



En el Marco del Proyecto 397-PNICP-PIAP-2014

INFORME MENSUAL: enero de 2017

EVENTOS HIDROLÓGICOS EXTREMOS EN LA AMAZONÍA PERUANA: Sistema de Alerta para la Previsión



Foto: Inundación en la población cercano al río Marañón (2015).

Elaboración: Ing. Lucio Vergara S. (ANA) lvergara@ana.gob.pe

Revisión: Dr. Jhan Carlo Espinoza (IGP) jhan-carlo.espinoza@igp.gob.pe

Enero, 2017

Lima-Perú

CONTENIDO

- I. Introducción
- II. Objetivo
- III. Datos hidroclimáticos
- IV. Análisis de las condiciones iniciales
 - 4.1. Análisis de las condiciones globales del clima
 - a. Temperatura superficial del mar
 - b. Circulación atmosférica global
 - c. Flujos de humedad y su divergencia
 - 4.2. Análisis de la precipitación
 - a. Anomalías de precipitación últimos 30 días, TRMM
 - b. Evolución temporal de anomalías de precipitación
 - 4.3. Análisis de registro de niveles de ríos
- V. Análisis de las previsiones
 - 5.1. Análisis de la temperatura superficial del mar
 - a. Pronóstico de la región Niño 3.4
 - b. Pronóstico de la región NATL
 - 5.2. Análisis del pronóstico de las precipitaciones
- VI. Conclusiones
- VII. Referencias

EVENTOS HIDROLÓGICOS EXTREMOS EN LA AMAZONÍA PERUANA:

Sistema de Alerta para la Previsión

I. Introducción

El presente informe mensual del estudio “Eventos Hidrológicos Extremos en la Amazonía Peruana: Sistema de Alerta Cualitativo para la Previsión”, está elaborado en el marco del observatorio ORE-HYBAM y es posible gracias al convenio interinstitucional entre la Autoridad Nacional del Agua y el Instituto Geofísico del Perú. Asimismo, este documento constituye un producto del proyecto 397-PNICP-PIAP-2014. Esta cooperación interinstitucional tiene como objetivo la elaboración e implementación del estudio en mención, con la finalidad de contar con un sistema estacional que permita prever los impactos de los eventos hidrológicos extremos en la sociedad de la Amazonía peruana.

Durante los últimos años, estudios científicos han evidenciado la influencia de la temperatura superficial del mar anómalos de algunas regiones oceánicas circundantes en la ocurrencia de eventos hidrológicos extremos en la Amazonía peruana, como es descrito en Espinoza et al. (2009, 2011, 2012a y 2013) y Yoon & Zeng (2010), así como en Lavado et al. (2012), entre otros.

En este informe mensual correspondiente al mes de enero 2017, se presentan los resultados del análisis de las condiciones actuales hasta el último día del mes y la previsión de las variables hidroclimáticas para los próximos 03 meses.

II. Objetivo

Establecer el sistema de alerta cualitativo estacional que permita conocer, bajo un criterio técnico, las condiciones hidrológicas más probables de los principales ríos Amazónicos peruanos durante las estaciones críticas del año. Esto permitirá prever la posible ocurrencia de eventos hidrológicos extremos.

III. Conjunto de Datos

La base de datos de las variables hidroclimáticas, se viene actualizando diariamente, semanalmente y mensualmente con información proveniente de diferentes agencias internacionales de investigación del clima y disciplinas afines, así como de servicios nacionales y locales. Para más detalle revisar el primer informe mensual y complementario correspondiente al mes de setiembre de 2013.

IV. Análisis de Condiciones Iniciales

4.1. Condiciones Globales y Regionales del Clima

En esta sección presentamos el análisis de las anomalías de temperatura superficial del mar (TSM) del Pacífico ecuatorial y Atlántico tropical, de la circulación atmosférica regional con dominio de América del Sur (50°N a 60°S, 0° a 150°W), asimismo, el análisis de los flujos de humedad y su divergencia en la región (30°S a 20°N, 100°W a 20°W). Las informaciones provienen de la Administración Nacional Oceánica Atmosférica de los Estados Unidos (NOAA por sus siglas en inglés). Las anomalías de TSM son reportados en grados Celsius (°C) y las anomalías de vectores de viento son reportados en magnitudes de m/s, ambos en formato gráfico.

a) Anomalías de Temperatura Superficial del Mar (TSM)

Durante el mes de enero 2017 la TSM en la región del Atlántico tropical Norte (NATL) mostró condiciones ligeramente cálidas con anomalías positivas de 0.4°C en promedio (predominancia de color amarillo pálido, ver Fig. 1 y Tabla 1), con un descenso respecto al mes de diciembre. Por otro lado, se mostró descenso de anomalías positivas de TSM con respecto al mes de diciembre, con magnitud de 0.4°C en promedio en la región Atlántico tropical Sur (SATL; ver Fig. 1 y Tabla 1).

El Pacífico ecuatorial Central (Niño 3.4) continúa mostrando ligeras anomalías negativas de TSM de -0.4°C en promedio (región parcialmente de color verde claro en Fig. 1 y Tabla 1). Mientras que, la región del Pacífico ecuatorial Este (Niño 1+2) mostró anomalías positivas de TSM de 1.2°C en promedio (Tabla 1 y dominio de color amarillo pálido en Fig. 1) con un ascenso importante respecto al mes de diciembre. Ahora bien, el Comunicado Oficial N°04-2017 (febrero) del ENFEN reportó que la TSM en el Niño 1+2, alcanzó valores máximos de +2°C en la primera semana del mes de febrero.

En resumen, la TSM en las regiones del Atlántico tropical muestran condiciones cálidas débiles, en contraste, la región del Pacífico ecuatorial este muestra condiciones más cálidas de lo normal durante el mes de enero 2017 (Fig. 1).

