PERÚ Ministerio del Ambiente | Instituto Geofísico del Perú - IGP

Programa Presupuestal por Resultados Nº 068 “Reducción de vulnerabilidad y atención de emergencias por desastres”. Producto: “Estudios para la estimación del riesgo de desastres”

“Generación de información y monitoreo del Fenómeno El Niño”

Boletín Técnico

Impactos de El Niño en el ecosistema del manglar de Tumbes - Perú

Extractor de conchas negras en el SNLMT

Contenido

2 - 3 **Introducción**

4 - 7 **Artículo de Divulgación** Científica

8 - 9 **Avances** Científicos

10 - 13 **Resumen** Informe Técnico

14 - 15 **Comunicado** Oficial ENFEN

Programa Presupuestal por Resultados Nº 68 "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".

Elsa Galarza Contreras
Ministra del Ambiente

Hernando Tavera
Presidente Ejecutivo IGP

Edmundo Norabuena
Director Científico IGP

Jhan Carlo Espinoza
Director de Ciencias de la Atmósfera e Hidrósfera

Daniel Flores
Director de Geofísica y Sociedad

Ken Takahashi
Responsable de la elaboración del Boletín El Niño - IGP

Equipo científico: Ken Takahashi, Kobi Mosquera, Jorge Reupo, Berlín Segura

Edición: Katherine Morón
Diseño y Diagramación: Dante Guerra E.

Carátula: Céspedes, 2017

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, Setiembre de 2017

Hecho el Depósito Legal en la
Biblioteca Nacional del Perú Nº 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/*

IGP

El Instituto Geofísico del Perú es una institución pública al servicio del país, adscrito al Ministerio del Ambiente, que genera, utiliza y transfiere conocimientos e información científica y tecnológica en el campo de la geofísica y ciencias afines, forma parte de la comunidad científica internacional y contribuye a la gestión del ambiente geofísico con énfasis en la prevención y mitigación de desastres naturales y de origen antrópico. En el marco 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

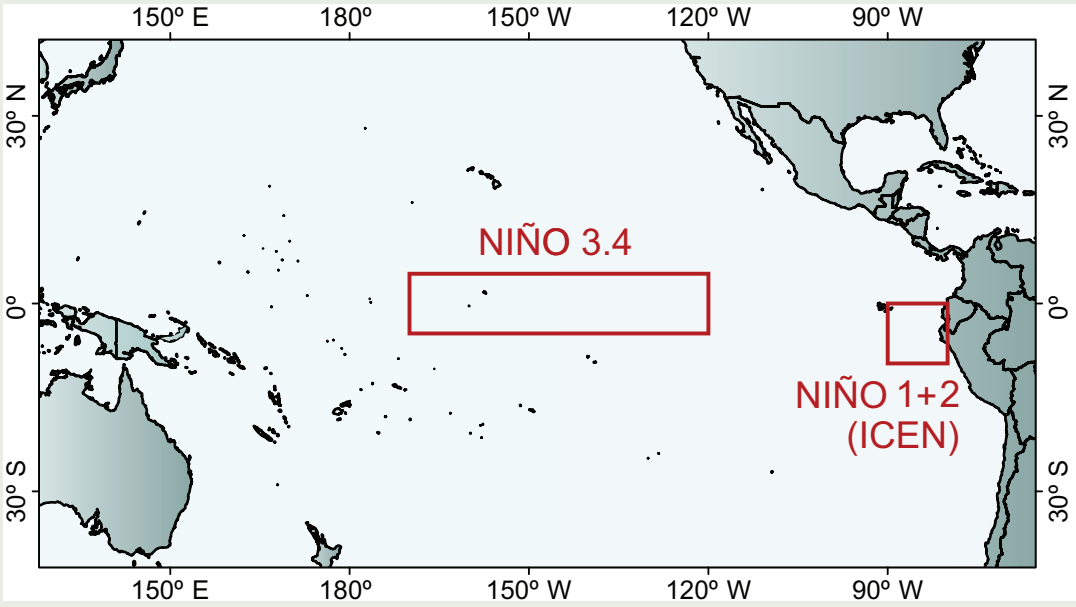
La Comisión Multisectorial encargada del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño (ENFEN), conformada por representantes de IMARPE, DHN, IGP, SENAMHI, ANA, INDECI y CENEPRED, es el ente que genera la información oficial de monitoreo y pronóstico del Fenómeno El Niño y otros asociados.

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 Nº 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 (90º-80ºW, 10ºS-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 (5ºS-5ºN, 170ºW-120ºW) se asocia a impactos remotos en todo el mundo, incluyendo los Andes y Amazonía peruana.

Impactos de El Niño en el ecosistema del manglar de Tumbes - Perú

Eco. Daniel Flores C.
Director de Geofísica y Sociedad
Instituto Geofísico del Perú

Economista de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM), egresado de la maestría en Economía de los Recursos Naturales y del Ambiente en la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM). Actualmente es director de Geofísica y Sociedad del Instituto Geofísico del Perú. Sus trabajos se enfocan en temas relacionados a, dimensión humana identificación de servicios ecosistémicos, análisis socioeconómicos, CVCA, para los ecosistemas de manglar (Tumbes) y bosque seco estacional (Piura). Viene realizando estudios en la cuenca del río Pisco (Ica).

Introducción

El ecosistema manglar es una zona de balanceo de las mareas, particularmente expuesto a condiciones extremas tanto terrestres como marinas, incluyendo lluvias, salinidades elevadas, sequías, desplazamientos de sedimentos e inundaciones, entre otros (Spalding et al., 2011). A nivel mundial, este ecosistema es considerado económica y ecológicamente importante, ya que proporciona gran variedad de recursos y soporta una gran variedad de biodiversidad (crustáceos, moluscos, peces, reptiles, aves, entre otros), debido a la interacción de aguas continentales y marinas (Van Lavieren et al., 2012).

El bosque manglar en el Perú se ubica entre dos de sus regiones, Tumbes y Piura, donde la primera cuenta con la mayor extensión de bosque, teniendo aproximadamente 4541 ha (Inrena, 2007) divididas entre el Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes (SNLMT) y Puerto Pizarro; y la segunda posee un relicto de manglar de aproximadamente 300 ha (Inrena, 2002).

El Perú actualmente cuenta con poca información sistematizada sobre los impactos de la variabilidad climática – específicamente El Niño - sobre este ecosistema en el país. En el marco del proyecto "Impacto de la Variabilidad y Cambio Climático en el Ecosistema de Manglares de Tumbes" (Proyecto Manglares IGP) (Takahashi y Martínez, 2015ab) y el en los reportes técnicos productos del Programa Presupuestal "Gestión sostenible de Recursos Naturales y Diversidad Biológica" (IGP, 2013, 2014, 2015) fueron importantes avances en este tema. El presente artículo sintetiza y complementa los resultados de estos estudios, centrándose en el área natural protegida Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes – SNLMT, y se espera sirva de base para – a futuro - analizar y cuantificar el impacto de El Niño sobre los servicios ecosistémicos que ofrece el manglar.

Actividades socioeconómicas en el manglar de Tumbes

Hocquenghem (1998) refiere que en el Perú, desde el 10 000 al 3 000 a.C., los cazadores y recolectores utilizaron los manglares como fuente de alimento, habiéndose encontrado restos de conchas negras en sitios arqueológicos precerámicos como el de Amotape. Sin embargo, lo agreste de su configuración física y la presencia de agua salobre dificultaron el establecimiento de poblados cerca al ecosistema.

A partir del 3000 a.C. se empieza el proceso de sedentarización, y los pobladores se ubicaron en las alturas de los tablazos y cercanos a agua dulce. Asimismo, tuvieron como principal actividad la pesca, para lo cual fabricaron cordeles de algodón teñidos con pigmentos obtenido del mangle rojo, y aprovecharon el bosque seco para extraer recursos y desarrollar una agricultura incipiente.

