



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

INFORME MENSUAL: noviembre de 2016

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



Foto: Vista de un acuícola en Puerto Maldonado (Madre de Dios).

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

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

Noviembre, 2016

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 noviembre 2016, 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 noviembre 2016 la TSM en la región del Atlántico tropical Norte (NATL) mostró condiciones ligeramente cálidas con anomalías positivas de 0.6°C en promedio (predominancia de color amarillo pálido, ver Fig. 1 y Tabla 1), con un incremento respecto al mes de octubre. Por otro lado, continúan las anomalías positivas de TSM con respecto al mes de octubre, con magnitud de 0.2°C en promedio en la región Atlántico tropical Sur (SATL; ver Fig. 1 y Tabla 1).

El Pacífico ecuatorial Central (Niño 3.4) mostró ligeras anomalías negativas de TSM de -0.6°C en promedio (Tabla 1), con un ligero ascenso respecto al mes anterior (región con dominio de color verde claro en Fig. 1). Mientras que, la región del Pacífico ecuatorial Este (Niño 1+2) mostró anomalías positivas de TSM de 0.1°C en promedio (Tabla 1 y dominio de color blanco en Fig. 1) con un descenso respecto al mes de octubre. Ahora bien, el Comunicado Oficial N°16-2016 (diciembre) del ENFEN reportó que la TSM en el Niño 1+2, fluctuó alrededor de lo normal y el estimado para noviembre es de condición neutra.

En resumen, la TSM en las regiones del Atlántico tropical muestran condiciones cálidas débiles, en contraste, las regiones del Pacífico ecuatorial muestran condiciones neutras a frías débiles durante el mes de noviembre de 2016 (Fig. 1).

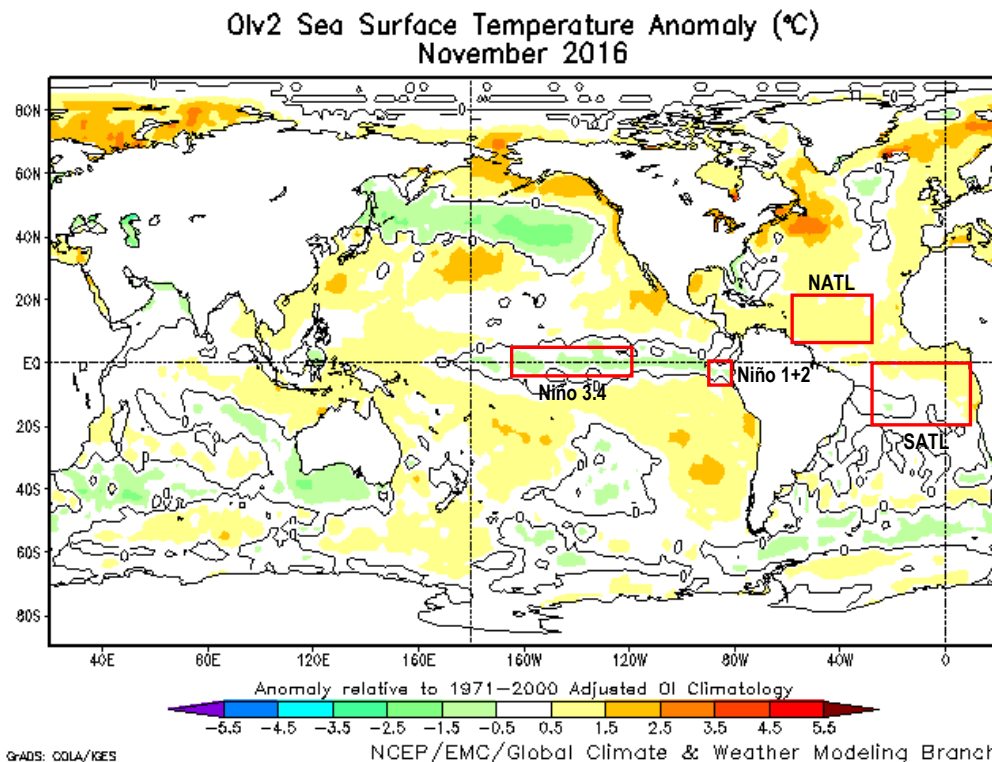


Fig. 1: Anomalías de temperatura superficial del mar (TSM) en °C del mes de noviembre de 2016. Las anomalías son calculadas utilizando la climatología del periodo base 1971-2000. Fuente NOAA/NCEP.

NOVIEMBRE 2016								
MES	TSM PACÍFICO				TSM ATLÁNTICO			
	NINO 1+2 0-10S 90W-80W		NINO 3.4 5N-5S 170W-120W		N. ATL 5N-20N 60W-30W		S. ATL 0-20S 30W-10E	
NOV 15	2.2	23.8	3.0	29.6	0.3	27.9	0.1	24.1
DIC 15	2.2	25.0	2.8	29.4	0.1	26.9	0.4	25.2
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

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

Al este de la cuenca Amazónica se observó débil ingreso de los vientos Alisios, así como un debilitamiento de los vientos del Atlántico tropical Norte hacia la cuenca amazónica. Sin embargo, vientos del este se intensificaron en el sur de la cuenca con magnitudes de hasta 3 m/s. Por otro lado, en el sur de la cuenca del Amazonas se observó un debilitamiento de los vientos del norte de bajos niveles hacia la cuenca de La Plata (Figura 2).