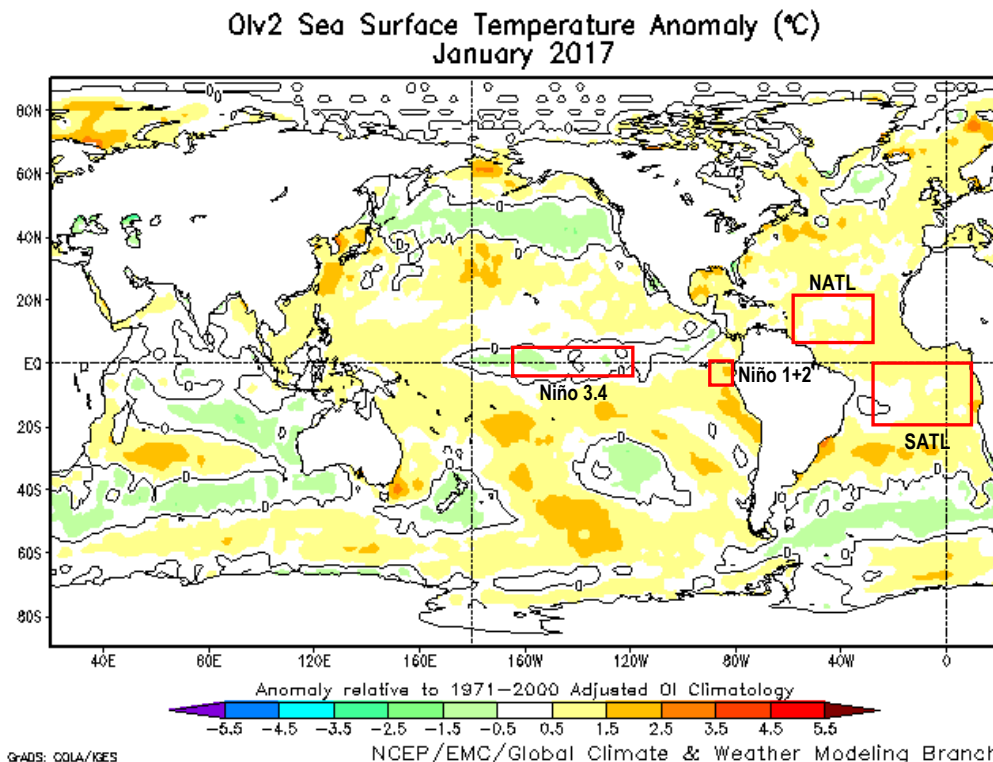


Fig. 1: Anomalías de temperatura superficial del mar (TSM) en °C del mes de enero de 2017. Las anomalías son calculadas utilizando la climatología del periodo base 1971-2000. Fuente NOAA/NCEP.

ENERO 2017								
MES	TSM PACÍFICO				TSM ATLÁNTICO			
	NINO 1+2		NINO 3.4		N. ATL		S. ATL	
	0-10S		5N-5S		5N-20N		0-20S	
	90W-80W		170W-120W		60W-30W		30W-10E	
ENE 16	1.4	25.9	2.6	29.2	0.2	26.2	0.6	26.3
FEB 16	0.7	26.8	2.4	29.1	0.3	25.9	0.5	27.1
MAR 16	0.9	27.6	1.7	28.9	0.4	26.0	0.3	27.4
ABR 16	0.2	25.8	1.1	28.9	0.3	26.2	0.1	27.2
MAY 16	0.3	24.6	0.3	28.2	0.5	26.8	0.1	26.3
JUN 16	0.3	23.2	-0.1	27.5	0.4	27.1	0.4	25.4
JUL 16	0.2	21.8	-0.5	26.7	0.4	27.6	0.5	24.3
AGO 16	0.4	21.0	-0.5	26.3	0.4	28.2	0.3	23.4
SET 16	0.5	20.9	-0.6	26.1	0.4	28.6	0.1	23.1
OCT 16	0.4	21.2	-0.7	26.0	0.4	28.5	0.2	23.6
NOV 16	0.1	21.7	-0.6	26.1	0.6	28.3	0.2	24.2
DIC 16	0.5	23.4	-0.4	26.2	0.6	27.4	0.5	25.2
ENE 17	1.2	25.8	-0.4	26.3	0.4	26.4	0.4	26.0

Tabla 1. Temperatura superficial del mar (Anomalías 1ra. columna y °C 2da. columna) para los últimos 12 meses. Las anomalías son variaciones respecto a la climatología de 1981-2010 (Smith & Reynolds, 1998), de regiones oceánicas relevantes para la previsión de eventos extremos en la Amazonía peruana.

b) Anomalías de la Circulación Atmosférica

Se observó una débil incursión de vientos provenientes del Atlántico tropical Norte en el extremo norte del continente. Al sureste de la cuenca Amazónica se sigue observando intensificación del ingreso de los vientos del Atlántico tropical Sur con magnitud de 3 m/s, ello produjo un mayor flujo de humedad desde esta región oceánica hacia el suroeste de la cuenca Amazónica (Figura 2).

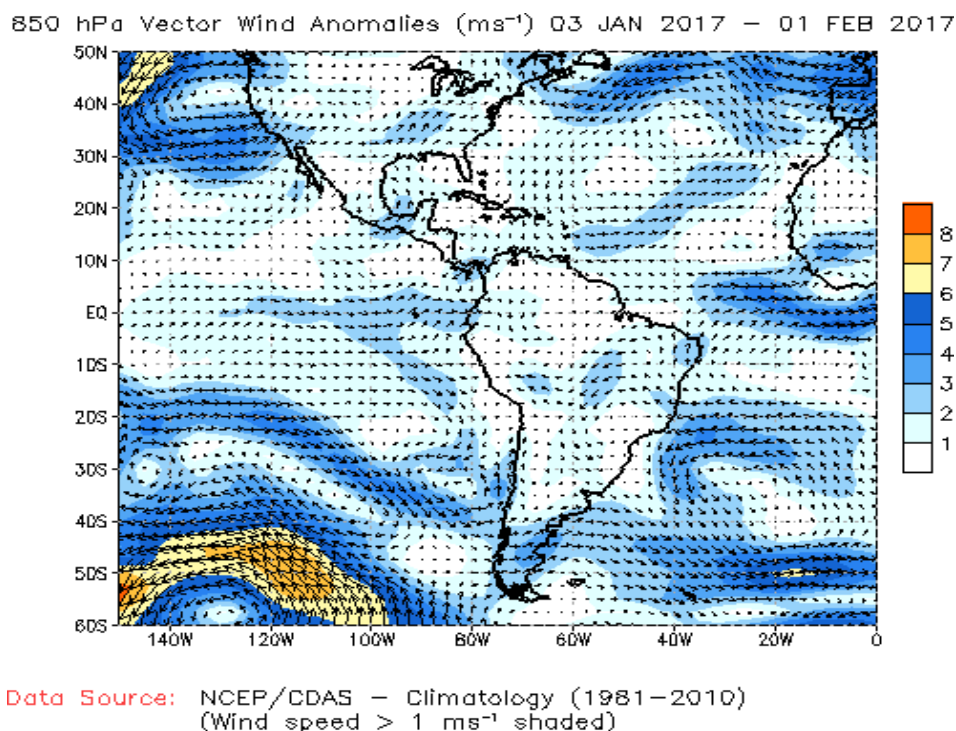


Fig. 2: Anomalía de vientos en niveles bajos (850 hPa) de la atmósfera, (del 03 de enero al 01 de febrero de 2017). Las anomalías fueron calculadas utilizando el periodo base los promedios entre 1981 y 2010. Fuente: NOAA/NCEP.

c) Anomalías de Transporte de Humedad y su Divergencia

Los flujos de humedad y su divergencia fueron elaborados con datos de reanálisis NCEP/NCAR de la NOAA, con una resolución espacial de $2.5^\circ \times 2.5^\circ$ y resolución temporal diaria. El periodo de análisis es del año 1970 al presente (45 años), sobre la región entre 20°N - 30°S y 100°W - 20°W .