Durante la conquista se diezmó a gran parte de la población en el norte del Perú, abandonando zonas de cultivo; y la importancia de los valles de Tumbes decayó en la época de la Colonia, empezándose a desarrollar la ganadería, a través de la introducción de algunas especies nuevas. Sin embargo, la pesca siguió siendo la principal actividad por parte de los pobladores locales, situación que no varió mucho durante la República.

Con el fin de preservar el ecosistema manglar en Tumbes, en 1988 se crea el área natural protegida bajo la categoría de Santuario, con una extensión de 2972 ha. La extracción de recursos hidrobiológicos continuó en la zona, debido a que esta actividad es considerada tradicional y los extractores desarrollaban la extracción de recursos hidrobiológicos desde antes de la creación del santuario. Sin embargo, se promovió que los extractores se organizaran en asociaciones, con la finalidad de tener un mayor control sobre sus actividades extractivas. A diciembre de 2013 existían seis asociaciones de extractores artesanales, integradas por 284 miembros evaluados y registrados. Estas asociaciones se dedican a la extracción de crustaceos, moluscos y peces, actividad realizada casi en su totalidad por hombres, donde los extractores solo pueden realizar una de las actividades mencionadas, siendo excluyentes entre sí. Asimismo, tres de las asociaciones prestan servicios turísticos a los visitantes que lo soliciten (Instituto Nacional de Recursos Naturales, 2007).

Impactos del fenómeno El Niño en los manglares de Perú

El manglar de Tumbes se ubica en una región muy dinámica en la escala interanual, debido a la influencia del fenómeno El Niño, que además del aumento de la temperatura y del nivel del mar costero, puede producir lluvias mayores de lo normal. Por ejemplo durante los eventos El Niño extraordinarios 1982-83 y 1997-98, el río

Impactos de El Niño en el ecosistema del manglar de Tumbes - Perú

Flores,D.

Figura 1: El ecosistema manglar proporciona gran variedad de recursos y soporta una gran variedad de biodiversidad debido a la interacción de aguas continentales y marinas.

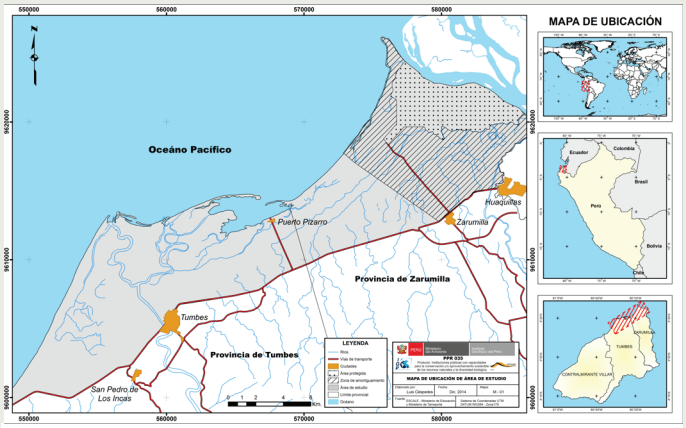
Tumbes presentó un caudal medio anual cerca de 300 y 500% de lo normal, respectivamente (Takahashi y Martínez, 2015a). Estos impactos podrían ser más intensos en el futuro. Estudios basados en modelos climáticos estiman que la frecuencia e intensidad de lluvias extraordinarias asociadas a fenómenos El Niño podrían incrementar en un futuro debido al aumento de las concentraciones de CO2 y al incremento de la temperatura global asociado (Power et al., 2013; Cai et al., 2014), lo cual es consistente con un aumento de las lluvias promedio proyectado para la costa norte del Perú (Ramos, 2014, 2015; Jáuregui y Takahashi 2017).

La distribución de la biodiversidad en los manglares depende de la interacción del ingreso de aguas continentales (río Tumbes y Zarumilla para el caso del manglar de Tumbes), marinas, y de la tolerancia a la salinidad que posee cada especie. Por ejemplo, para el caso de la distribución de los mangles, los menos y más tolerantes a la salinidad e inundaciones, se encuentran cercanas a los bordes de los esteros y zonas marinas, o a las zonas alejadas de estas, respectivamente (Spalding et al., 2011; Instituto Geofísico del Perú, 2013, 2015). El intercambio de aguas continentales, marinas y sedimentos, hace que en las islas y orillas de los esteros donde habita la vegetación, existan diferencias en sus patrones físicos y químicos, donde el nivel del terreno, salinidad, pH, etc., influyen en la distribución de las comunidades vegetales, y estas a su vez en el soporte de recursos hidrobiológico (Parra, 2014; Pérez et al., 2017).

Eventos El Niño extraordinarios tienen impactos físicos muy marcados en el ecosistema. Para el evento de 1982-83, Díaz y Orlieb (1993) identificaron lo siguiente: aumento de la temperatura de las aguas costeras de hasta 10°C sobre el promedio; reducción en la salinidad en las zonas ubicadas en las desembocaduras de los ríos por el ingreso de agua fresca asociado al incremento de los caudales; y aumento de las concentraciones de oxígeno disuelto. Dichos cambios ocasionaron la disminución de especies como la concha negra (*Anadara tuberculosa*) y concha huequera (*Anadara similis*) en el manglar.

Por su parte, Morera (2013) identificó también los siguientes efectos: La presencia de lluvias fuertes como las ocurridas durante los eventos El Niño extraordinarios de 1982-83 y 1997-98 que produjeron cambios significativos en los cauces de los ríos Tumbes y Zarumilla, incrementando la tasa de erosión de los ríos de hasta 20 veces su caudal promedio, donde dichos caudales con sedimentos erosionados de los lechos de los ríos fueron a dar al manglar, colmatando los esteros y reduciendo los niveles de salinidad de los mismos. Esto último ocasionaría un "shock osmótico", provocando un lento desarrollo, y en algunos casos, la muerte de especies mangles, crustáceos y moluscos como la concha negra (Peña, 2012).

Sobre los valores de salinidad, Fajardo (2013) identificó que durante la época de lluvia (enero a mayo) la salinidad baja a más de 10 unidades, en períodos normales (meses posteriores a los de lluvia) la salinidad oscila entre 31 y 36 unidades; por otro lado, dependiendo del ingreso de agua dulce de los ríos Tumbes y Zarumilla, las unidades de salinidad pueden bajar hasta en 30 unidades. Perez et al. (2017) identificó que durante los periodos de lluvia la salinidad oscila de 25 a 28 unidades. Especies de mangle como los *Rhizophora mangle y harrisonni*, logran su máximo desarrollo cuando los esteros tienen unidades de salinidad altas, por tal motivo la exposición de estos a



Mapa 01: Extensión del ecosistema manglar en Tumbes.

periodos largos de baja salinidad pueden interferir en su desarrollo y crecimiento, afectando también a los moluscos y crustáceos que dependen del hábitat que generan dichos mangles (en sus raíces) para su crecimiento (Inrena, 2007; Parra, 2014).

Al respecto, también Ordinola et al. (2007), concluyen en su investigación sobre la población de conchas negras que "*Las amplias fluctuaciones en los parámetros ambientales en los diferentes canales de marea del ecosistema de manglares, son característicos de la temporada lluviosa que abarca desde diciembre a marzo e inclusive se amplía ante el evento cálido El Niño. Es por este motivo que no se registró bivalvos en eL estero Cherrez, debido a las bajas en la salinidad reportada en dicho estero, que actualmente tiene aportes directos de agua del río Tumbes y caso similar en el estero Camarones, posiblemente por los altos niveles de ácidos sulfhídricos generados por el fango reducido que se apreció en el fondo del estero, que restringió el asentamiento de conchas negras*". Además, en los esteros Cherrez y Camarones, existe poca presencia de cobertura vegetal (mangles), debido a la baja salinidad e incremento de sedimentos ocasionados por los eventos El Niño.