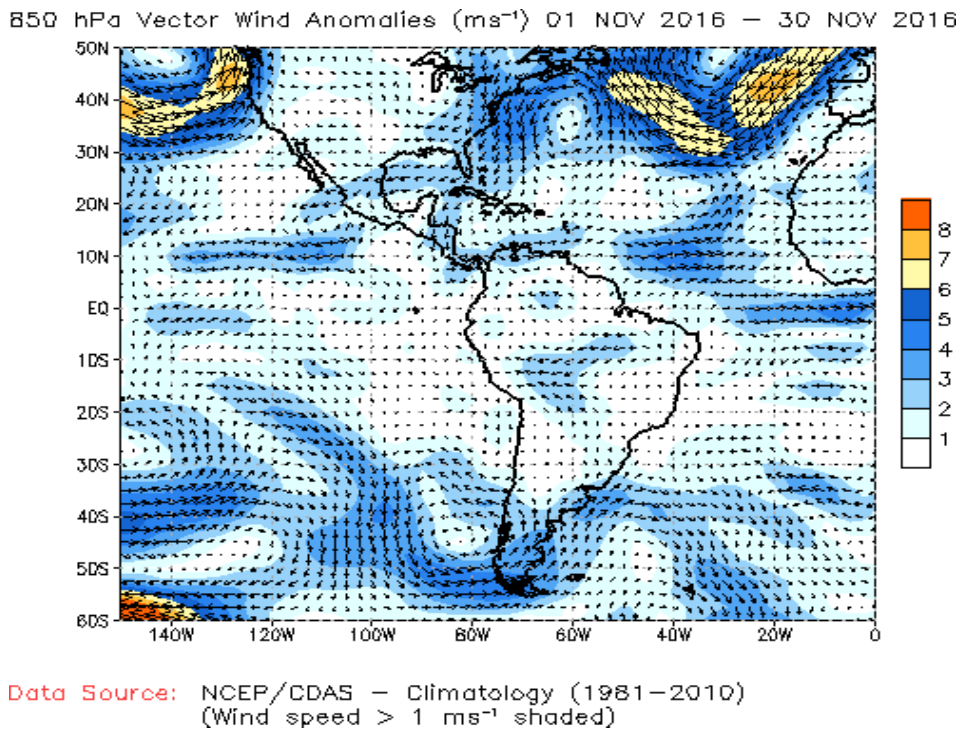


Fig. 2: Anomalía de vientos en niveles bajos (850 hPa) de la atmósfera, (del 01 de noviembre al 30 de noviembre de 2016). Las anomalías fueron calculadas utilizando el periodo base los promedios entre 1981 y 2010. Fuente: NOAA/NCEP.

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).