El flujo de humedad integrado verticalmente, F_w , en un punto de cuadrícula está dado por la siguiente ecuación:

$$F_w = \frac{1}{g} \int_{1000}^{300} q \cdot V \cdot dp$$

donde g es la aceleración de la gravedad, q es la humedad específica, V es el vector de viento horizontal, y p es la presión. Los flujos son integrados desde la superficie hasta 300 hPa, para más detalle revisar Satyamurty *et al.* (1998).

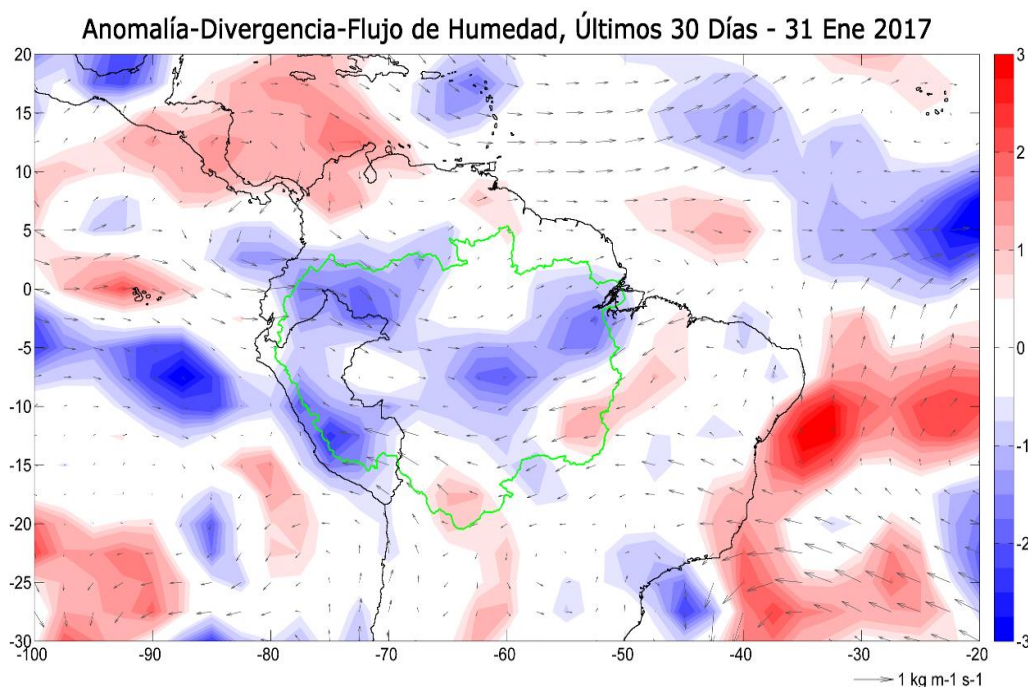


Fig. 3: Anomalías de flujo de humedad integrado en los niveles de 1000 hPa a 300 hPa de la atmósfera y su divergencia. El periodo corresponde de 01 al 31 de enero 2017. Las anomalías son calculadas utilizando el periodo base de 1970 a 2015. Se muestra límites de la cuenca Amazónica en línea verde.

En la Figura 3 se observa una fuerte convergencia de flujos de humedad en gran parte de la cuenca del Amazonas, acentuadas sobre las regiones del extremo noroeste (Amazonía colombiana, ecuatoriana y norte de la Amazonía peruana), suroeste (sur de la Amazonía peruana), central y desembocadura de la cuenca del Amazonas producto de la intensificación de vientos provenientes del Atlántico tropical sur mostrados en la Figura 2. Por otro lado, fueron observados divergencias en el extremo sur (Amazonia boliviana) de la cuenca del Amazonas (Figura 2).

4.2. Análisis de Precipitaciones

Esta sección presenta el análisis de las anomalías de precipitación del producto de Radar Tropical Rainfall Measuring Mission a tiempo real (TRMM-3B42RT), para más detalle revisar Huffman et al. (2010). Los datos de TRMM-RT son reportados a paso de tiempo diarios a nivel global, pero procesados para la región de interés (25°S a 10°N; 85°W a 45°W) haciendo uso del programa Matlab®, mostrando anomalías de precipitación en mm/día.

a) Anomalías de Precipitación Radar TRMM-RT

Durante el periodo de 01 hasta 31 de enero 2017, según datos de TRMM-TR, gran parte de la región norte y centro de la Amazonía peruana (cuencas del río Napo, Tigre, Pastaza, Marañón, Huallaga, y gran parte de la cuenca del río Ucayali) fueron superiores al promedio climatológico. Estas anomalías alcanzaron un promedio de 8 mm/día, asimismo, se observaron anomalías de hasta 10 mm/día en promedio en gran parte de la región norte de la cuenca del Amazonas (ver Fig. 4). Por otro lado, precipitaciones inferiores al promedio climatológico se observaron en las nacientes del río Ucayali, cuenca Madre de Dios, alrededor de la línea fronteriza Perú-Bolivia, además, gran parte de la Amazonía boliviana con anomalías de -6 mm/día en promedio.

Las condiciones de precipitación mostradas por la fuente de datos del TRMM-RT en la cuenca del Amazonas podrían atribuirse a las incursiones de flujo de humedad desde el Atlántico tropical Sur y vientos del este con mayor intensificación (Fig. 2). Es así que, se generaron convergencias de flujos de vapor de agua sobre gran parte de la región noroeste, suroeste, central y desembocadura de la cuenca del Amazonas (Fig. 3) y que se tradujeron en lluvias en gran parte de esta región norte de la cuenca del Amazonas (Figura 4). Por otro lado, también se observó déficit de precipitación en la región sur de la cuenca del Amazonas (sur de la Amazonía Peruana y Amazonía boliviana) que concuerdan con las divergencia de esta región (Fig. 3).