Finalmente, utilizando la metodología del CVCA (CARE, 2010), se identificó que los extractores artesanales del SNLMT durante y posterior a los eventos El Niño (particularmente 1987–88 y 1997–98) tuvieron problemas en la extracción de las conchas negras, debido a que la biomasa disminuyó, y se dificultó el ingreso a los esteros a causa de la colmatación de los mismos por el ingreso de sedimentos provenientes de los ríos Tumbes y Zarumilla, los cuales incrementaron sus caudales a causa del fenómeno (Mendoza, A et al., 2015). Asimismo, los extractores señalaron que los recursos hidrobiológicos se profundizaron y las fuertes lluvias pusieron en peligro el ingreso de los pequeños botes o balsas que utilizan para ingresar al manglar y el ciclo de mareas varió, lo que dificultó el periodo de ingreso y salida del manglar (Mendoza, A et al., 2015).

Figura 2: Uno de los principales efectos de los eventos El Niño extraordinarios es la colmatación de los esteros del manglar

Conclusiones

Los principales impactos físicos de eventos El Niño sobre el ecosistema manglar pueden resumirse en: aumento de la temperatura de las aguas costeras, y la ocurrencia de lluvias muy intensas con el consiguiente incremento de los caudales, que a su vez provocan cambios negativos en la salinidad de las aguas, aumento de las concentraciones de oxígeno disuelto e incremento en la tasa de erosión de los ríos (Fajardo, 2013; Morera, 2013; Pérez, 2017). Este último factor además provocaría la colmatación de los esteros.

Estos impactos provocan cambios drásticos en la distribución de las comunidades vegetales, y por ende de los recursos hidrobiológicos. Estos cambios incluirían pérdida de biomasa vegetal (manglares), y disminución y pérdida de recursos hidrobiológicos como la concha negra; afectando finalmente la actividad de extracción artesanal en el ecosistema manglar.

El Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, 2013), estableció que existe una alta probabilidad de que el cambio climático exacerbe las presiones sobre los ecosistemas costeros incluyendo a los manglares, debido a un aumento en la frecuencia y magnitud de los fenómenos meteorológicos extremos. Además, señala que "*existe un nivel de confianza alto en cuanto a que el fenómeno El Niño/Oscilación del Sur (ENOS) seguirá siendo el modo dominante de variabilidad interanual en el Pacífico tropical, con efectos que se sentirán a nivel mundial en el siglo XXI*".

La información recopilada debería ser incluida dentro de los planes de manejo y/o gestión del SNLMT y de los planes de conservación regional y local (Puerto Pizarro), con el fin de contar con planes de contingencia ante la potencial ocurrencia de un evento El Niño extraordinario en el manglar. Esto permitiría tomar acciones durante y post evento, para de esa manera evitar la disminución de los recursos hidrobiológicos que serían altamente vulnerables ante la presencia de un evento El Niño extraordinario.

Referencias

Cai, W., Borlace, S., Lengaigne, M., Van Rensch, P., Collins, M., Vecchi, G., Timmermann, A., Santoso, A., McPhaden, M. J., Wu, L., England, M. H., Wang, G., Guilyardi, E., Jin, F. F. (2014). Increasing frequency of extreme El Niño events due to greenhouse warming. Nature Climate Change, 4(2), 111-116.

CARE-Perú (2010): Climate Vulnerability and Capacity Analysis Handbook. Tomado de © 2009 - CARE International. Usado con permiso.

Diaz A. y L. Orlieb (1993): El Fenómeno "El Niño" y los moluscos de la costa peruana. Bulletin de l´Institut Francais d´Etudes Andines. Tome 22. Nro 1. 159-178pp.

Fajardo, J. (2013) Influencia de la salinidad en el Santuario Nacional los Manglares de Tumbes. Informe técnico Especial: Identificación de servicios ecosistémicos en el Santuario Nacional los Manglares de Tumbes, Informe Técnico Especial. Instituto Geofisico del Perú. 82p.

Hocquenghem, A. M. (1998): Para vencer la muerte: Piura y Tumbes. Raíces en el bosque seco y en la selva alta - horizontes en el Pacífico y en la Amazonía. Segunda edición. Perú: Centro nacional de la investigación científica: Programa internacional de cooperación científica 125 - Institut français d'études andines (IFEA) - Instituto de la naturaleza y el conocimiento ambiental humano (INCAH).

Instituto Geofísico del Perú (2013): Identificación de servicios ecosistémicos en el Santuario Nacional los Manglares de Tumbes, Informe Técnico Especial. 82p.

Instituto Geofísico del Perú (2014): Gestión sostenible de recursos naturales en el ecosistema de manglares de Tumbes: Análisis del territorio y diagnóstico socieconómico. Informe Técnico Especial. Volumen I. 82p.

Instituto Geofísico del Perú (2015): Gestión sostenible de recursos naturales en el ecosistema de manglares de Tumbes: Vulnerabilidad climática de las asociaciones de extractores de concha negra y cangrejo rojo del Santuario Nacional los Manglares de Tumbes y avances y limitaciones de la valoración económica del ecosistema manglar. Informe técnico especial. Volumen II. 82 p.

Instituto Nacional de Recursos Naturales (2002): Manglares del Perú Revisión Histórica 1942 - 2002. Perú.

Instituto Nacional de Recursos Naturales (2007): Plan Maestro del Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes 2007-2011.

Intergovernmental Panel on Climate Change (2014). Climate change 2013: the physical science basis: Working Group I contribution to the Fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Stocker, T. (Ed.). Cambridge University Press.

Intergovernmental Panel on Climate Change (2007): Climate Change 2007: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Vol 4. M. Parry (Ed.). Cambridge University Press.

Jauregui, Y.R. y Takahashi, K., 2017: Simple physical-empirical model of the precipitation distribution based on a tropical sea surface temperature threshold and the effects of climate change. Climate Dynamics. doi:10.1007/s00382-017-3745-3

Kathiresan, K., y Bingham, B. (2001): Biology of Mangroves and Mangrove Ecosystems. Advances in marine biology.

Mendoza, A., Flores, D. Y Martínez, A. (2015)Análisis de capacidad de vulnerabilidad climática. Informe Técnico Especial: Gestión sostenible de recursos naturales en el ecosistema de manglares de Tumbes: Vulnerabilidad climática de las asociaciones de extractores de concha negra y cangrejo rojo del Santuario Nacional los Manglares de Tumbes y avances y limitaciones de la valoración económica del ecosistema manglar. Informe técnico especial. Volumen II. Instituto Geofisico del Perú. 82 p.

Morera, S. (2013) Tasas de erosión actual y eventos El Niño en la cuenca del Río Puyango–Tumbes y Zarumilla. Informe técnico Especial: Identificación de servicios ecosistémicos en el Santuario Nacional los Manglares de Tumbes, Informe Técnico Especial. Instituto Geofisico del Perú. 82p.

Ordinola, E., Montero, P., Alemán, S. y Llanos, J. (2007): Prospección del recurso Concha Negra (Anadara Tuberculosa) en los manglares de Tumbes. Tumbes - Perú.

Parra Paitán, C. (2014): Efecto de la altitud del terreno sobre la estructura y distribución espacial de las comunidades vegetales del Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes. Tesis Biólogo. Lima – Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina. 127p.

Peña, M. (2012): El Agua y Tensores Del Manglar de Tumbes. [online] Disponible en: <http://www.scribd.com/doc/97264697/El-Agua-y-Tensores-Del-Manglar-de-Tumbes> [Accesado el 20 de enero de 2014].

Peña, G. M., Vásquez, P. G. (1985): Un relicto de manglar en San Pedro (Piura): Estudio Preliminar. Lima: UNALM.

Pérez, A., Gutiérrez, D., Saldarriaga, M. Y Sanders, C., 2017: Hydrological controls on the biogeochemical dynamics in a Peruvian mangrove forest. Hydrobiologia. doi:10.1007/s10750-017-3118-2.