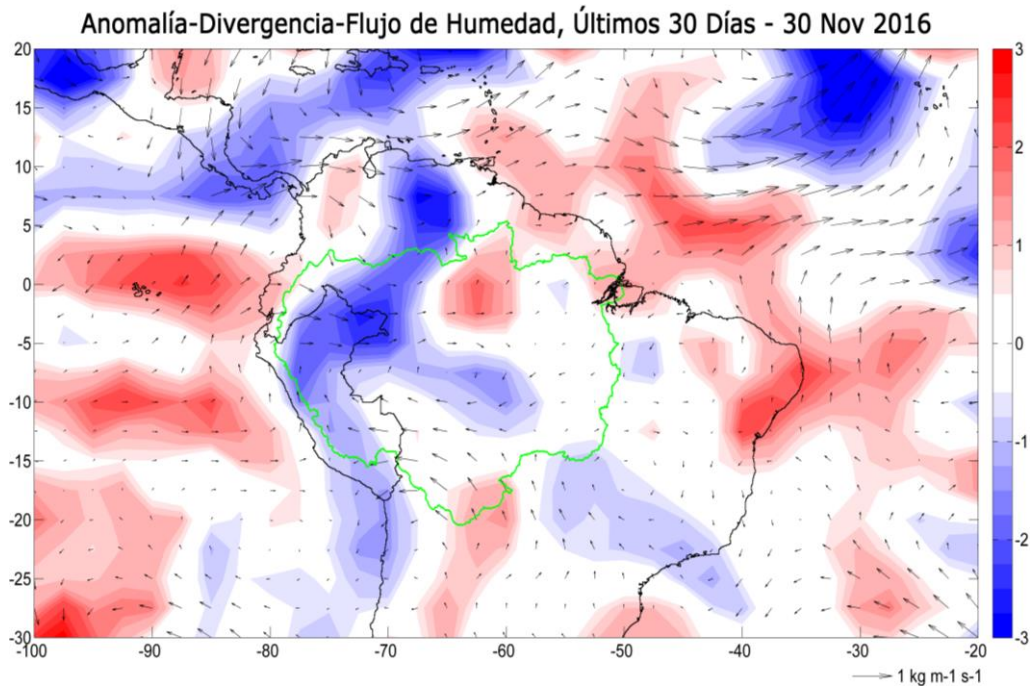


Fig. 3: Anomalías de flujo de humedad integrado en los niveles de 1000 hPa a 300 hPa de la atmósfera y su divergencia. El periodo corresponde de 01 al 30 de noviembre 2016. Las anomalías son calculadas utilizando el periodo base de 1970 a 2015. Se muestra límites de la cuenca Amazónica en línea verde.

En la Figura 3 se observa una fuerte convergencia de flujos de humedad en gran parte del extremo noroeste (incluyendo Amazonía colombiana y gran parte de la Amazonía peruana) y central de la cuenca del Amazonas producto de la intensificación de vientos del este en el sur de la cuenca (tal como mostrado en la Figura 2). Sin embargo, divergencia de vapor de agua es observada en la región del norte (cuencas del río Negro y Branco) y sur (sur de la Amazonía boliviana) de la cuenca del Amazonas, además, en el extremo de la desembocadura del río Amazonas (véase Figura 3).

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 30 de noviembre 2016, según datos de TRMM-TR, gran parte de las regiones de la Amazonía peruana (acentuadas sobre las cuencas del río Marañón, Huallaga, nacientes del río Ucayali, Napo, Tigre y Pastaza) y colombiana presentaron anomalías negativas de precipitación que alcanzaron en promedio de -5 mm/día (véase Figura 4). Asimismo, se observaron anomalías de hasta -4 mm/día en promedio en la región suroeste de la Amazonía boliviana (ver Fig. 4). Por otro lado, precipitaciones superiores al promedio climatológico se observaron en la región sureste de la cuenca del Amazonas (cuencas de Guaporé y nacientes de Tapajós y Xingu), con anomalías de 5 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 pocas incursiones de flujo de humedad desde el Atlántico tropical Norte y vientos del este (Fig. 2). Sin embargo, se generaron convergencias de flujos de vapor de agua sobre la región noroeste y este de la cuenca del Amazonas (Fig. 3) y que no se tradujeron en lluvias en gran parte de esta región de la cuenca del Amazonas incluida gran parte de la Amazonía peruana (Figura 4). Por otro lado, también se observó exceso de precipitación en la región sureste de la cuenca del Amazonas que es coherente con la intensificación de vientos sobre esta región (Fig. 3).

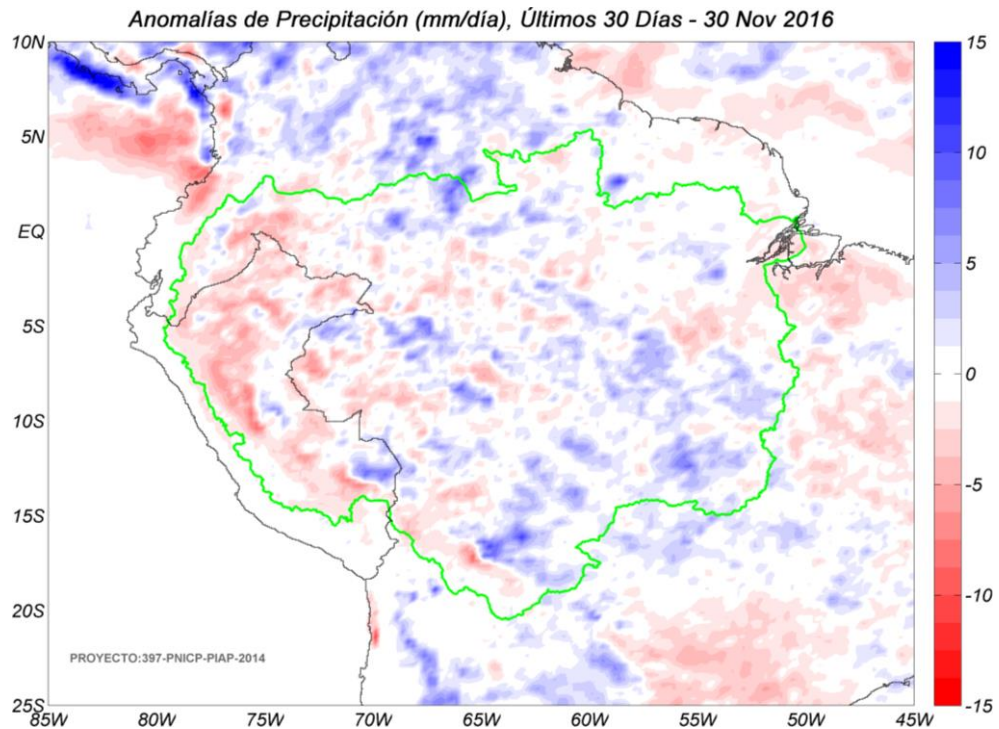


Fig. 4: Anomalías de precipitación estimadas por el TRMM-RT en mm/día hasta 30 de noviembre de 2016. Las anomalías fueron calculadas con respecto al periodo base promedio 2000-2015. Se muestra límites de la cuenca Amazónica en línea verde. Las anomalías de precipitación del TRMM-RT actualizadas a tiempo 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).