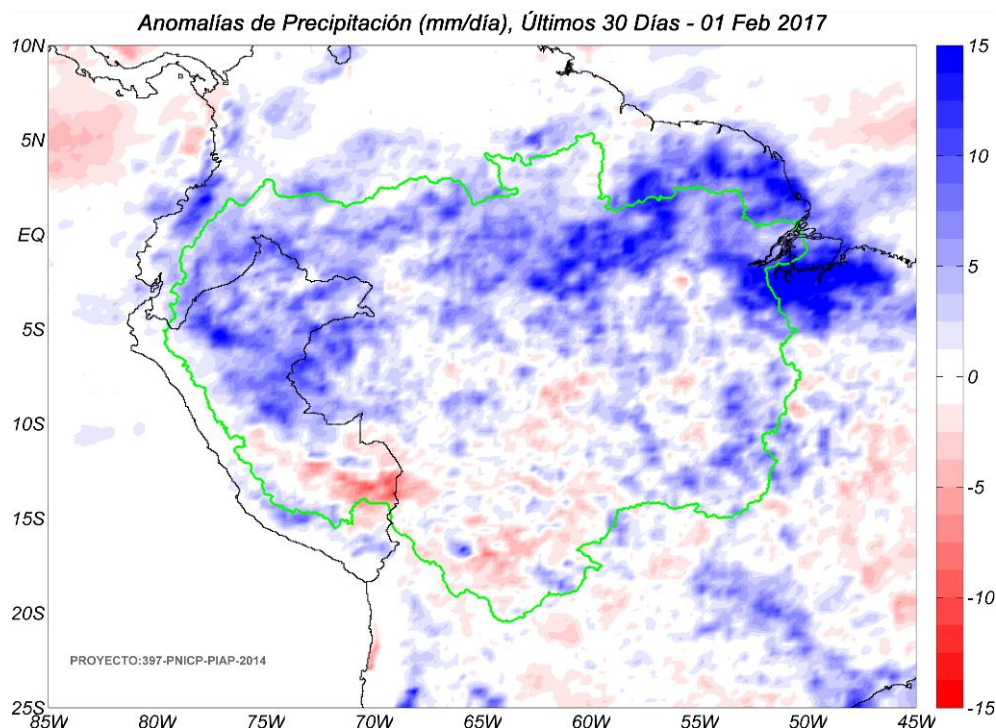


Fig. 4: Anomalías de precipitación estimadas por el TRMM-RT en mm/día hasta 01 de febrero de 2017. Las anomalías fueron calculadas con respecto al periodo base promedio 2000-2015. Se muestra límites de la cuenca Amazónica en línea verde. Las anomalías de precipitación del TRMM-RT actualizadas a tiempo real puede verse en: <http://www.igp.gob.pe/eventos-extremos-amazonia-peruana/>

b) Evolución Temporal de Anomalías de Precipitación para las Cuencas Amazónicas Peruanas

La evolución temporal de anomalías de precipitación para las principales cuencas hidrográficas de la Amazonía peruana fue calculada utilizando las estimaciones del producto TRMM-RT. El periodo para la obtención del armónico de la precipitación es del 2000 al 2015 para cada cuenca (Tamshiyacu en el río Amazonas, San Regis en el Marañón y Requena en el Ucayali. Ver ubicación de las estaciones y cuencas de drenaje en la Fig. 5). Los armónicos consisten en representar las fluctuaciones o variaciones en una serie de datos como la suma de una serie de funciones de senos y cosenos.

Utilizando el análisis de armónicos de la precipitación, se calculó la anomalía de precipitación diaria suavizadas mediante una media móvil de 15 días y la anomalía de precipitación acumulada desde el inicio del año hidrológico (01/09).

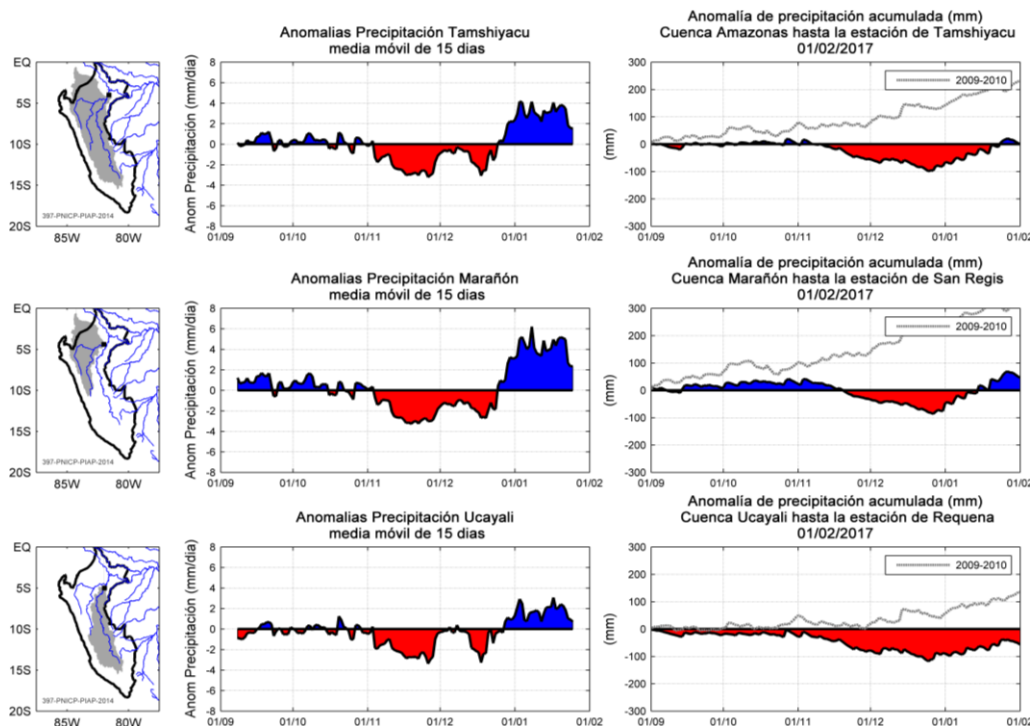


Fig. 5: Evolución temporal de anomalías de precipitación integradas en las principales cuencas hidrográficas de la Amazonía peruana: el río Amazonas hasta la estación Tamshiyacu (arriba), el río Marañón hasta la estación San Regis (medio) y el río Ucayali hasta la estación Requena (abajo). En la columna de la izquierda se observa la ubicación de las cuencas hidrográficas. En la columna del medio se muestran anomalías de precipitación. En la columna de la derecha se muestran anomalías acumuladas hasta la fecha indicada. En color azul se indican anomalías positivas de precipitación (valores por encima del promedio climatológico), en color rojo anomalías negativas de precipitación (valores por debajo del promedio climatológico). Las anomalías son calculadas considerando un periodo base de 2000 al 2015. La línea de color gris muestra la precipitación acumulada correspondiente a cada cuenca hidrográfica para el año 2009-2010. Para ver esta figura actualizada a tiempo real ir a: <http://www.igp.gob.pe/eventos-extremos-amazonia-peruana/>.