Power, S., Delage, F., Chung, C., Kociuba, G. Y Keay, K. (2013): Robust twenty-frist-century projections of El Niño and related precipitation variability. NATURE.

Ramos, Y. (2015) El cambio climático y la lluvia en la costa norte. Boletín técnico "Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del fenómeno El Niño". Vol. 2, Nro. 8, Instituto Geofísico del Perú.

Spalding, M., Kainuma, M. Y Collins, L. (2011): Atlas mundial de los manglares. Malasia.

Takahashi, K. (2014): El Niño y el Cambio Climático. Boletín técnico "Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del fenómeno El Niño". Vol. 1, Nro. 5, Instituto Geofisico del Perú.

Takahashi, K., Martínez, A. (2015a): Informe técnico final: Impacto de la variabilidad y cambio climático en el ecosistema manglares Tumbes, [Online] Disponible en: <http://met.igp.gob.pe/proyectos/manglares/InformeFinalManglaresIGP.pdf> [Accesado el 12 de febrero de 2017].

Takahashi, K. y Martinez A. (2015b): El Niño, cambio climático, y el ecosistema de manglares de Tumbes. Boletín técnico "Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del fenómeno El Niño". Vol. 2, Nro. 7, Instituto Geofísico del Perú.

Van Lavieren, H., Spalding, M., Alongi, D., Kainuma, M., Clusener-Godt, M. y Adeel, Z. (2012): Policy Brief: Securing the future of mangroves [Online] Disponible en: < http://collections.unu.edu/eserv/UNU:2667/Securingfuturemangroves.pdf> [Accesado el 12 de junio de 2014].

Monitoreo de las corrientes zonales en el Pacífico Ecuatorial

Andreé Galdos y Kobi Mosquera
Instituto Geofísico del Perú

Como es sabido, en el océano Pacífico tropical, los vientos alisios contribuyen a mantener una distribución de la temperatura superficial del mar (TSM) con aguas cálidas en la zona occidental y frías en la oriental. Sin embargo, en periodos de intensificación o debilitamiento anómalo de los vientos alisios, se generan ondas Kelvin ecuatoriales que se desplazan hacia el este con una velocidad aproximada de 3 m/s (Mosquera et al., 2014a). En el caso de ondas Kelvin cálidas, estas podrían producir el aumento en la TSM en la costa y enfriamiento para ondas frías (ej.: Takahashi y Mosquera, 2015). Si bien en la actualidad se monitoriza la onda Kelvin por medio de la anomalía del nivel del mar (Mosquera et al., 2014b), y de la profundidad de la termoclina de 20°C (Aparco et al., 2014), las anomalías de corrientes zonales (oeste-este) también se pueden usar para este propósito. Más aún, tanto las ondas Kelvin cálidas como las Rossby cálidas tienen una señal positiva en nivel del mar y la profundidad de 20°C en la línea ecuatorial y se pueden confundir, pero las anomalías de las corrientes zonales correspondientes son opuestas, ayudando a diferenciar la señal de estos dos tipos de onda. Además, las corrientes zonales pueden contribuir al desplazamiento de las aguas cálidas superficiales, particularmente en regiones de gradientes térmicos zonales fuertes como en el borde de la piscina cálida del Pacífico central, así como en el Pacífico oriental (Mosquera et al., 2013), particularmente en una capa más profunda durante eventos El Niño extraordinarios (ej. Takahashi y Dewitte, 2016).

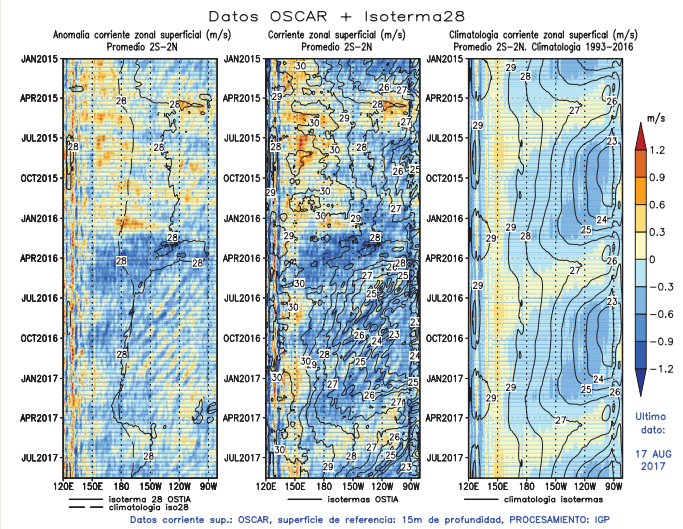


Figura 1: Diagrama longitud-tiempo de las corrientes zonales en el Pacífico Ecuatorial (promedio 2°S-2°N) desde 01 enero 2015 al 17 de agosto del 2017. Izquierda: Anomalía de la corriente zonal (colores) + isoterma 28°C (línea negra continua) + climatología isoterma 28 (línea negra discontinua). Centro: Corriente zonal absoluta (colores) + isotermas absolutas (líneas negras continuas). Derecha: Climatología de la corriente zonal (1993-2016) (colores) + climatología de las isotermas (líneas negras continuas).

Por otro lado, la corriente ecuatorial subsuperficial *(Equatorial Undercurrent en inglés o EUC)*, también conocida como corriente de Cromwell (Philander, 1973), contribuye con un 30% a la corriente subsuperficial de Perú-Chile (Montes et al., 2010) que fluye de norte a sur a lo largo de la costa americana y es fuente directa de las aguas que afloran frente a la costa peruana. El debilitamiento de los vientos alisios tiende a causar la desaparición de la EUC (Firing et al., 1983) a través del cambio de presiones en el océano y es importante monitorizar dicha variabilidad.

Por lo anterior, para apoyar el análisis y pronóstico de las condiciones oceánicas, con énfasis en el fenómeno El Niño, el IGP ha empezado a generar productos de diagnóstico de las corrientes oceánicas zonales en el Pacífico Ecuatorial. Para elaborar estos productos se post-procesa información *in situ*, satelital y de reanálisis oceánico (combinando datos observacionales con modelos), que provienen de bases de datos científicas e internacionales localizadas en la web.

El primer producto utiliza la información del proyecto OSCAR *(Ocean Surface Current Analyses Real-time)*, el cual está basado en la estimación de las corrientes oceánicas superficiales a través de información satelital como: altura del nivel del mar, vector de viento superficial y temperatura superficial del mar (+ datos medidos *in situ*).

En este cálculo se asume una ecuación de movimiento de flujo estacionario cuasi-lineal, en la cual se combinan tres tipos de corrientes: 1) geostrófica, 2) de Ekman y 3) de viento térmico (ver Bonjean & Lagerloef, 2002).

El producto OSCAR tiene una grilla global de 1/3° y una resolución temporal de 5 días. Los datos están desde 1993 hasta la actualidad a través de NASA PO.DAAC *(Physical Oceanography distributed Active Archive Center,* ftp://podaac-ftp.jpl.nasa.gov/allData/oscar/). El producto post-procesado se muestra en la Figura 1, que es un gráfico longitud vs. tiempo en el Pacífico ecuatorial con información de la anomalía (izquierda), total (centro) y climatología (derecha) de las corrientes zonales. A esta figura se le ha superpuesto, con una línea continua (cortada) de color negro, la posición de la isoterma observada (climatológica) de 28ºC, la cual representa el borde de la Piscina Caliente del Pacífico occidental. En este ejemplo, la presencia de cinco ondas Kelvin cálidas estuvieron relacionadas con el desplazamiento de la isoterma de 28°C que alcanzó, durante el año 2015, la posición de 120°W. Se nota que en ese periodo el impacto de las ondas Kelvin, debido a su debilitamiento en su trayectoria, no fue tan contundente en el extremo oriental (Mosquera y Dewitte, 2016).

