



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

NOTA TÉCNICA ENFEN N° 02-2015

Pronóstico probabilístico de la magnitud de El Niño costero en el verano 2015-2016

RESUMEN EJECUTIVO

El Comité Multisectorial ENFEN, a través de la evaluación experta de las condiciones climáticas en el Pacífico tropical y de los pronósticos con modelos climáticos a nivel internacional, **ha estimado un 95% de probabilidad que El Niño costero continúe durante el verano 2015-2016, con una probabilidad de 55% que alcance una magnitud fuerte o extraordinaria.** Bajo este escenario, El Niño podría manifestarse en forma similar a lo observado en el verano durante los eventos El Niño de 1982-1983 y 1997-1998.

Si bien actualmente estamos en presencia de condiciones típicas de El Niño costero fuerte, no se puede asegurar de que las condiciones persistan con la misma intensidad hasta el verano 2015-2016 (diciembre a marzo). Diversos escenarios son posibles y el Comité ENFEN ha evaluado las probabilidades de cada uno de estos, de acuerdo con la opinión experta y consensuada de los especialistas del Comité, se obtuvo los siguientes resultados:

1

Magnitudes de El Niño costero durante Diciembre 2015-marzo 2016	Probabilidad de ocurrencia
Débil o mayor	95%
Moderado o mayor	85%
Fuerte o mayor	55%
Extraordinario	20%

Finalmente debido a las limitaciones observacionales y de modelado, y a la complejidad del sistema océano-atmósfera, existe incertidumbre en esta estimación, por lo que estas probabilidades deberán ser actualizadas según cómo se desarrolle el evento en curso. Esta actualización será incluida en los Comunicados Oficiales ENFEN.



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

1. INTRODUCCIÓN

El pronóstico de El Niño y La Niña costeros con hasta tres meses de anticipación se basa principalmente en el monitoreo de la formación y propagación de ondas Kelvin oceánicas ecuatoriales. Para el pronóstico de más de tres meses, se debe considerar la evolución del sistema acoplado océano-atmósfera en la región del océano Pacífico tropical. Este acoplamiento implica que es indispensable proyectar las variaciones del océano y la atmósfera simultáneamente. Debido a la naturaleza caótica de este sistema, así como la modulación lenta del estado climático base asociado a la variabilidad multidecadal y el cambio climático, cada evento El Niño y La Niña pueden evolucionar en forma distinta, por lo que no existe un patrón que se pueda tomar como referencia para el pronóstico. Una de las herramientas principales utilizadas son los modelos climáticos globales (GCM en inglés), programas computacionales que son corridos en diversos centros de investigación y agencias internacionales, pero estos modelos tienen limitaciones comunes entre sí, particularmente presentando una peor simulación de El Niño y La Niña cerca de la costa de Sudamérica que en el océano Pacífico central. Además, es crítico el conocimiento experto de los científicos, los cuales no solo pueden interpretar los resultados de los GCMs a través de los mecanismos físicos que deben ser correctamente simulados por estos sino que además aportan con sus modelos conceptuales y estudios retrospectivos que permiten realizar pronósticos utilizando la información observacional.

Caos en un sistema como el climático implica que los errores en las condiciones iniciales del pronóstico crecen rápidamente. Una forma de paliar estas limitaciones es utilizar múltiples simulaciones con condiciones iniciales ligeramente perturbadas, representando las incertidumbres en las observaciones, que permitan maximizar el crecimiento de los errores, generando un abanico de posibles escenarios. Esto que permite estimar la incertidumbre asociada a los errores de medición. Similarmente, se analiza un conjunto de GCMs, cada uno con un abanico de escenarios distinto, para poder estimar el error asociado a los modelos mismos (recordando que estos modelos no son totalmente independientes entre sí).

2

Entonces, debido a la naturaleza caótica del sistema climático y a nuestro conocimiento imperfecto de este, el pronóstico de largo plazo es necesariamente probabilístico. Existen una infinidad de posibles escenarios futuros consistentes con los datos observacionales y con las leyes de la física tal como son representadas en los GCMs y en los modelos conceptuales. Sin embargo, no todos estos escenarios son igualmente probables y la labor a mano es estimar estas probabilidades usando toda la información y conocimientos disponibles para una toma de decisión mejor informada.