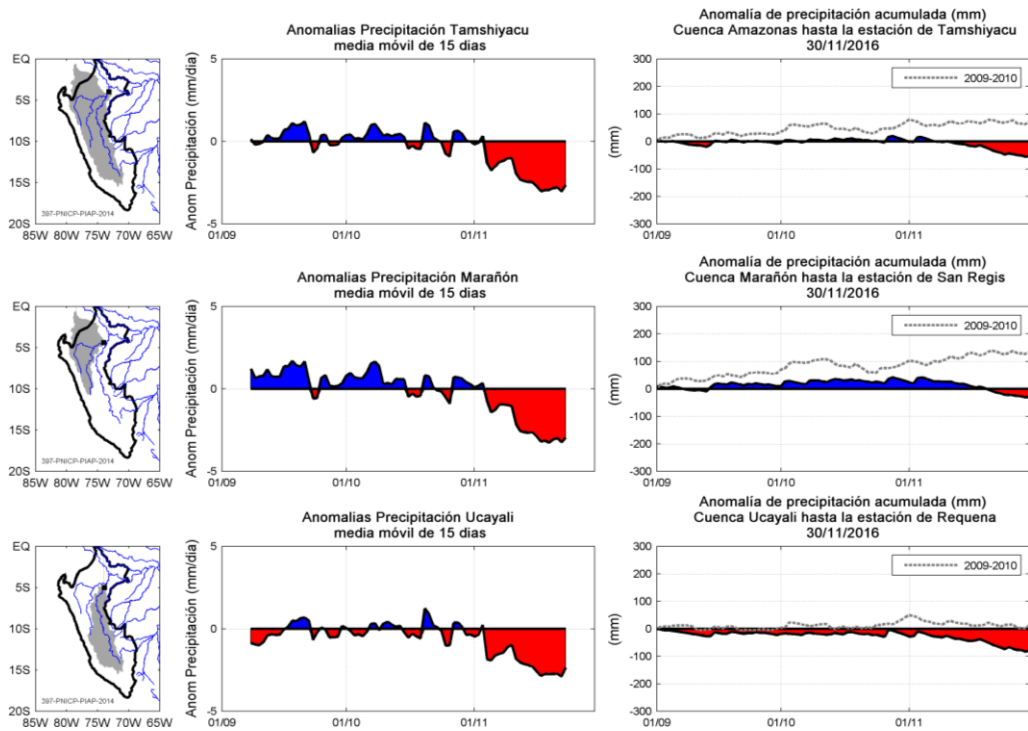


Fig. 5: Evolución temporal de anomalías de precipitación integradas en las principales cuencas hidrográficas de la Amazonía peruana: el río Amazonas hasta la estación Tamshiyacu (arriba), el río Marañón hasta la estación San Regis (medio) y el río Ucayali hasta la estación Requena (abajo). En la columna 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 secas de lo normal durante el mes de noviembre. Registrándose anomalías negativas de precipitación más acentuadas sobre la región sur (cuenca del río Ucayali), 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.

Sin embargo, en la cuenca del Amazonas hasta Tamshiyacu (cerca de Iquitos) la anomalía de precipitación acumulada para el presente año hidrológico es deficitaria (-60 mm) e incluso inferior el nivel de anomalía positiva ocurrida en el año 2009-2010 para este mismo periodo (línea de color gris en Figura 5 derecha). Asimismo, en la cuenca del río Marañón, se observó déficit de precipitación acumulada para el presente año hidrológico, que alcanza los -30 mm (Fig. 5, derecha), pero es inferior a lo ocurrido en el periodo 2009-2010. Además, en el sur de la Amazonía peruana, en la cuenca del río Ucayali, la precipitación acumulada es deficitaria (-80 mm) y es inferior al exceso de precipitación acumulada que ocurrió durante el año 2009-2010. Estas condiciones son coherentes con las condiciones de precipitación observadas 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 02 de diciembre, estos permanecen por debajo de lo normal, así como en Iquitos (río Amazonas) desde la última semana de octubre alcanzando valores extremos mínimos históricos en la tercera semana de noviembre. Asimismo, registrándose valores extremos mínimos históricos desde inicios de noviembre en la estación de Requena (río Ucayali) y mediados de noviembre en la estación de San Regis (río Marañón). Dichas estaciones han registrado anomalías de nivel de agua de -3.4%, -2.2% y -4.0%, respectivamente. Por otro lado, el nivel del río Huallaga (Yurimaguas) también mostró niveles cercano a los mínimos extremos (ver Figura 6), asimismo, en la estación de Pucallpa (río Ucayali) se han registrado niveles cercanos a los mínimos extremos. En general, todos los ríos se encuentran en la fase de ascenso, pero con algún retraso debido a las pocas precipitaciones registradas durante el mes de noviembre (ver Fig. 5).