Monitoreo de las corrientes zonales en el Pacífico Ecuatorial

Andreé Galdos y Kobi Mosquera
Instituto Geofísico del Perú

El arreglo de boyas TAO-TRITON implementada en los años 1980 y 1990 en el Pacífico ecuatorial por la NOAA de los EE.UU. y la agencia japonesa JAMSTEC (McPhaden et al., 1998) tiene como uno de sus objetivos el de monitorizar las variables oceanográficas y meteorológicas en tiempo real, incluyendo corrientes zonales en algunas de las boyas en la línea ecuatorial. Según la información del proyecto TAO, la medición de corrientes se hace de dos maneras: 1) en profundidades fijas con correntímetros inicialmente mecánicos y luego sónicos, y 2) obteniendo perfiles con un ADCP *(Acoustic-Doppler Current Meter)*. Como no es posible obtener la información de los ADCPs en tiempo real, se decidió utilizar la información de correntímetros en puntos verticales fijos. Esta información se descarga diariamente de cuatro puntos ubicados a lo largo de la línea ecuatorial (165°E, 170°W, 140°W y 110°W) de: ftp://ftp.pmel.noaa.gov/. La resolución temporal es diaria y cada archivo contiene como máximo 31 datos por cada profundidad, es decir, un mes de datos y los disponibles para cada profundidad son promediados para producir un perfil mensual (puntos morados en la Figura 2, indicando el número de datos diarios considerados). Además, se añaden los perfiles climatológicos (1981 - 2010) de corrientes del *reanalysis* GODAS (Global Ocean Data Assimilation System; Behringer y Xue, 2004) promediados en el mismo periodo que los datos TAO (puntos celestes en la Figura 2). En el ejemplo, para el mes de julio del 2017, se aprecia la coincidencia de las corrientes TAO con la climatología GODAS en las longitudes 140°W y 110°W, lo cual indica condiciones normales en la EUC en este periodo (Figura 2).

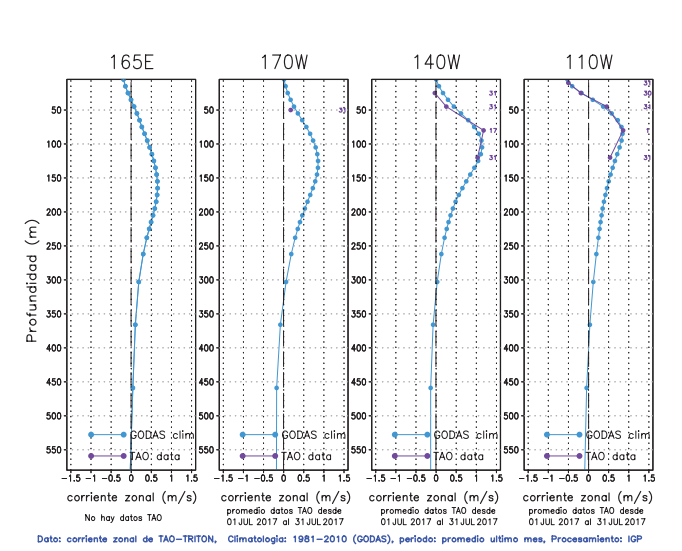


Figura 2: Perfil vertical de las corrientes zonales en m/s ubicados según la distribución de las boyas TAO-TRITON en el Pacífico Ecuatorial. Datos TAO-TRITON (puntos morados), climatología GODAS (puntos celestes). Los números corresponden a la cantidad de datos promediados por cada nivel.

Referencias

Aparco ,J., K. Mosquera, 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.

Behringer, D. W., and Y. Xue, 2004: Evaluation of the global ocean data assimilation system at NCEP: 7he Pacific 2cean, Eighth Symposium on Integrated Observing and Assimilation Systems for Atmosphere, Oceans, and Land Surface, AMS 84th Annual Meeting, Washington State Convention and Trade Center, Seattle, Washington, 11-15

Bonjean, F. and Lagerloef, G., 2002: Diagnostic Model and Analysis of the Surface Currents in the tropical Pacific Ocean, Journal Physical Oceanography, vol 32, 2938-2954.

Firing, E., Lukas, R., Sadler, J., Wyrtki, K. 1983: Equatorial Undercurrent Disappears During 1982-1983 El Niño, Science, Vol. 222, Issue 4628, pp. 1121-1123, DOI:10.1126/science.222.4628.1121

Philander, S. G. 1973: Equatorial undercurrent: Measurement and theories, Review of Geophysics and Space Physics, 11(3), 513-5701.

McPhaden, M., 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, K. Takeuchi, 1998: The Tropical Ocean-Global Atmosphere observing system: A decade of progress, Journal of Geophysical Research, doi:10.1029/97JC02906.

Montes, I., Colas, F., Capet, X. and Schneider, W., 2010: On the pathways of the equatorial subsurface currents in the eastern equatorial Pacific and their contributions to the PeruChile Undercurrent, Journal of Geophysical Research: Oceans, 115(C9).

Mosquera, K. y Dewitte, B. (2016), ¿Por qué las ondas Kelvin oceánicas no impactaron tanto la TSM en la costa de Perú durante el evento El Niño 2015/2016?, Boletín Técnico "Generación de información y monitoreo del Fenómeno el niño", 3, 3, 4-8, Instituto Geofísico del Perú.

Mosquera, K., Dewitte, B. and Illig, S., 2014a: The Central Pacific El Niño intraseasonal Kelvin wave, J. Geophys. Res. Oceans, 119, 6605–6621, doi:10.1002/2014JC010044.

Mosquera, K., Dewitte, B. Illig, S., Takahashi K., and Garric G., 2013: The 2002/2003 El Niño: waves sequence and their impact on sea surface temperature, J. Geophys. Res. Oceans, 118, 346-357, doi:10.1029/2012JC008551.

Mosquera, K., D. Pareja y K. Takahashi, 2014b: Altimetría Satelital para el monitoreo de la onda Kelvin ecuatorial en el Océano Pacífico, Boletín Técnico "Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño", Vol.1, Nº 4, Abril, Instituto Geofísico del Perú.

Takahashi, K., y Dewitte, B., 2016: Strong and moderate nonlinear El Niño regimes. Climate Dynamics, 46, 1627–1645 doi: 10.1007/s00382-015-2665-3.

Takahashi, K., y Mosquera, K., 2015: El Niño 2014, el Comité ENFEN y los medios, Boletín Técnico "Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño", Vol. 2, N°2, Febrero, 9-10, Instituto Geofisico del Perú.

Resumen del Informe Técnico
PPR/El Niño - IGP/ 2017-7

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 junio de 2017, el Índice Costero El Niño (ICEN) basado en ERSST indicó una condición climática Neutra (-0.11ºC) al igual que el ICENOI (+0.04°C), estimado con datos de OISSTv2. Los valores temporales del ICEN (ICENtmp) y el ICENOI (ICENOItmp) coinciden en mostrar condiciones Neutras para los meses de julio y agosto. Según el ICEN y el ICENOI, el evento El Niño costero habrían terminado en los meses de abril y mayo, respectivamente.

Para el Pacífico central, el valor del Índice Oceánico Niño (ONI) de la NOAA en junio, así como los estimados para julio y agosto, continuaron indicando condiciones neutras.

Según los modelos numéricos de NMME, inicializados en el mes de agosto, para el mes de setiembre cinco de los siete modelos, predicen condiciones Neutras en el Pacífico oriental, mientras que los otros dos modelos indican condiciones Cálidas Débiles. Para los meses desde octubre hasta febrero 2018, los siete modelos indican condiciones Neutras.

Para el Pacífico central, los siete modelos de NMME indican condiciones Neutras hasta finales de año, para los meses de enero y febrero de 2018, 6 de 7 modelos indican condiciones neutras y un modelo indica condición fría débil. Estos pronósticos son, en promedio, menos cálidos que los del mes anterior. Se consideran 4 modelos con condiciones iniciales de julio donde también indican, en promedio, condiciones neutras hasta finales de año.