Las series temporales de precipitación promedio en las tres principales cuencas de la Amazonía peruana (Amazonas, Marañón y Ucayali) presentaron condiciones más húmedas de lo normal desde fines de mes de diciembre. Cabe señalar que las anomalías positivas de precipitación más intensa se registraron sobre la región norte (cuenca del río Amazonas y Marañón), ver Figura 5. Estas discrepancias de precipitación entre el norte y el sur de la Amazonia peruana son también coherentes con las condiciones de precipitación observadas en la Figura 4.

En la cuenca del Amazonas hasta Tamshiyacu (cerca de Iquitos) la anomalía de precipitación acumulada para el presente año hidrológico es en exceso (20 mm). Asimismo, en la cuenca del río Marañón se observa un mayor exceso de precipitación acumulada para el presente año hidrológico, que alcanza los 80 mm (Fig. 5, derecha). En el sur de la Amazonía peruana, en la cuenca del río Ucayali, la precipitación acumulada sigue siendo deficitaria con una magnitud de -80 mm. La diferencia entre las cuencas del sur (Ucayali) y norte (Marañón) es coherente con la distribución espacial de las lluvias mostrada en la Figura 4.

4.3. Análisis de Niveles de Agua de los Ríos

El SEHINAV (Servicio de Hidrografía y Navegación de la Amazonía) de la Dirección de Hidrografía y Navegación, reporta a tiempo real los histogramas de niveles de los ríos de la amazonía peruana a paso de tiempo diario en alturas geoidales y arbitrarias, dichos productos se pueden encontrar en el siguiente enlace: <https://www.dhn.mil.pe/shna/index2.asp>.

En términos de niveles de agua de los principales ríos de la Amazonía peruana, fueron analizados hasta el 20 de febrero 2017, estos permanecen por encima de lo normal, a excepción de la estación de Pucallpa (río Ucayali) que sigue registrando por debajo de los valores promedios históricos. Estos valores en exceso se registraron desde la primera semana del mes de enero, en las estaciones de Iquitos, San Regis y Yurimaguas registrando anomalías de nivel de agua de 1.7%, 2.2% y 0.75%, respectivamente. Por otro lado, el nivel del río Ucayali (Pucallpa) mostró niveles por debajo del promedio climatológico (ver Figura 6). En general, todos los ríos se encuentran en una fase de atenuación, debido a la reducción de las precipitaciones de fines de enero (ver Fig. 5).

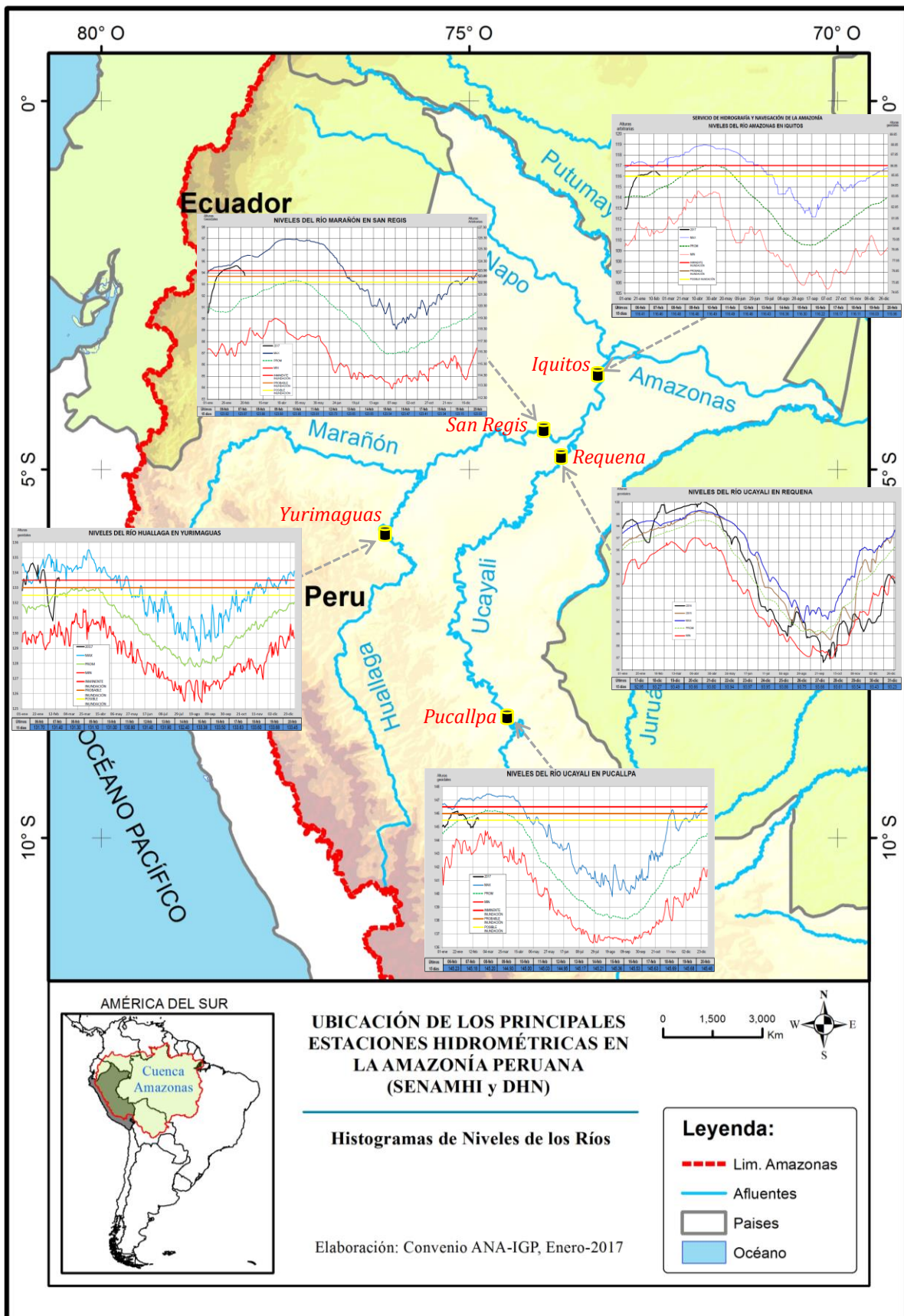


Fig. 6: Histograma de niveles de ríos diarios de los principales río de la Amazonía peruana.
Fuente: DHN (<https://www.dhn.mil.pe/>).