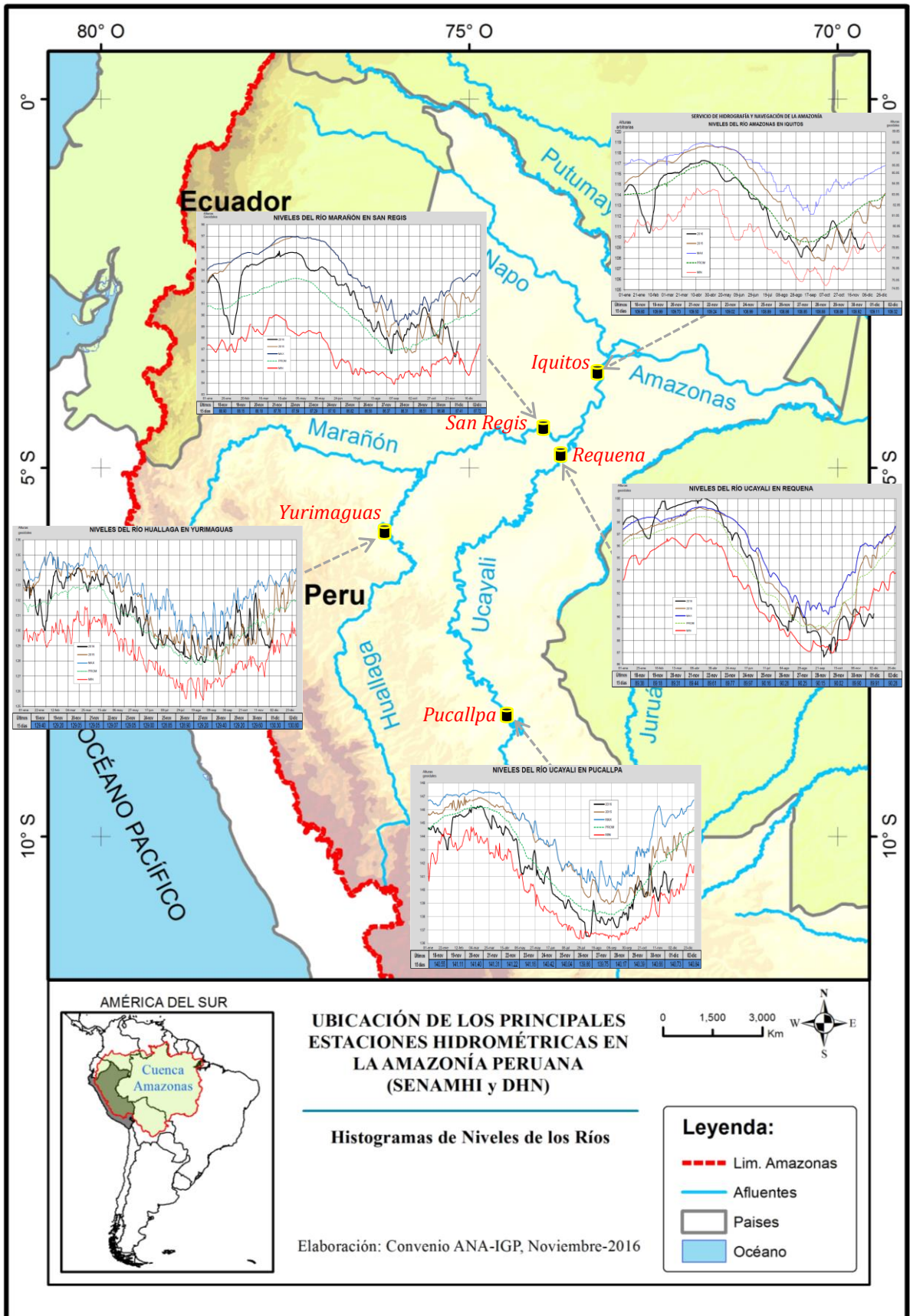


Fig. 6: Histograma de niveles de ríos diarios de los principales río de la Amazonía peruana. Fuente: DHN (<https://www.dhn.mil.pe/>).

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 diciembre-febrero (DEF) de 2016-2017, para la región del Atlántico tropical Norte (NATL) se prevén condiciones cálidas débiles a moderadas (dominio de color amarillo, ver Fig. 7). Para la región del Atlántico tropical Sur (SATL) se pronostican condiciones cálidas débiles con anomalías positivas de TSM que no superarían el rango neutral (región con predominancia de color amarillo pálido, ver Fig. 7). Por otro lado, en la región subtropical del Atlántico Sur se observarían condiciones cálidas débiles (región con anomalías positivas de TSM inferiores a 0.5°C, en forma extendida, ver Fig. 7).