Los resultados de los modelos lineales, así como las proyecciones teóricas de la evolución de la onda Kelvin, indican que el núcleo de la onda Kelvin fría, actualmente observada, llegaría al extremo oriental a fines de agosto e inicio de setiembre.

Índice Costero El Niño

Utilizando los datos de Temperatura Superficial del Mar (TSM) promediados sobre la región Niño1+2; actualizados hasta el mes de julio de 2017 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 junio de 2017. Los valores se muestran en la Tabla 1.

Año	Mes	ICEN (ºC)	Condiciones
2017	Marzo	1.11	Cálida Moderada
2017	Abril	0.91	Cálida Débil
2017	Mayo	0.39	Neutra
2017	Junio	-0.11	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 julio y agosto de 2017 las condiciones serían Neutras. El ICENtmp de julio será confirmado cuando se disponga del valor de ERSST para el mes de agosto de 2017.

Los valores del ICENOItmp estimados para julio y agosto de 2017 corresponden a condiciones Neutras. El ICENOItmp de julio será confirmado cuando se disponga del valor de OISST.v2 para el mes de agosto de 2017.

Según el ICEN, el evento El Niño costero habría culminado en el mes de abril, mientras que según el ICENOI sería el mes de mayo.

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 junio de 2017, es de + 0.27°C, correspondiente a condiciones Neutras.

Los valores estimados (ONItmp), combinando observaciones y pronósticos, indican condiciones Neutras para los meses de julio y agosto 2017.

Diagnóstico del Pacífico Ecuatorial

En el Pacifico central las anomalías de la TSM diaria (IR, MW, OSTIA) continuaron en el rango neutral, manteniéndose cerca al valor de +0.2ºC. Según los datos satelitales, en la región Niño 1+2, la anomalía de la TSM se presentó negativa en promedio, mostrando anomalías máximas cercanas a +0.3°C, +0.1ºC y +0.2ºC según los productos de MW, OSTIA, e IR, respectivamente.

El esfuerzo de viento zonal mensual en el Pacífico central (160ºE-160ºW; 5ºS-5ºN) continuó con anomalía del este en julio, siendo de mayor magnitud que el mes anterior. En la segunda y tercera semana del mes de julio, en el Pacífico ecuatorial (entre 180º y 160ºW) se presentaron ligeras anomalías de vientos del este. La actividad convectiva en el Pacifico ecuatorial se extendió de la zona occidental hacia el central (alrededor de 180º), reemplazando las anomalías secas en está región. El contenido de calor oceánico ecuatorial, así como la inclinación de la termoclina continuaron presentándose alrededor de lo normal.

Las corrientes zonales calculadas por GODAS en el Pacífico Ecuatorial, durante el mes de julio, mostraron anomalías negativas (corrientes hacia el oeste) en la parte superior del océano (<80m en tres zonas: 1) 140º y 160ºE, 2) 170º Y º140 W y 3) al este de 110ºW. Esto podría deberse a la presencia de una onda Kelvin fría durante este mes, según los datos de ARGO+TAO, corrientes zonales de OSCAR y modelos lineales. La señal de la onda Kelvin en el producto de DUACS (nivel del mar) es débil. Está onda se habría formado como consecuencia de pulsos de viento del este a mediados del mes de julio y uno incipiente a inicios de agosto.

Pronóstico a corto plazo con modelo de ondas y observaciones

Para las próximas semanas, el modelo GFS predice ligeras anomalías de viento del este en el Pacífico ecuatorial , mientras que el modelo CFS predice anomalías de viento del este en el Pacifico ecuatorial.

Los resultados de los modelos lineales, así como las proyecciones teóricas de la evolución de la onda Kelvin, indican que el núcleo de la onda Kelvin fría, actualmente observada en la profundidad de la termoclina y, en menor magnitud, en el nivel del mar, llegaría al extremo oriental a fines de agosto e inicios de setiembre (ver Figura 1). Asimismo, de cumplirse el pronóstico del GFS, relacionado a pulsos de viento del este en el Pacífico Central durante el mes de agosto, se tendría, entonces, la presencia de más ondas Kelvin frías, las que arribarían a partir del mes de setiembre. En lo que respecta a las ondas Kelvin producidas por reflexión de las ondas Rossby en el extremo occidental, según los datos de altimetría satelital, no se observa la presencia de ondas Kelvin cálidas/frías de magnitud relevante que puedan alcanzar la costa americana.

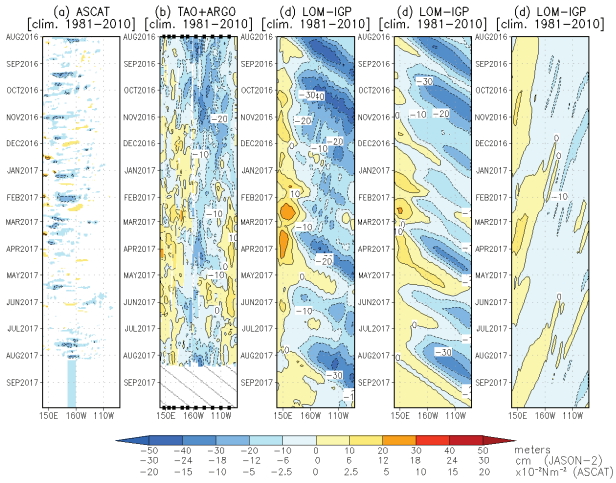


Figura 1.- Diagrama longitud-tiempo de las anomalías de esfuerzo de viento zonal ecuatorial basado en datos del escaterómetro ASCAT (a), anomalía de la profundidad de la isoterma de 20°C datos de TAO y los derivados de ARGO (b) , diagrama de la onda Kelvin y Rossby (c), diagrama de la onda Kelvin (d)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

Pronóstico estacional con modelos climáticos

Para el Pacifico Oriental (región Niño 1+2), los pronósticos de los modelos climáticos de NMME (CFSv2, NASA_GEOS5, FLOR, CM2.1, NCAR_CCM4, CMC1 y CMC2) con condiciones iniciales de agosto, indican en promedio condiciones neutras hasta el mes de febrero 2018. Para el mes de setiembre, 5 de 7 modelos indican condiciones neutras, 2 modelos (CMC1 y CMC2) pronostican condiciones cálidas débiles; para los meses desde octubre hasta febrero de 2018, los 7 modelos indican condiciones neutras. (Fig. 2). En contraste con los pronósticos del mes anterior, estos son menores y en algunos meses indican anomalías negativas.

Para el Pacifico central (Niño 3.4), según los modelos de NMME inicializados en agosto, los 7 modelos indican condiciones neutras hasta finales de año, en algunos meses los pronósticos indican condiciones negativas, para los meses de enero y febrero de 2018, 6 de 7 modelos indican condiciones neutras y el modelo NCAR_CCM4 indica condición fría débil. Considerando 4 modelos (JMA, UKMO, ECMWF y POAMA), inicializados en julio, indica condiciones neutras hasta finales de año.

En general, los pronósticos de los modelos han reducido sustancialmente la probabilidad de condiciones cálidas tanto costeras como en el Pacífico central ecuatorial. El patrón espacial de TSM y de precipitación pronosticado

[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).*

se asemeja al de La Niña, incluyendo mayor lluvia en los Andes y Amazonía . Estos son bastante similares a los pronósticos inicializados en agosto de 2016 aunque con un menor enfriamiento en el Pacífico central y menor calentamiento en el Pacífico sudeste (frente a norte de Chile). entre neutras y Se recuerda que ninguno de los pronósticos realizados hace un año previeron la posibilidad de El Niño costero 2017, por lo que podrían estar subestimando esta probabilidad nuevamente. Lo anterior indica que no se puede descartar que se pueda repetir un evento como El Niño 2017 aunque probablemente sería más débil.

