores reproductivos de la anchoveta del stock norte-centro indican que el recurso continúa con una baja actividad reproductiva. Además, se observó una alta disponibilidad y accesibilidad de jurel, bonito, y perico; así como un incremento de las capturas de especies oceánicas como atunes, melva, barrilete, entre otros.

¹Días lluviosos correspondientes al percentil entre 90 y 95 de la información de lluvia y días muy lluviosos corresponden a percentil entre 95 y 99 de la información de lluvia.

²Índice Costero El Niño (ICEN) fue establecido por la Comisión Multisectorial encargada del Estudio del Fenómeno El Niño (ENFEN).

³Segunda Banda de la ZCIT: Corresponde al segundo ramal de nubosidad de la ZCIT distribuida simétricamente con los valores más altos de la TSM en la región oriental del Pacífico entre febrero y abril; su origen es netamente por calentamiento oceánico asociados a valores absolutos de 27,0 °C



IMARPE
INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ



En la costa norte, las temperaturas ligeramente cálidas del aire continuaron favoreciendo el crecimiento vegetativo del arroz, la cosecha del mango en Lambayeque y Ancash, así como la fructificación del olivo en la costa sur. Sin embargo, la mayor frecuencia de precipitaciones contribuyó a la aparición de enfermedades, especialmente en el cultivo del arroz de la región norte.

PERSPECTIVAS

Los modelos climáticos internacionales, actualizados hasta la fecha, continúan pronosticando para el Pacífico oriental (Niño 1+2) y el Pacífico central (Niño 3.4), en promedio, condiciones cálidas débiles hasta inicios de invierno. Hay que tener en cuenta que los pronósticos de los modelos internacionales para otoño, y más aún para invierno, presentan mayor incertidumbre.

En los próximos dos meses, además del arribo de la onda Kelvin cálida proyectada para marzo, se espera el arribo de una nueva onda Kelvin cálida para el mes de abril. Asimismo, es probable que el APS y los vientos alisios del sureste continúen debilitándose en relación a su climatología. A ello se sumaría la intensificación y proyección anómala de la segunda banda de la ZCIT hacia la costa norte, principalmente durante marzo. Estas condiciones contribuirían a mantener y/o incrementar las anomalías positivas de la temperatura del mar y del aire en la costa norte y centro del Perú.

En cuanto a los recursos hidrobiológicos y de acuerdo a las perspectivas de las condiciones oceanográficas en lo que va de febrero, se espera que continúe la baja actividad reproductiva de verano de la anchoveta del stock norte-centro. Por otro lado, la fauna hidrobiológica que usualmente se acerca a la costa durante estos eventos, especies de alto interés comercial como barrilete, melva, jurel, caballa, perico y otras especies oceánicas, incrementarían la accesibilidad y disponibilidad para la flota pesquera.

Por lo tanto, la Comisión multisectorial ENFEN a través del monitoreo y análisis de la información proporcionada por sus instituciones componentes y la evaluación mediante el juicio experto del grupo científico que la conforma, mantiene activo el Estado de Alerta de El Niño. Asimismo, esta Comisión considera que se mantendrán las condiciones cálidas débiles al menos hasta inicios de otoño.

Frente al escenario descrito en el párrafo anterior, sumado a los procesos propios del verano y a las anomalías atmosféricas de corto plazo, el ENFEN considera que se presentarán condiciones favorables para una mayor ocurrencia de días lluviosos y muy lluviosos¹ en las cuencas bajas y medias, principalmente, en la costa norte y centro del Perú, particularmente en marzo. Así mismo, el ENFEN reitera que las entidades competentes deberán considerar la vulnerabilidad y adoptar las medidas que correspondan para hacer frente a estos escenarios de riesgo.

La Comisión Multisectorial ENFEN continuará monitoreando e informando sobre la evolución de las condiciones actuales

y actualizando las perspectivas cuando sean requeridas. La emisión del próximo comunicado ENFEN será el día 8 de marzo de 2019.

Callao, 22 de febrero de 2019

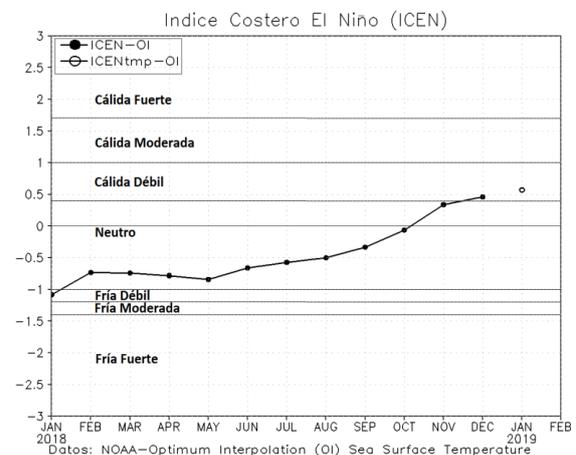


Figura 1. Serie de Índice Costero El Niño (ICEN), enero 2018 a enero 2019. Fuente: Datos: OISST.V2/NCEP/NOAA.

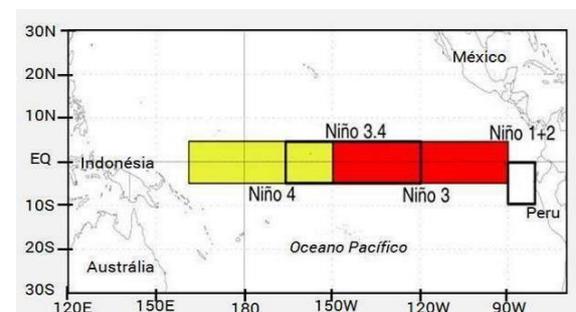


Figura 2. Áreas de monitoreo, Región Niño 3.4 (5°N-5°S / 170°W-120°W) y Región Niño 1+2 (0°-10°S / 90°W-80°W) Fuente: NOAA.



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