V. Análisis de las Previsiones

En este capítulo se analizan los pronósticos de las anomalías de temperatura superficial del mar en las regiones más relevantes (Niño 3.4, Niño 1+2, NATL y SATL). Además, se analizan las anomalías de precipitación para los próximos 03 meses, que corresponden a la temporada de estiaje en la región de la Amazonía peruana. Los reportes provienen de las agencias internacionales y nacionales de pronóstico del clima (IRI, NOAA, CPTEC e IGP).

5.1. Análisis de la Temperatura Superficial del Mar

Esta sección contiene los pronósticos de anomalía de temperatura superficial del mar a nivel global desarrollados por el International Research Institute for Climate and Society (IRI) y el US National Multi-Model Ensemble (NMME). Los gráficos de pronósticos del Pacífico ecuatorial y el Atlántico tropical fueron elaborados por el Instituto Geofísico del Perú (IGP) en el marco del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño (ENFEN).

Según el reporte del IRI, los pronósticos de anomalías de TSM, para el trimestre febrero-abril (FMA) de 2017, para la región del Atlántico tropical Norte (NATL) se prevén condiciones cálidas débiles (dominio de color amarillo pálido, ver Fig. 7). Para la región del Atlántico tropical Sur (SATL) se pronostican condiciones cálidas moderadas con anomalías positivas de TSM que no superarían el rango neutral (región con predominancia de color amarillo, ver Fig. 7). Por otro lado, en la región subtropical del Atlántico Sur se observarían condiciones cálidas moderadas a fuertes (región con anomalías positivas de TSM superiores a 0.5°C , en forma localizada, ver Fig. 7).

Para la región Niño 3.4 se proyectan condiciones frías de magnitud débil (-0.2 ; dominio de color celeste pálido en Fig. 7), y cálidas fuertes para la región Niño 1+2 (parcialmente de color naranja pálido en Fig. 7). Del mismo modo, el Comunicado Oficial ENFEN N° 04-2017 (febrero) señala que los modelos climáticos de las agencias internacionales, en la región Niño 1+2 continuarían las condiciones cálidas al menos hasta otoño, mientras que para la región Niño 3.4 continuarían las condiciones neutras hasta el mes de mayo, para luego evolucionar a condiciones

cálidas. Cabe indicar que los pronósticos para otoño en adelante no son tan confiables debido a la barrera de predictibilidad.

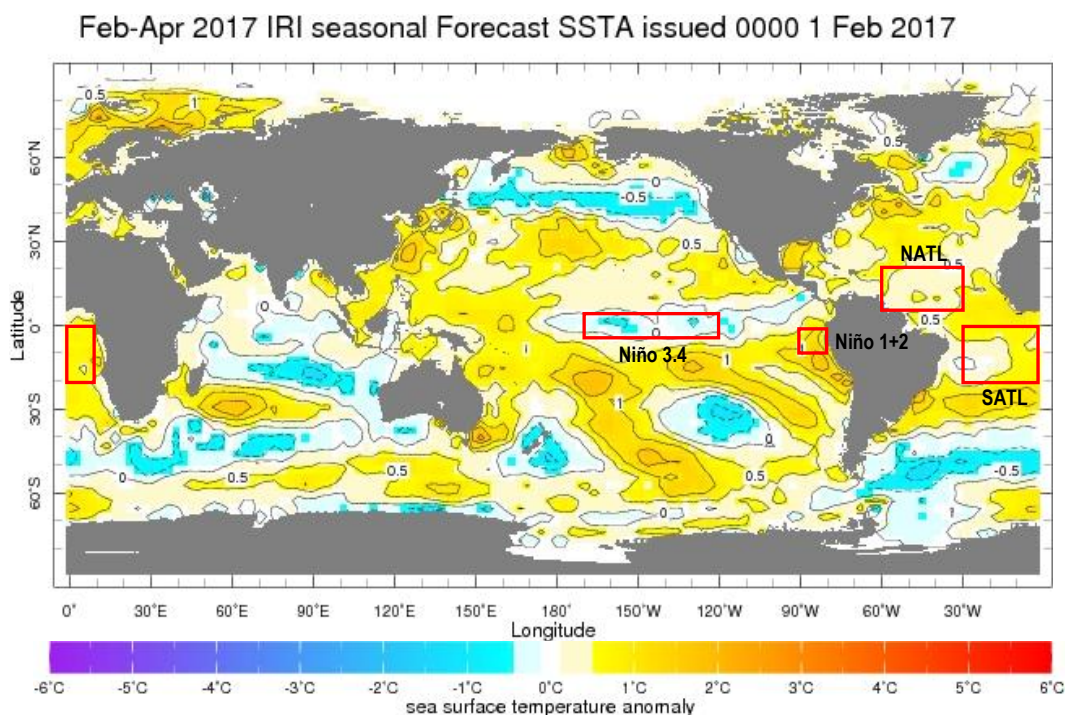


Fig. 7: Pronóstico de las anomalías de temperatura superficial del mar (°C) a nivel global, para el trimestre febrero-abril (FMA) 2017. Rectángulos rojos indican regiones de análisis. Fuente: *International Research Institute for Climate and Society* (IRI).

a) Pronóstico de la Región El Niño 3.4

Con respecto a los reportes de NMME (North American Multi-Model Ensemble), las proyecciones de las anomalías de TSM en el Pacífico ecuatorial central (Niño 3.4) para los próximos 03 meses (FMA), presentarían condiciones neutras de acuerdo al ensamble de los modelos (anomalías de TSM muy cercano al promedio climatológico con 0.3°C en promedio, ver Fig. 8). Sin embargo, en el mes de marzo 2017 se mantendría alrededor de 0.5°C, para luego mantener una tendencia positiva los próximos meses del año 2017 (ver Figura 8).