Pronóstico decadal

Los modelos continúan pronosticando anomalías de TSM positivas en el Pacífico noreste (presentes desde el 2014), consistente con los pronósticos de Thoma et al.(2015) y Meehl et al . (2016). El calentamiento en el Pacífico sudeste subtropical observado desde el año 2015 hasta la fecha continúa en los pronósticos de los modelos NMME, aunque más débiles.

El esfuerzo de viento zonal en el Pacífico central muestra anomalías negativas, por lo cual no puede estar forzado por el PDO actualmente. Estas persistentes anomalías (desde mediados de 2016) no parecen responder a la dinámica de ENOS y podrían reflejar algún otro forzante externo.

Conclusiones

1. El ICEN para junio de 2017 fue de -0.11 (Neutra) y el ICENtmp para julio y agosto de 2017 es -0.16 y -0.14 (Neutro). Usando OI mensual para el cálculo (ICENOI), los valores correspondientes son 0.04 (Neutra) , y los temporales -0.14 y -0.09 (Neutro).

2. En el Pacífico central, el ONI de marzo (MJJ) y el estimado para junio correspondieron a condiciones Neutras. La ATSM en la región Niño 3.4, durante este febrero, ha fluctuado alrededor de los +0.2°C.

3. Según TAO y NCEP/NCAR reanalysis, el viento zonal ecuatorial presentó anomalías predominantemente del este.

4. La mayor actividad convectiva en el Pacífico ecuatorial en julio se extendió de la zona occidental hacia el central (alrededor de 180°), reemplazando las anomalías secas en esta región.

5. El contenido de calor oceánico y la inclinación de la termoclina ecuatorial se presentaron con valores alrededor de su normal.

6. Las corrientes zonales calculadas por GODAS en el Pacífico Ecuatorial, durante el mes de julio, mostraron anomalías negativas (corrientes hacia el oeste) en la parte superior del océano (<80m) en tres zonas: 1) 140º y 160ºE, 2) 170º y 140ºW; y 3) al este de 110ºW.

7. Para las próximas semanas, el modelo CFS predice anomalías de viento del oeste en el Pacífico oriental-central, mientras que el GFS predice predominancia de ligeras anomalías de viento del este en el Pacífico ecuatorial.

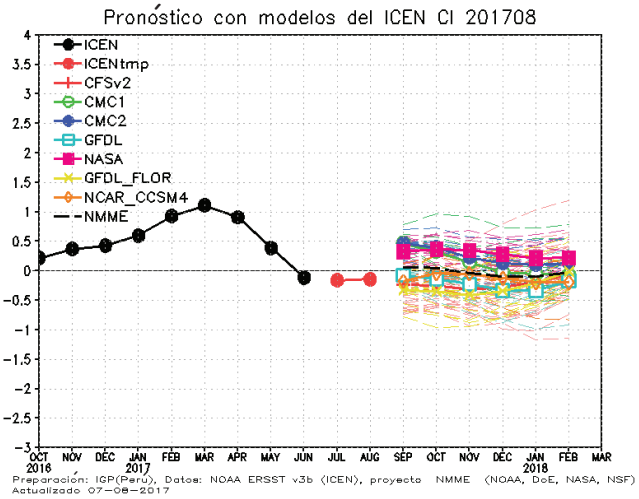


Figura 2 . Índice Costero El Niño (ICEN, negro con círculos llenos) y su valor temporal (ICENtmp, rojo con círculo lleno). Además, pronósticos numéricos del ICEN (media móvil de 3 meses de las anomalías pronosticadas de TSM en Niño 1+2) por diferentes modelos climáticos. Los pronósticos de los modelos CFSv2, CMC1, CMC2, GFDL, NASA, GFDL_FLOR y NCAR_CCSM4 tienen como condición inicial el mes de agosto de 2017. (Fuente: IGP, NOAA, proyecto NMME).

8. Los resultados de los modelos lineales, así como las proyecciones teóricas de la evolución de la onda Kelvin, indican que el núcleo de la onda Kelvin fría, actualmente observada, llegaría al extremo oriental a fines de agosto e inicios de setiembre.

9. De cumplirse el pronóstico del GFS, relacionado a pulsos de viento del este en el Pacífico Central durante el mes de agosto, se tendría, entonces, la presencia de ondas Kelvin frías que arribarían a partir del mes de setiembre.

10. Según los datos de altimetría satelital, no se observa la presencia de ondas Kelvin cálidas/frías de magnitud relevante, producidas por una aparente reflexión de ondas Rossby cálidas/frías en el extremo occidental, que puedan alcanzar la costa americana.

11. En general, los pronósticos de los modelos han reducido sustancialmente la probabilidad de condiciones cálidas tanto costeras como en el Pacífico central ecuatorial. El patrón espacial de TSM y de precipitación pronosticado se asemeja al de La Niña, bastante similar a los pronósticos inicializados en agosto de 2016 aunque no tan marcado, particularmente con un menor calentamiento en el Pacífico sudeste (frente a norte de Chile). Esto indica que no se puede descartar que se pueda repetir un evento similar aunque probablemente más débil que El Niño costero de 2017.

12. Para el Pacífico Oriental (región Niño 1+2), Para los meses de setiembre 5 de 7 modelos de NMME indica condiciones Neutras, dos modelos pronostican condiciones cálidas débiles; para los meses desde octubre hasta febrero, los 7 modelos indica condiciones Neutras, en contraste con los pronósticos del mes anterior, estos índices son menores y en algunos meses los modelos indican anomalías negativas. En promedio los pronósticos son neutros hasta febrero de 2018.

13. Para el Pacífico central (Región Niño 3.4), los 7 modelos indican condiciones Neutras hasta finales de año, en algunos meses los pronósticos indican condiciones negativas.

14. Los modelos continúan pronosticando anomalías de TSM positivas en el Pacífico noreste (presentes desde el 2014), consistente con los pronósticos de Thoma et al. (2015) y Meehl et al. (2016). El calentamiento en el Pacífico sudeste subtropical observado desde el año 2015 hasta la fecha continúa en los pronósticos de los modelos NMME, aunque más débiles.

15. El esfuerzo de viento zonal en el Pacífico central muestra anomalías negativas, por lo cual no puede estar forzado por el PDO actualmente. Estas persistentes anomalías (desde mediados de 2016) no parecen responder a la dinámica de ENOS y podrían reflejar algún otro forzante externo.

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.

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 Peru. Nota Técnica ENFEN.

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

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

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.

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° 12- 2017

Estado del sistema de alerta: No Activo [1]

La Comisión Multisectorial ENFEN mantiene el estado de sistema de alerta "No Activo" debido a que en la actualidad la temperatura superficial del mar en la región Niño 1+2, así como a lo largo de la costa del Perú presentan en promedio condiciones normales.

Asimismo, en base al análisis de los pronósticos internacionales y de las observaciones, el ENFEN considera la persistencia de las condiciones neutras en el Pacífico Central y en el Pacífico Oriental hasta fin de año. Para el verano del 2018, en la zona norte del mar peruano el escenario más probable es de condiciones neutras.

La Comisión encargada del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño (ENFEN) se reunió para analizar y actualizar la información de las condiciones meteorológicas, oceanográficas, biológico-pesqueras e hidrológicas correspondiente al mes de julio de 2017.

En la región del Pacífico Central (región Niño 3.4), la anomalía mensual de la temperatura superficial del mar (TSM) disminuyó a +0,4°C. Durante la primera quincena del mes de julio se observó en el Pacífico Central un pulso de vientos del este, el cual, según información de los datos observados y modelos numéricos, formó una onda Kelvin fría.

En la región Niño 1+2, que abarca la zona norte del mar peruano, presentó un valor promedio de TSM de 21,5°C como se muestra en la Figura 1. Las anomalías diarias de la TSM continuaron disminuyendo con respecto al mes anterior, presentando temperaturas cercanas a su climatología (Ver Figura2).