Para la región Niño 3.4 se proyectan condiciones frías de magnitud moderada (-0.6; dominio de color celeste en Fig. 7), y cálidas débiles para la región Niño 1+2 (parcialmente de color amarillo pálido en Fig. 7). Del mismo modo, el Comunicado Oficial ENFEN N° 16-2016 (diciembre) señala que para los siguientes meses, la mayoría de los modelos globales inicializados los primeros días de diciembre, continúan pronosticando condiciones neutras de la TSM para la región Niño 3.4 durante el verano 2016-2017. De igual forma para la región Niño 1+2, los modelos

globales continúan pronosticando condiciones neutras, aunque con una ligera tendencia a calentar, hasta fines del verano inclusive.

Dec 2016 - Feb 2017 IRI seasonal Forecast SSTA issued 0000 1 Dec 2016

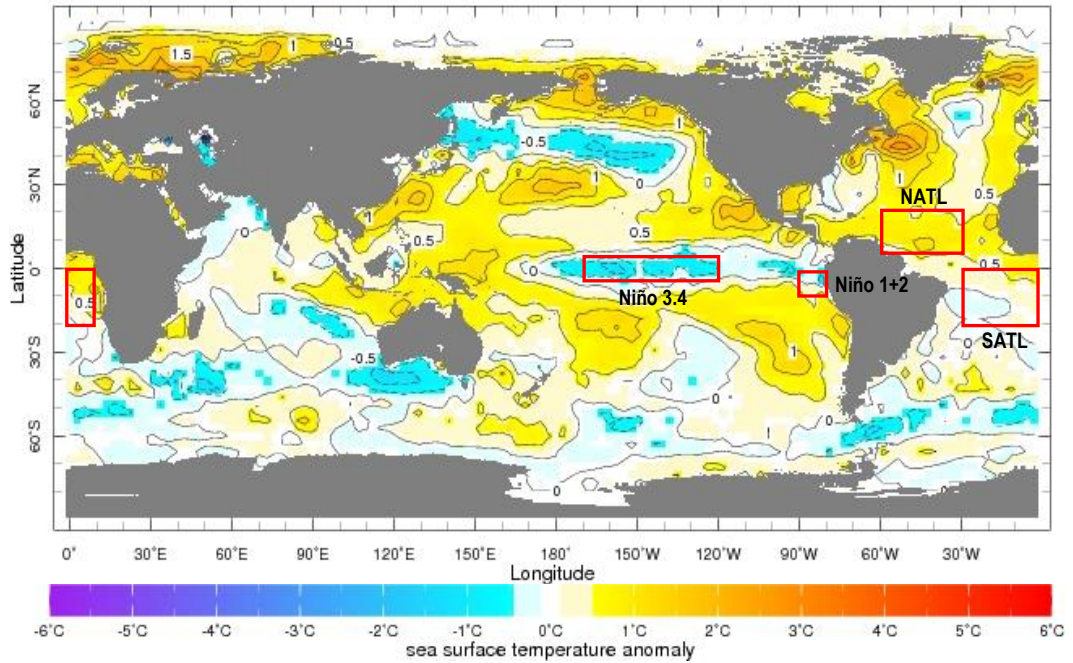


Fig. 7: Pronóstico de las anomalías de temperatura superficial del mar (°C) a nivel global, para el trimestre diciembre-febrero (DEF) 2016. Rectángulos rojos indican regiones de análisis. Fuente: *International Research Institute for Climate and Society (IRI)*.

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 (DEF), presentarían condiciones frías moderadas de acuerdo al ensamble de los modelos (anomalía de TSM por debajo del promedio climatológico con -0.8°C en promedio, ver Fig. 8). En el mes de enero 2017 se mantendría alrededor de -0.5°C , para luego retomar el rango neutral negativo con tendencia ligeramente positiva los próximos meses del año 2017 (ver Figura 8).