2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

En el presente documento, se reporta el pronóstico probabilístico de la magnitud o intensidad alcanzada por El Niño costero y en el Pacífico central durante el verano 2015-2016 (considerado como diciembre a marzo que incluye la temporada de lluvias donde los impactos pueden ser mayores). Para este propósito se utiliza la definición de ENFEN (2012) para la región costera, que se basa en los valores del Índice Costero El Niño (ICEN), que a su vez se basa en la temperatura de la superficie del mar en la región Niño 1+2, frente a la costa norte del Perú, así como los valores del



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

índice Niño 3.4 para el Pacífico central¹. Para este fin, solo se toman en consideración los valores de estos índices durante el verano para la determinación de la magnitud del evento, no las condiciones fuera de este periodo. La estimación de las probabilidades se basa en la evaluación y opinión experta y colegiada de los especialistas que participan en el Comité ENFEN.

3. CONSIDERACIONES PRINCIPALES

- a) En el evento El Niño fuerte de 1972-1973, los máximos valores del ICEN se observaron en julio 1972, mientras que las condiciones cálidas fueron moderadas en diciembre 1972 y enero 1973, reduciéndose a débiles en febrero y neutro en marzo de 1973. Por otro lado, el evento El Niño extraordinario 1982-1983 presentó valores del ICEN correspondientes a condiciones fuertes (> +2,3) durante diciembre 1982-marzo 1983 y extraordinarias entre abril y julio de 1983. Las condiciones correspondieron a cálidas extraordinarias durante junio 1997 a enero 1998, y a fuertes entre febrero y junio 1998.
- b) Actualmente, nos encontramos en presencia de condiciones cálidas consistentes con un evento El Niño costero fuerte cuyo pico habría sido en julio, con ligera declinación reciente (Comunicado Oficial ENFEN 14-2015). Similarmente, las anomalías positivas de las temperaturas del aire y la temperatura superficial del mar (TSM) en estaciones costeras han reducido su magnitud. En este aspecto, la evolución de la TSM se asemeja a la de El Niño 1972-1973. Mientras tanto, la TSM en el Pacífico central (Niño 3.4) viene comportándose en forma similar al año 1997.
- c) Desde la perspectiva de los índices E y C^2 , que describen la variabilidad “propia” de la TSM en el Pacífico oriental y central, respectivamente (Takahashi et al., 2011), durante todo el presente año ha habido una fuerte componente de calentamiento en la zona central (C), mayor que en otros eventos El Niño sustanciales, incluso eliminando la tendencia de calentamiento. El índice E es similar al del año 1972 y sigue la tendencia de la región Niño 1+2. En general, el presente evento no tiene análogo en el registro observacional.
- d) En el Pacífico ecuatorial central continúa el fuerte acoplamiento de la atmósfera y el océano de gran escala, con vientos del oeste y convección atmosférica activa asociada a la TSM elevada, similar a lo observado en el año 1997. Esto se refleja en valores muy elevados del Índice Multivariado El Niño³ (MEI, en inglés; Wolter, 1987) durante junio y julio, comparables a los del año 1997 en el mismo periodo. Sin embargo, el Índice Ecuatorial de Oscilación Sur⁴ no ha presentado valores tan pronunciados como tal año.
- e) La termoclina ecuatorial continúa más inclinada hacia el este y, en promedio, más profunda que lo normal. El grado de inclinación anómala reciente es aproximadamente el 70% de lo observado en el año 1997 pero bastante mayor que lo observado en otros años desde entonces. En la costa norte, persisten anomalías térmicas de hasta +2°C en los primeros 100 m.
- f) El índice de anomalías del esfuerzo del viento zonal (de oeste) en el Pacífico central (u_c) estimado con los datos de 1-24 de agosto del 2015 tiene un valor intermedio entre los observados en agosto de 1982 y agosto de 1997. Según Takahashi & Dewitte (2014), esto correspondería a una alta probabilidad de El Niño extraordinario.

3

¹ Para propósito de esta evaluación, se consideran los siguientes valores para los umbrales de El Niño en el Pacífico central según el índice Niño 3.4: débil (0,5-0,9°C), moderado (1,0-1,4°C), fuerte (1,5-1,9°C), muy fuerte ($\geq 2^\circ\text{C}$).

² <http://www.met.igp.gob.pe/datos/EC.txt>.

³ <http://www.esrl.noaa.gov/psd/enso/mei>.

⁴ http://iridl.ldeo.columbia.edu/maproom/ENSO/Time_Series/Equatorial_SOI.html.