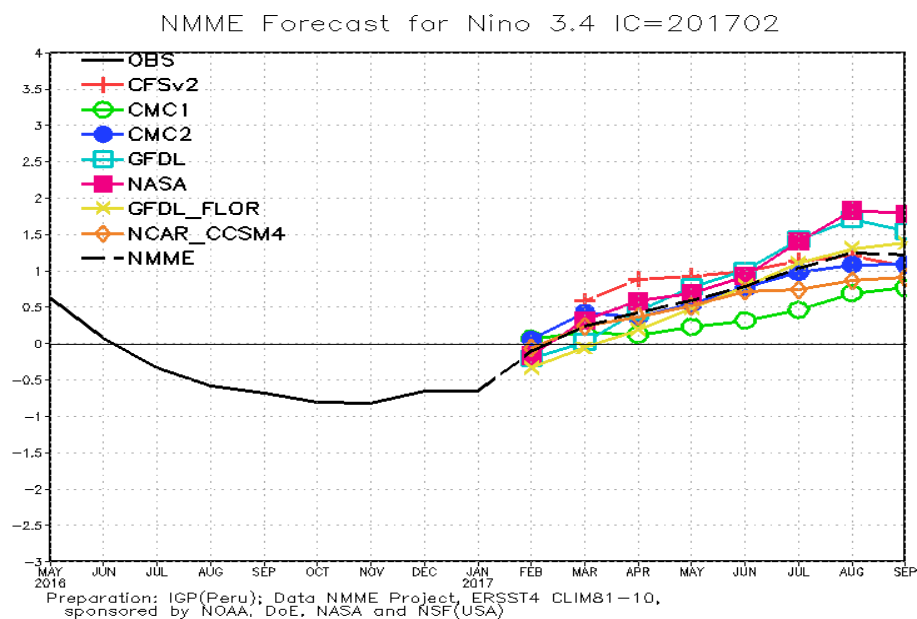


Fig. 8: Pronóstico de las anomalías de temperatura superficial del mar (TSM) por modelos acoplados para la región Niño 3.4 (5°N-5°S, 120°W-170°W) del Pacífico ecuatorial central, a partir de condiciones de fines de enero 2017. Fuente: CPC/NCEP/NOAA.

b) Pronóstico de la región Atlántico Tropical Norte

Según el reporte del IGP elaborado con datos del NMME, los modelos de pronósticos de fines de enero 2017 pronostican que las anomalías de TSM en el Atlántico tropical Norte (NATL) para el próximo trimestre febrero-abril (FMA) mostrarían condiciones cálidas débiles (anomalías de TSM por encima del promedio climatológico con 0.3°C en promedio, pero, dentro del rango neutral, ver Fig. 9).

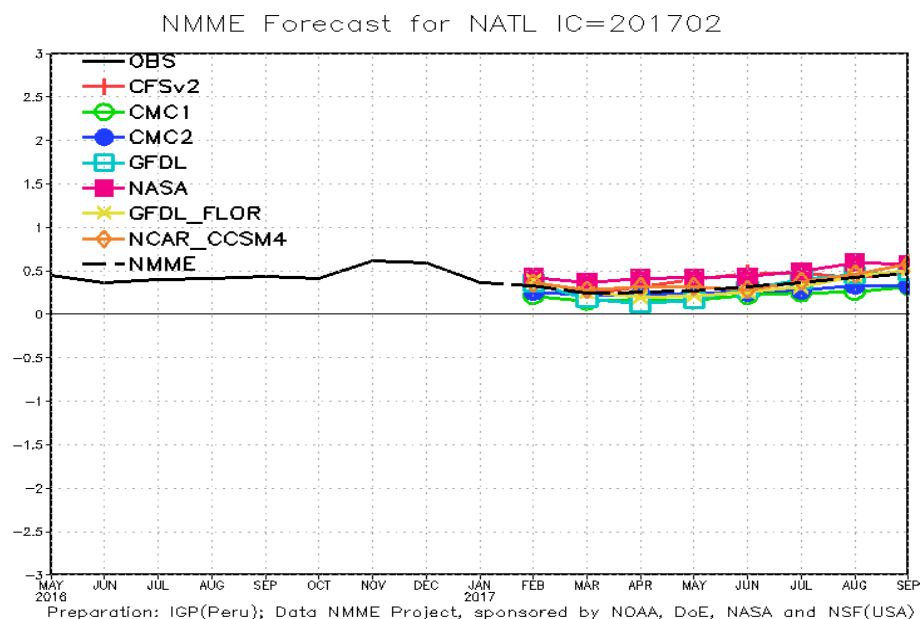


Fig. 9: Pronóstico de las anomalías de temperatura superficial del mar (TSM) para la región del Atlántico tropical Norte (NATL: 5°N-20°N, 30°W-60°W), a partir de condiciones de fines de enero 2017. Fuente: Instituto Geofísico del Perú (IGP).

5.2. Análisis del Pronóstico de las Precipitaciones

Según el reporte del CPTEC, los pronóstico de anomalías de precipitaciones para los próximos 03 meses febrero-abril (FMA) 2017 con datos observados de fines de enero, mostrarían dominio de anomalías negativas en gran parte de la cuenca del Amazonas incluida la Amazonía peruana, con un déficit de -4 mm/día. Por otro lado, se mostrarían anomalías de precipitación superiores al promedio climatológico en gran parte de la región central y sur de la Amazonía peruana (Figura 10).

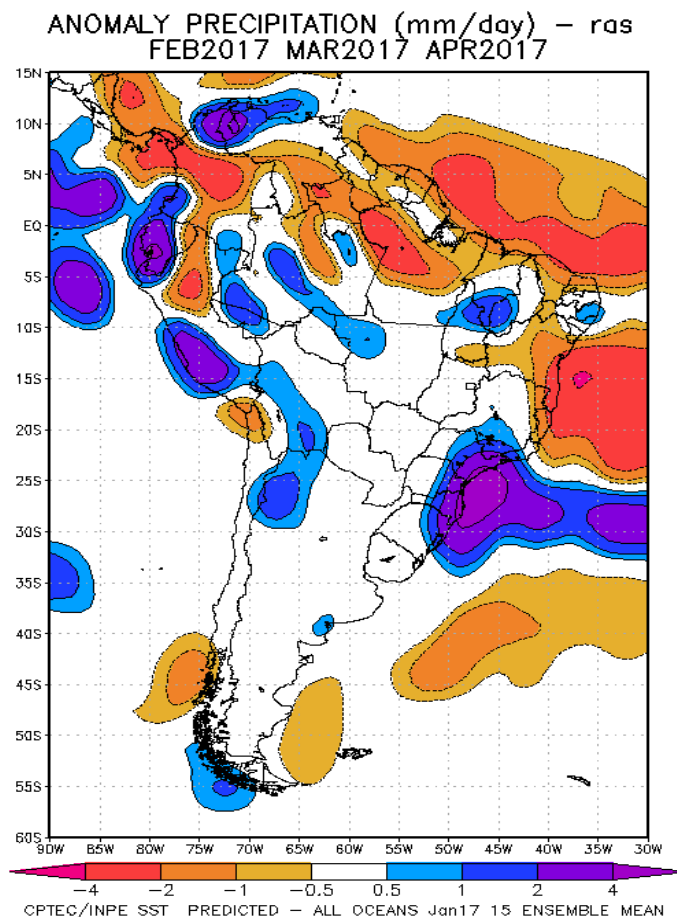


Fig. 10: Pronóstico de las anomalías de la precipitación (mm/día) método **ras** para el trimestre FMA del 2017 en América del Sur, con datos observados del mes de enero. Fuente: CPTEC/INPE.

VI. Conclusiones

En términos de niveles, de los principales ríos de la Amazonía peruana fueron analizados hasta el 20 de febrero 2017. Estos permanecen por encima de lo normal, a excepción de la estación de Pucallpa (río Ucayali) que sigue registrando niveles por debajo de los valores promedios históricos. Sin embargo, se registraron valores en exceso desde inicios del mes de enero en la estación de Iquitos (Amazonas), San Regis (Marañón) y Yurimaguas (Huallaga).

Durante el mes de enero 2017 la TSM en el Atlántico tropical Norte (NATL) mostró condiciones ligeramente cálidas, del mismo modo, el Atlántico tropical Sur (SATL) presentó condiciones cálidas débiles (anomalías positivas de TSM de 0.4°C para el NATL y 0.4°C para SATL). El Pacífico ecuatorial central (región Niño 3.4) mostró condiciones ligeramente frías (anomalías negativas de TSM de -0.4°C), manteniendo las

mismas condiciones del mes anterior. Por otro lado, la región Niño 1+2 presentó condiciones cálidas moderadas (anomalías positivas de TSM de 1.2°C), como indica el ENFEN en su Comunicado Oficial N°04-2017 (febrero).

Para el periodo de análisis (enero) se observó la predominancia de convergencia de flujos de humedad en gran parte de la cuenca del Amazonas, acentuadas sobre las regiones del extremo noroeste (Amazonía colombiana, ecuatoriana y norte de la Amazonía peruana), suroeste (sur de la Amazonía peruana), central y desembocadura. Estos se tradujeron en lluvias en gran parte de esta región norte de la cuenca del Amazonas, según la fuente de datos de TRMM-RT. Es decir, el exceso de precipitación en la región norte de la Amazonía peruana es coherente con los niveles de los ríos que registran por encima de sus promedios climatológicos.

Respecto a las condiciones oceánicas para el próximo trimestre (FMA), el ENFEN señala en su Comunicado Oficial ENFEN N° 04-2017 (febrero) que para la región Niño 3.4 continuarían las condiciones neutras hasta el mes de mayo, para luego evolucionar a condiciones cálidas. De igual forma para la región Niño 1+2, los modelos globales pronostican que continuarían las condiciones cálidas al menos hasta otoño.

Debido a la predominancia de anomalías positivas de precipitación mostradas en gran parte de la región norte de la cuenca Amazónica peruana, principalmente en la cuenca del río Marañón durante el mes de enero, en los próximos meses se esperarían niveles de ríos superiores de lo normal en dicha región, pero sin alcanzar valores extremos.

La base de datos de las variables hidroclimáticas se sigue actualizando continuamente, recopilando informaciones provenientes de diferentes agencias internacionales de investigación del clima e instituciones locales (NOAA, IRI, CPTEC, SENAMHI, etc.). Desde el mes de febrero 2015 las variables de precipitación se encuentran a tiempo real en la página web <http://www.igp.gob.pe/eventos-extremos-amazonia-peruana/>.

VII. Referencias

- Espinoza J. C., Guyot J-L, Ronchail J, Cochonneau G, Filizola N, Fraizy P, de Oliveira E, Ordoñez J J and Vauchel P (2009). Contrasting regional discharge evolutions in the Amazon basin (1974–2004) *J. Hydrol.* 375 297–311
- Espinoza J. C., Ronchail J., Guyot J. L., Junquas C., Vauchel P., Lavado W., Drapeau G. y Pombosa R. (2011). “Climate variability and extreme drought in the upper Solimões River (western Amazon Basin): Understanding the exceptional 2010 drought”. *Geophys. Res. Lett.* 38 L13406.
- Espinoza J. C., Ronchail J., Frappart F., Lavado W., Santini W., y Guyot J. L. (2012a). The Major Floods in the Amazonas River and Tributaries (Western Amazon Basin) during the 1970–2012 Period: A Focus on the 2012 Flood. *Journal of Hydrometeorology*.
- Espinoza J. C., Lengaigne M. Ronchail J., Janicot S. (2012b). Large-Scale circulation Patterns and related rainfall in the Amazon basin: a Neuronal Networks approach. *Climate Dynamics*. 38. 121-140. DOI. 10.1007/s00382-011-1010-8
- Espinoza, J. C., Ronchail, J., Frappart, F., Lavado, W., Santini, W., and Guyot, J. L. (2013). The Major Floods in the Amazonas River and Tributaries (Western Amazon Basin) during the 1970–2012 Period: A Focus on the 2012 Flood, *J. Hydrometeorol*, 14, 1000–1008.
- Espinoza JC. Marengo JA. Ronchail J. Molina J., Noriega L., Guyot JL. 2014. The extreme 2014 flood in south-western Amazon basin: The role of tropical-subtropical south Atlantic SST gradient. *Environm. Res. Lett.* 9 124007 doi:10.1088/1748-9326/9/12/124007.
- Janowiak, J. E., and P. Xie. (1999). CAMS-OPI: A global satellite-rain gauge merged product for real-time precipitation monitoring applications. *Journal of Climate* 12:3335-3342.
- Huffman G.J., R.F. Adler, D.T. Bolvin, E.J. Nelkin, (2010) “The TRMM Multi-satellite Precipitation Analysis (TMPA)”. Chapter 1 in *Satellite Applications for Surface Hydrology*, F. Hossain and M. Gebremichael, Eds. Springer Verlag, ISBN: 978-90-481-2914-0, 3-22.
- Lavado W., Labat D., Ronchail J., Espinoza J.C., Guyot JL. (2013). Trends in rainfall and temperature in the Peruvian Amazon-Andes basin over the last 40 years (1965-2007). *Hydrological Processes*. 41, 2944-2957. doi: 10.1002/hyp.9418
- Lavado W. & Espinoza J.C. (2014). “Impactos de El Niño y La Niña en las Lluvias del Perú (1965-2007)”, *Revista Brasileira de Meteorología*, v.29, n.2, 171-182.

- Lavado C W S, Ronchail J, Labat D, Espinoza J C and Guyot J L (2012). "Basin-scale analysis of rainfall and runoff in Peru (1969–2004): Pacific, Titicaca and Amazonas watersheds" Hydrol. Sci. J. at press (doi:10.1080/02626667.2012.672985).
- Satyamurty P., Nobre C. A., Silva Dias P.L. (1998). "Tropics - South America". In: Karoly DJ, Vincent DG (Org.) Meteorology and hydrology of the Southern Hemisphere. Boston: Meteorology Monograph. 49:119–139.
- Yoon J. H. y Zeng H. (2010). "An Atlantic influence on Amazon rainfall". Clim. Dyn. 34 249–64.