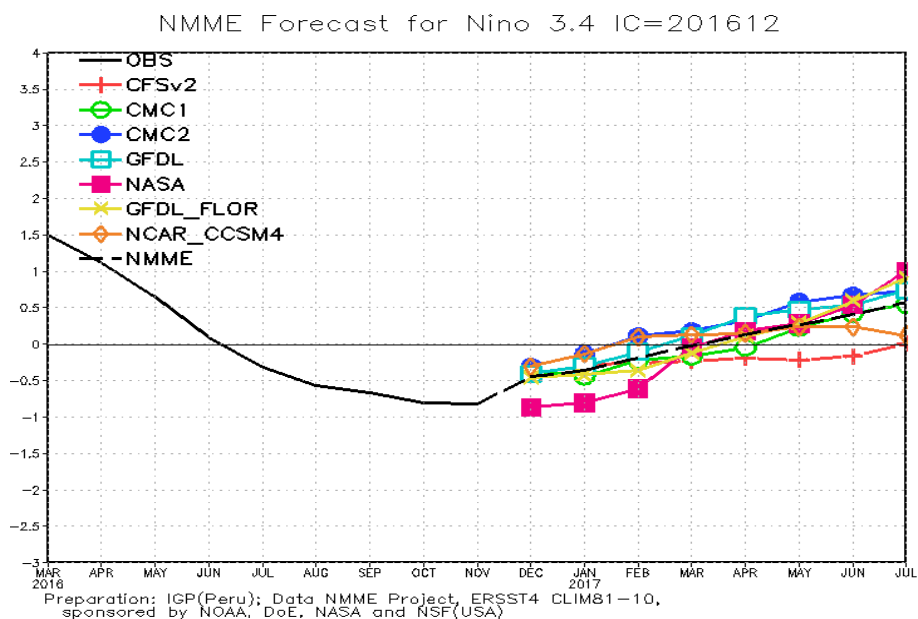


Fig. 8: Pronóstico de las anomalías de temperatura superficial del mar (TSM) por modelos acoplados para la región Niño 3.4 (5°N-5°S, 120°W-170°W) del Pacífico ecuatorial central, a partir de condiciones de fines de noviembre 2016. Fuente: CPC/NCEP/NOAA.

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 noviembre 2016 pronostican que las anomalías de TSM en el Atlántico tropical Norte (NATL) para el próximo trimestre diciembre-febrero (DEF) mostrarían moderadas condiciones cálidas (anomalías de TSM por encima del promedio climatológico con 0.6°C en promedio, pero, cercano al rango neutral, ver Fig. 9). Los siguientes meses del año mantendría una ligera tendencia negativa.

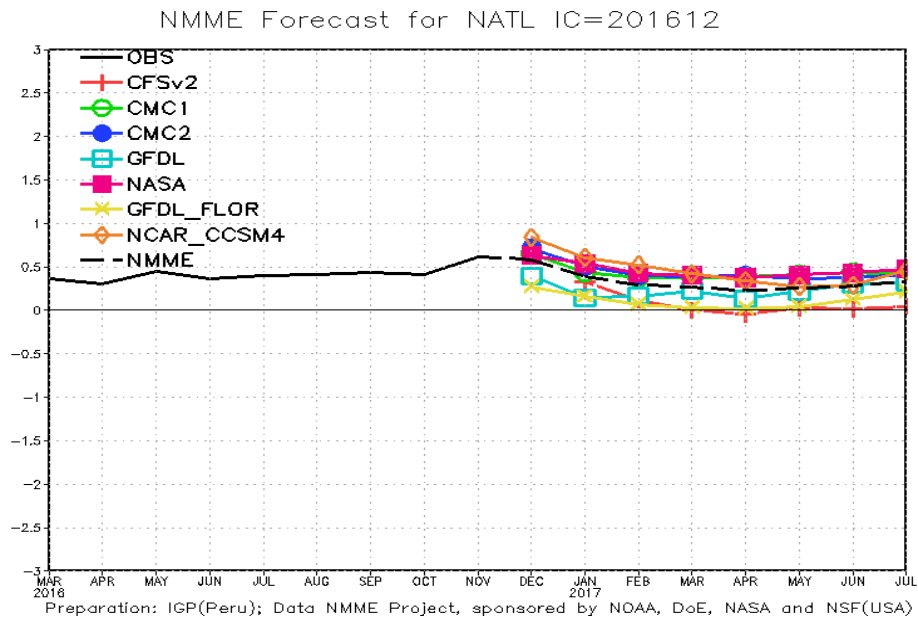


Fig. 9: Pronóstico de las anomalías de temperatura superficial del mar (TSM) para la región del Atlántico tropical Norte (NATL: 5°N-20°N, 30°W-60°W), a partir de condiciones de fines de noviembre 2016. Fuente: Instituto Geofísico del Perú (IGP).

5.2. Análisis del Pronóstico de las Precipitaciones

Según el reporte del CPTEC, los pronóstico de anomalías de precipitaciones para los próximos 03 meses diciembre-febrero (DEF) 2016-2017 con datos observados de fines de octubre, mostrarían dominio de anomalías negativas en gran parte de la cuenca del Amazonas incluido la Amazonía peruana, con un déficit de -4 mm/día. Sin embargo, mayores concentraciones de anomalías negativas de precipitación se mostrarían en la región noroeste (Amazonía colombiana) y este (cerca de la desembocadura) de la cuenca del Amazonas (Figura 10).

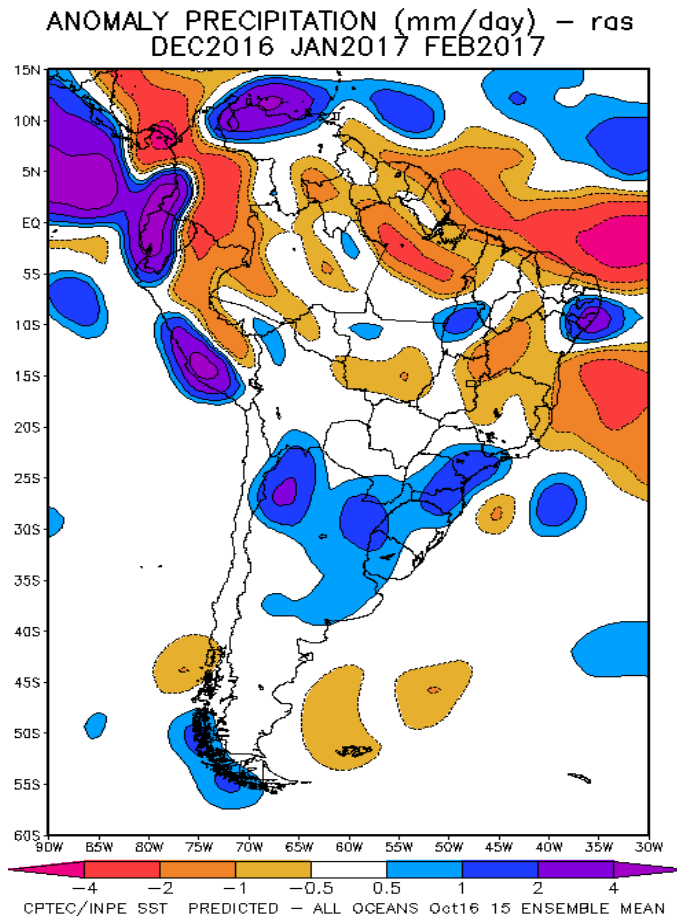


Fig. 10: Pronóstico de las anomalías de la precipitación (mm/día) método **ras** para el trimestre DEF del 2016-2017 en América del Sur, con datos observados del mes de octubre. Fuente: CPTEC/INPE.

VI. Conclusiones

En términos de niveles de los principales ríos de la Amazonía peruana, analizados hasta el 02 de diciembre, estos permanecen por debajo de lo normal, así como en Iquitos (Amazonas) desde la última semana de octubre alcanzando valores extremos mínimos históricos en la tercera semana de noviembre. Asimismo, registrándose valores extremos mínimos históricos desde inicios de noviembre en la estación de Requena (río Ucayali) y mediados de noviembre en la estación de San Regis (río Marañón). Por otro lado, los niveles del río Huallaga (Yurimaguas) y Ucayali (Pucallpa), han registrado anomalías cercanas a los valores extremos mínimos históricos. En general, todos los ríos se encuentran en la fase de ascenso pero con algún retraso debido a las pocas precipitaciones registradas durante el mes de noviembre.

Durante el mes de noviembre 2016 la TSM en el Atlántico tropical Norte (NATL) mostró condiciones ligeramente cálidas, del mismo modo, el Atlántico tropical Sur (SATL)

presenta condiciones cálidas débiles (anomalías positivas de TSM de 0.6°C para el NATL y 0.2°C para SATL), ambos en el rango neutral positivo. El Pacífico ecuatorial región Niño 3.4 mostró condiciones frías (anomalías negativas de TSM de -0.6°C), mostrando ligero ascenso respecto al mes anterior. Por otro lado, la región Niño 1+2 presentó condiciones cálidas débiles (anomalías positivas de TSM de 0.1°C), como indica el ENFEN en su Comunicado Oficial N°16-2016 (diciembre).

Para el periodo de análisis (noviembre) se observó la predominancia de convergencia de flujos de humedad en gran parte del extremo noroeste (incluyendo Amazonía colombiana y gran parte de la Amazonía peruana) y central de la cuenca del Amazonas. A pesar de las condiciones mostradas en la Figura 3, la fuente de datos de TRMM-RT mostró anomalías negativas de precipitación que alcanzaron -5 mm/día en gran parte de la Amazonía peruana (cuencas Marañón, Huallaga, nacientes de Ucayali, Napo, Tigre y Pastaza) y colombiana. Este déficit de precipitación es coherente con los niveles de los ríos que continúan por debajo de sus promedios climatológicos.

Respecto a las condiciones oceánicas para el próximo trimestre (DEF), el ENFEN señala en su Comunicado Oficial ENFEN N° 16-2016 (diciembre) que para los siguientes meses, la mayoría de los modelos globales inicializados los primeros días de diciembre, continúan pronosticando condiciones neutras de la TSM para la región Niño 3.4 durante el verano 2016-2017. De igual forma para la región Niño 1+2, los modelos globales continúan pronosticando condiciones neutras, aunque con una ligera tendencia a calentar, hasta fines del verano inclusive.

Debido a las condiciones oceánicas y atmosféricas que se vienen reportando, se espera que en los próximos meses las precipitaciones se incrementen en la cuenca amazónica, sin producir eventos de inundaciones estacionales extremas como ocurrido en 2009 o 2012. No obstante, no se descartan eventos aislados de lluvia intensa, debido al inicio del período húmedo en la región tropical del continente.

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.