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

- g) A pesar del arribo de ondas Kelvin cálidas ecuatoriales, la profundidad de la isoterma de 20°C entre 90°W y la costa sudamericana ha presentado condiciones normales en el transcurso de agosto.
- h) Desde aproximadamente el año 2000, el océano Pacífico ha estado en una fase fría de variabilidad natural interdecadal, lo cual parece haber reducido el potencial de El Niño en el Pacífico oriental (Lee y McPhaden, 2010), además de desacelerar la tasa del calentamiento global (Kosaka y Xie, 2013). Sin embargo, desde el inicio del año 2014, el índice de la Oscilación Decadal del Pacífico⁵ (PDO, en inglés; Mantua et al, 1997) ha tomado valores positivos consistentemente, reflejando la presencia de anomalías cálidas al oeste de Norte América.
- i) El índice de esfuerzo del viento zonal en el Pacífico central u_c también ha aumentado sustancialmente desde los valores negativos dominantes hasta el año 2014, presentando en general variaciones decadales similares a las del PDO.
- j) Además, las fluctuaciones estacionales de los vientos alisios ecuatoriales han mostrado una intensificación durante la fase decadal fría iniciada en el año 2000, lo cual implica vientos intensificados durante la primavera (Mosquera-Vásquez, 2015).
- k) En el mes de agosto, el Anticiclón del Pacífico Sur se ha presentado al norte de su posición normal, lo cual está asociado a una intensificación de los vientos alisios del sudeste. Este comportamiento no fue observado ni en agosto de 1982 ni en agosto de 1997.
- l) Los pronósticos de los modelos inicializados en agosto, en general, son utilizables al menos hasta el trimestre diciembre-febrero, incluso para representar la diversidad de El Niño (Jeong et al, 2012). Sin embargo, esta capacidad parece haber disminuido desde aproximadamente el año 2000 (Barnston et al., 2012; Reupo y Takahashi, 2014). En general, la calidad de los pronósticos es baja en el Pacífico oriental relativo al central (Reupo y Takahashi, 2014), y particularmente los GCMs subestimaron las anomalías de TSM durante los dos El Niño extraordinarios (1982-1983 y 1997-1998). Para el verano 2015-2016, los GCMs a nivel internacional pronostican anomalías de TSM en la región Niño 3.4 sustancialmente por encima de +2°C, lo cual solo se ha observado en 1972-1973, 1982-1983 y 1997-1998. Para el Pacífico oriental, las anomalías pronosticadas corresponden a condiciones cálidas entre moderadas y fuertes.

4

4. ANÁLISIS

- a) Si bien actualmente estamos en presencia de condiciones típicas de El Niño costero fuerte, no hay garantía de que las condiciones persistan con la misma intensidad hasta el verano.
- b) No es claro si los valores positivos recientes del PDO corresponden a un cambio decadal o transiente, ni cuáles son las implicancias para el Pacífico ecuatorial. Para el presente análisis se consideran ambas posibilidades, fase fría o fase cálida, con la misma probabilidad en cuanto a su influencia sobre el evento en curso.
- c) Las condiciones océano-atmósfera observadas y los pronósticos para el Pacífico central sugieren una alta probabilidad de que El Niño en esta región tenga magnitudes fuertes o muy fuertes. Sin embargo, se considera que existe la probabilidad de que los GCMs estén sobreestimando estas probabilidades, tal como lo hicieron en el año 2012 y 2014, posiblemente porque no están representando adecuadamente los efectos de las fases decadales.

⁵ <http://research.jisao.washington.edu/pdo>



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

- d) Si bien El Niño en el Pacífico central muestra altas probabilidades de ser fuerte o muy fuerte, existe mayor incertidumbre en el Pacífico oriental debido a que las anomalías en las condiciones océano-atmósfera en esta región han declinado desde el mes de julio. Se considera probable que estas anomalías podrán intensificarse nuevamente en los siguientes meses, para lo cual las ondas Kelvin en formación y en curso tendrían que producir un efecto mayor en la TSM que lo observado recientemente. Para que se desarrolle un evento El Niño fuerte o extraordinario en el verano, además el calentamiento deberá ser suficientemente elevado para activar los procesos de retroalimentación convectivos en el Pacífico oriental (Takahashi & Dewitte, 2015).

5. RESULTADOS

Basado en el análisis anterior, de acuerdo a la opinión experta del Comité ENFEN, se presentan a continuación los resultados para las probabilidades de las diferentes magnitudes o intensidades de El Niño costero (Tabla 1) y El Niño en el Pacífico central (Tabla 2) alcanzadas durante el verano 2015-2016 (diciembre a marzo), así como las probabilidades acumulativas correspondientes (Tablas 3 y 4).

Tabla 1. Probabilidades de las magnitudes de El Niño costero en el verano 2015-2016 (Diciembre 2015-marzo 2016)

Magnitud del evento durante Diciembre 2015-marzo 2016	Probabilidad de ocurrencia
Normal o La Niña costera	5%
El Niño costero débil	10%
El Niño costero moderado	30%
El Niño costero fuerte	35%
El Niño costero extraordinario	20%

5

Tabla 2. Probabilidades de las magnitudes de El Niño en el Pacífico central en el verano 2015-2016 (diciembre 2015-marzo 2016)

Magnitud del evento durante Diciembre 2015-marzo 2016	Probabilidad de ocurrencia
Normal o La Niña en el Pacífico central	5%
El Niño débil en el Pacífico central	5%
El Niño moderado en el Pacífico central	15%
El Niño fuerte en el Pacífico central	40%
El Niño muy fuerte en el Pacífico central	35%

Tabla 3. Probabilidades acumuladas de las magnitudes de El Niño costero en el verano 2015-2016 (diciembre 2015-marzo 2016)

Magnitud del evento durante Diciembre 2015-marzo 2016	Probabilidad de ocurrencia
El Niño costero débil o mayor	95%
El Niño costero moderado o mayor	85%
El Niño costero fuerte o mayor	55%
El Niño costero extraordinario	20%



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

Tabla 4. Probabilidades acumuladas de las magnitudes de El Niño en el Pacífico central en el verano 2015-2016 (diciembre 2015-marzo 2016)

Magnitud del evento durante Diciembre 2015-marzo 2016	Probabilidad de ocurrencia
El Niño débil o mayor en el Pacífico central	95%
El Niño moderado o mayor en el Pacífico central	90%
El Niño fuerte o mayor en el Pacífico central	75%
El Niño muy fuerte en el Pacífico central	35%

6. COMENTARIOS FINALES

El resultado de la presente evaluación indica una probabilidad de 56% de que El Niño costero alcance magnitudes de fuerte o extraordinaria durante el verano 2015-2016. Se debe enfatizar que cualquiera de estos escenarios durante este periodo podrían estar asociados a impactos climáticos como los observados en los veranos de 1982-1983 y 1997-1998.

Debido a la variabilidad decadal, a las limitaciones observacionales y de modelado, así como a nuestro conocimiento científico imperfecto, existe incertidumbre en esta estimación, por lo que estas probabilidades deberán ser actualizadas según la evolución del sistema, lo cual se realizará en forma mensual en el marco de los Comunicados Oficiales ENFEN.

6

7. REFERENCIAS

- Barnston, A. G., Tippett M. K., L'Heureux M. L., Li S., DeWitt D. G., 2012: Skill of Real-Time Seasonal ENSO Model Predictions During 2002–11: Is Our Capability Increasing?, *Bulletin of the American Meteorological Society*, 93 (5), 631-651, doi:10.1175/BAMS-D-11-00111.1.
- Jeong H, Lee D, Ashok K, Ahn J, Lee J, Luo JJ, Schemm J, Hendon HH, Braganza K, Ham YG, 2012: Assessment of the APCC coupled MME suite in predicting the distinctive climate impacts of two flavors of ENSO during boreal winter. *Climate Dynamics*, doi:10.1007/s00382-012-1359-3.
- Kosaka Y, Xie SP, 2013: Recent global-warming hiatus tied to equatorial Pacific surface cooling, *Nature*, doi:10.1038/nature12534.
- Lee, T., and M. J. McPhaden, 2010: Increasing intensity of El Niño in the central-equatorial Pacific, *Geophysical Research Letters*, 37, L14603, doi:10.1029/2010GL044007.
- Mantua, N.J. and S.R. Hare, Y. Zhang, J.M. Wallace, and R.C. Francis 1997: A Pacific interdecadal climate oscillation with impacts on salmon production. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 78, 1069-1079.
- Mosquera, K., 2015: La onda Kelvin intraestacional y el fenómeno El Niño del Pacífico Central. PhD. Tesis. Universidad Paul Sabatier, Francia.
- Reupo, J., K. Takahashi, 2014: Variabilidad decadal de la bondad de los pronósticos con modelos climáticos globales, *Boletín Técnico "Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño"*, Instituto Geofísico del Perú, Agosto, 1, 8, 9-10
- Takahashi, K., A. Montecinos, K. Goubanova y B. Dewitte, 2011: ENSO regimes: Reinterpreting the canonical and Modoki El Niño, *Geophysical Research Letters*, doi:10.1029/2011GL047364.



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

- Takahashi, K., and Dewitte, B., 2015: Strong and moderate nonlinear El Niño regimes, *Climate Dynamics*, doi:10.1007/s00382-015-2665-3
- Wolter, K., 1987: The Southern Oscillation in Surface Circulation and Climate over the Tropical Atlantic, Eastern Pacific, and Indian Oceans as Captured by Cluster Analysis. *J. Climate Appl. Meteor.*, 26, 540–558.

Comité Multisectorial ENFEN
Callao-Perú, 28 de agosto de 2015