El Anticiclón del Pacífico Sur (APS) continuó fortalecido durante el mes con una anomalía media de +6 hPa en su núcleo. A diferencia del mes anterior, el APS presentó una configuración zonal desplazada hacia el oeste de su posición habitual. Durante la primera quincena, la proyección sureste del APS contribuyó al incremento de vientos costeros de moderada intensidad a lo largo de la franja costera centro y sur; principalmente. Situación que continúa favoreciendo las condiciones neutras en el mar peruano.

El valor del Índice Costero El Niño (ICEN) para el mes de junio fue de +0,04°C (fuente NCEP OI SST v2) que correspondió a condiciones neutras, confirmando la finalización en mayo del evento El Niño Costero 2017. Los valores estimados (ICENtmp) para julio y agosto corresponden a condiciones neutras.

En las estaciones fijas costeras, se registró un ascenso de las isotermas a partir de la tercera semana de julio entre Paita y Callao, disminuyendo la anomalía de la temperatura en los primeros 100 m de la columna de agua a condiciones neutras en Paita. En las secciones oceanográficas se detectaron anomalias positivas de la temperatura de hasta +1,0°C entre los 50 m y 200 m frente a Paita y a Chicama. Asimismo se observó cerca de la costa la influencia de aguas subtropicales superficiales de alta salinidad y de aguas del afloramiento costero entre Paita y Callao. Al sur predominaron las aguas del afloramiento costero.

En promedio la TSM, en la costa norte y sur presentó valores cercanos a lo normal; mientras que en la costa centro se registró una anomalía de + 0,8°C. Por otro lado, a lo largo de la costa peruana el nivel medio del mar (NMM) mostró valores cercanos a sus niveles promedios. Sin embargo, durante la tercera semana de julio se observó un incremento de 8 cm, coincidente con el ascenso de las isotermas.

Las anomalías de las temperaturas extremas del aire a lo largo de la costa peruana se han normalizado con respecto al mes anterior. (Ver cuadro 1).

Los caudales de los ríos de la costa del país presentaron una tendencia estable durante el mes, alcanzando valores normales propios de la temporada seca. Las reservas hídricas en la costa norte y sur, presentaron en promedio un 92% y 76% respectivamente, respecto a su capacidad hidráulica, a excepción del embalse Pasto Grande (Moquegua) que se encuentra al 44% de su capacidad.

La clorofila-a, indicador de la producción del fitoplancton mostró en julio condiciones promedio normales de acuerdo a su estacionalidad.

En la región norte-centro, la anchoveta mantuvo su distribución dentro de las 50 mn de costa, presentando un ligero incremento en los valores de los indicadores reproductivos.

---

[1] *Definición de estado de Sistema de alerta **"No activo": En condiciones neutras o cuando la Comisión ENFEN espera que El Niño o La Niña costeros están próximos a finalizar.** (Nota Técnica ENFEN 01-2015). Se denomina **"Evento El Niño en la región costera de Perú" o "El Niño costero"** al período en el cual el Índice Costero El Niño (ICEN), que es la media corrida de tres meses de las anomalías mensuales de la temperatura superficial del mar (TSM) en la región Niño 1+2, indique "condiciones cálidas" (>+0,4°C) durante al menos tres (3) meses consecutivos (Nota Técnica ENFEN 01-2012).*

PERSPECTIVAS

En lo que resta del invierno, frente a la costa se espera que los valores absolutos de la TSM y NMM continúen disminuyendo conforme a su estacionalidad. De arribar la onda Kelvin fría formada durante el mes de julio, generaría una disminución aún mayor de ambas variables.

Los modelos climáticos de las agencias internacionales pronostican, en promedio, condiciones neutras hasta fin de año, tanto en el Pacífico Central como en la región Niño 1+2 frente a las costas del norte del Perú, aunque en general los pronósticos indican condiciones un poco más frías para el Pacífico Central que en el mes anterior.

Tomando en consideración el monitoreo y el análisis de la Comisión Multisectorial ENFEN, así como los resultados de los modelos de las agencias internacionales, se considera la persistencia de las condiciones neutras tanto en la región Niño 1+2 como en el Pacífico Central hasta fin de año.

En vista que los principales impactos de El Niño y La Niña suelen darse en la temporada de lluvias, es decir, durante el verano, el ENFEN proporciona una estimación de las probabilidades de ocurrencia de los mismos (Tablas N° 1 y 2) para dicho periodo. Con estas consideraciones, la Comisión Multisectorial ENFEN para el próximo verano (diciembre 2017 - marzo 2018) estima que para el Pacífico Central son más probables las condiciones neutras (53%), seguidas de condiciones de La Niña (32%) y de El Niño (15%).

Para el Pacífico Oriental (región Niño 1+2) frente a la costa norte del Perú, son más probables las condiciones neutras (58%) seguidas por las condiciones de El Niño (26%) y de La Niña (16%).

La Comisión Multisectorial ENFEN continuará informando sobre la evolución de las condiciones observadas y actualizando mensualmente la estimación de las probabilidades de las magnitudes de El Niño y La Niña en el Pacífico Oriental y en el Pacífico Central para el verano 2018.

Callao, 11 de agosto de 2017

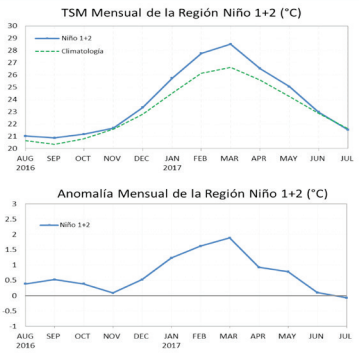


Figura 1. Temperatura y anomalía superficial del mar mensual de la región Niño 1+2 (0°-10°S)/(90°W-80°W) agosto 2016- julio 2017. Fuente: Grafico: DHN, Datos: OISST. V2/NCP/NOAA.

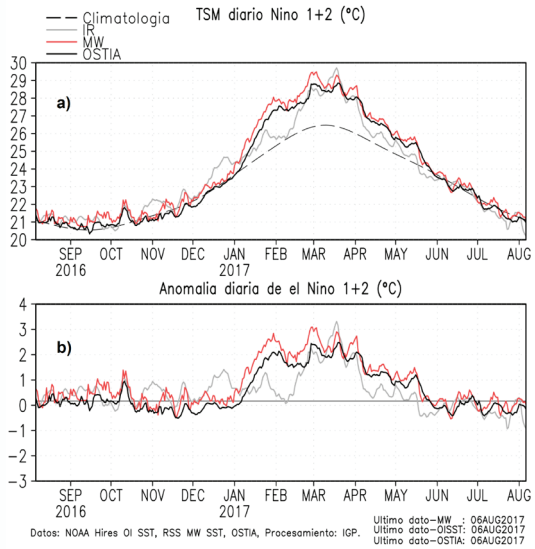


Figura 2. a) Series de tiempo de la TSM diaria en la región Niño 1+2 y en b) Series de tiempo de la anomalía diaria de TSM en la región Niño 1+2. Las líneas en color negro, gris y rojo indican las fuentes de información infrarroja del producto OSTIA, infrarrojo (IR), y microondas (MW), respectivamente. La línea segmentada en la Figura 2a, indica la climatología de la TSM en la región.

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

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

a). Anomalías promedio de **temperatura máxima** del aire

Región	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO
Costa Norte	1,5	1,2	1,0	0,9	1,2	1,0	0.9
Costa Centro	1,9	1,9	2,2	1,5	2,2	1,6	0.3
Costa Sur	1,5	1,2	1,0	0,8	1,6	0,9	0.5

b). Anomalías promedio de **temperatura mínima** del aire

Región	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO
Costa Norte	0,8	1,1	1,4	1,2	1,3	0,4	0.1
Costa Centro	1,8	2,0	2,4	2,0	3,1	1,8	1.1
Costa Sur	1,7	0,8	1,0	1,2	1,7	1,4	0.9

© 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: