



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

INFORME MENSUAL: mayo de 2016

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



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

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

Lic. Melissa Medina B. (IGP) melissamb28@gmail.com

Mayo, 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 mayo 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 (20°N a 30°S, 20°W a 100°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 mayo 2016 el Pacífico ecuatorial Central, la región Niño 3.4, mostró anomalías ligeramente positivas de TSM de 0.3°C en promedio (Tabla 1), mostrando un descenso respecto al mes anterior (región con dominio de color amarillo claro en Fig. 1). Asimismo, la región del Pacífico ecuatorial Este (Niño 1+2) mostró anomalías positivas de TSM de 0.3°C en promedio (Tabla 1 y parcialmente de color amarillo claro y verde claro en Fig. 1), y un ascenso de 0.1°C respecto al mes de abril. En general, el Pacífico ecuatorial presenta condiciones neutras de magnitud cálida muy débil. El ENFEN en su Comunicado Oficial N°10-2016 (junio) reportó que continúan condiciones normales en la región Niño 1+2, así como a lo largo de la costa del Perú.

En la región del Atlántico tropical Norte (NATL) se observaron condiciones ligeramente cálidas con anomalías positivas de 0.5°C de TSM en promedio (predominancia de color amarillo pálido, ver Fig. 1 y Tabla 1), con un ligero ascenso respecto al mes de abril. Por otro lado, continúan condiciones neutras con anomalías positivas de TSM de 0.1°C en promedio se presentaron en la región Atlántico tropical Sur (SATL) (Fig. 1 y Tabla 1).

En resumen, la TSM de la región del Pacífico ecuatorial muestran condiciones neutras y las regiones del Atlántico tropical muestran condiciones cálidas débiles durante el mes de mayo de 2016 (Fig. 1).

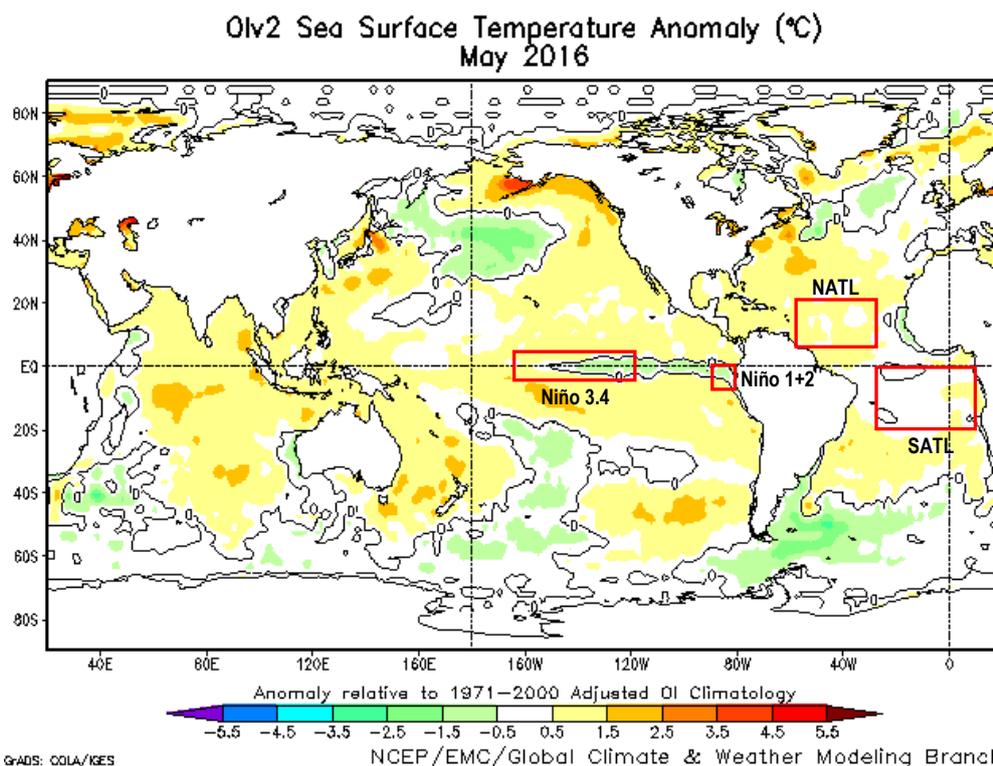


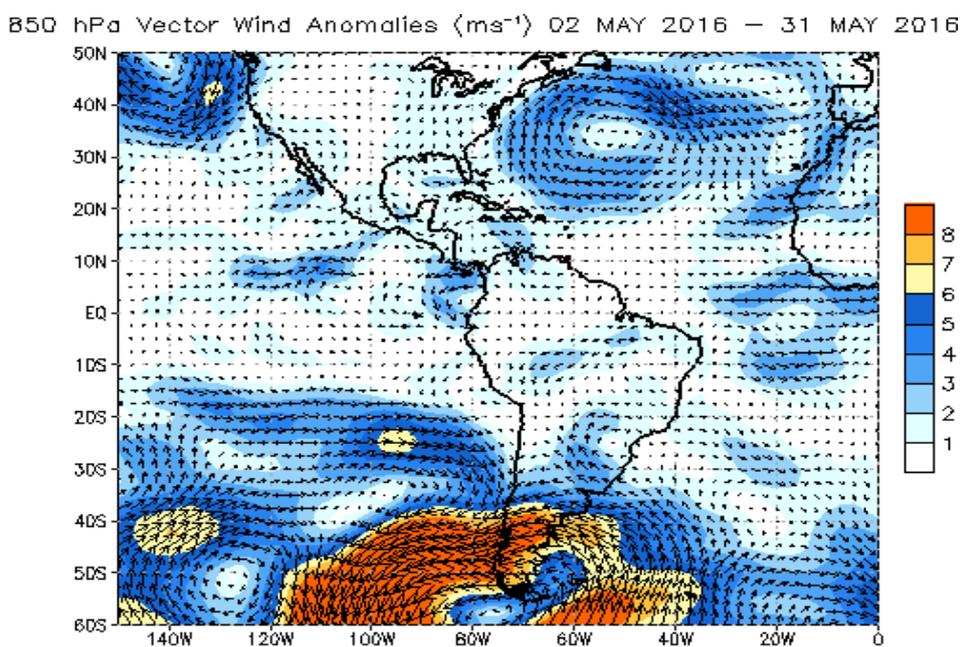
Fig. 1: Anomalías de temperatura superficial del mar (TSM) en °C del mes de mayo de 2016. Las anomalías son calculadas utilizando la climatología del periodo base 1971-2000. Fuente NOAA/NCEP.

MAYO 2016								
MES	TSM PACÍFICO				TSM ATLÁNTICO			
	NINO 1+2		NINO 3.4		N. ATL		S. ATL	
	0-10S	90W-80W	5N-5S	170W-120W	5N-20N	60W-30W	0-20S	30W-10E
MAY 15	2.4	26.7	1.0	28.9	-0.4	26.0	0.5	26.6
JUN 15	2.5	25.4	1.3	29.0	-0.4	26.4	0.0	24.9
JUL 15	2.9	24.5	1.6	28.8	-0.3	26.9	-0.2	23.6
AGO 15	2.2	22.9	2.1	28.9	0.0	27.8	-0.4	22.7
SET 15	2.6	22.9	2.3	29.0	0.5	28.6	-0.3	22.8
OCT 15	2.5	23.3	2.5	29.2	0.7	28.8	-0.1	23.3
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

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

En el continente sudamericano, se observó una débil incursión de vientos provenientes del Atlántico tropical Norte en el extremo norte del continente. Además, al este de la cuenca Amazónica se observó debilitamiento de los vientos Alisios, así como, un ligero ingreso de vientos del Atlántico tropical Sur hacia el suroeste de la cuenca amazónica. En el sur (cuenca de La Plata) se observó debilitamiento de vientos del norte y la presencia de incursiones de vientos del sur (debilitamiento del Low-Level Jet; ej. Espinoza et al., 2012b).



Data Source: NCEP/CDAS - Climatology (1981-2010)
(Wind speed $> 1 \text{ ms}^{-1}$ shaded)

Fig. 2: Anomalia de vientos en niveles bajos (850 hPa) de la atmósfera, (del 02 de mayo al 31 de mayo 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).

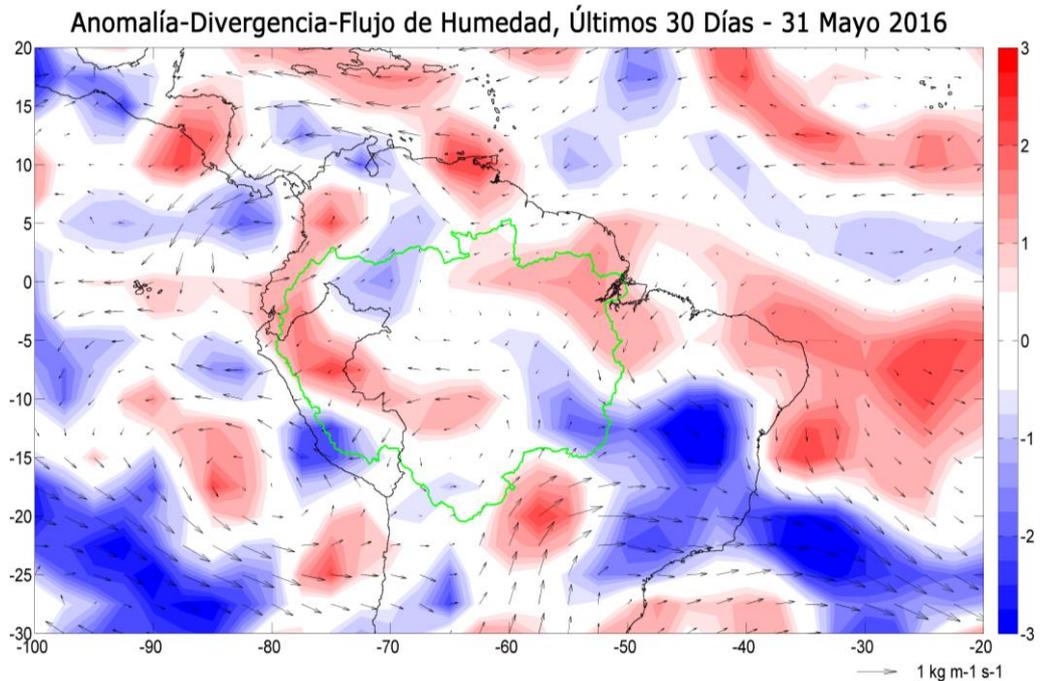


Fig. 3: Anomalías de flujo de humedad integrado en los niveles de 1000 hPa a 300 hPa de la atmósfera y su divergencia. El periodo corresponde de 01 al 31 de mayo 2016. Las anomalías son calculadas utilizando el periodo base de 1970 a 2015. Se muestra límites de la cuenca Amazónica en línea verde.

En la Figura 3 se observa una fuerte divergencia de flujos de humedad en gran parte de la Amazonía peruana y regiones de la parte este de la cuenca del Amazonas producto de las características de la circulación atmosférica de la Figura 2. Estas características confirman un debilitamiento de los vientos de bajo nivel desde el Atlántico tropical Norte y vientos del este, los cuales transportan la humedad desde dicha región oceánica hacia la región central de la cuenca amazónica y el extremo sur de la misma, incluyendo la cuenca de La Plata. Mientras que convergencia de vapor de agua es observada en el extremo sureste de la cuenca del Amazonas y el sureste del Brasil (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 (10°N a 25°S; 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 mayo 2016, según datos de TRMM-TR, gran parte de la cuenca del Amazonas incluyendo la Amazonía peruana presentaron anomalías de precipitación negativas que alcanzaron en promedio de -4 mm/día (véase Figura 4). Por otro lado, precipitaciones superiores al promedio climatológico se observaron en la región norte central de la cuenca Amazónica (parte de la Amazonía colombiana y gran parte de la cuenca del río Negro, con ligeras anomalías de 6 mm/día en promedio) y sureste de Brasil.

Las condiciones de precipitación mostradas por la fuente de datos del TRMM-RT en la cuenca Amazónica podrían atribuirse a las pocas incursiones de flujo de humedad desde el Atlántico tropical Norte y vientos del este (Fig. 2), generando divergencias de flujos de vapor de agua sobre la región central y oeste de la cuenca Amazónica (ver Fig. 3) y déficit de lluvias en gran parte de la Amazonía boliviana peruana y ecuatoriana (Figura 4).

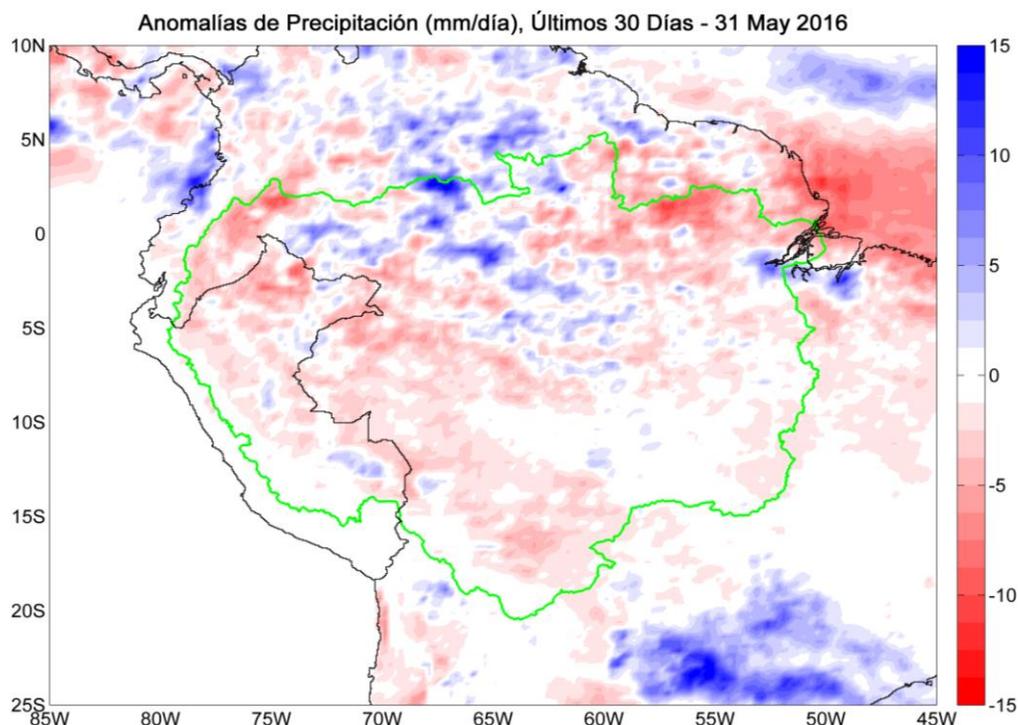


Fig. 4: Anomalías de precipitación estimadas por el TRMM-RT en mm/día hasta 31 de mayo de 2016. Las anomalías fueron calculadas con respecto al periodo base promedio 2000-2015. Se muestra límites de la cuenca Amazónica en línea verde. Las anomalías de precipitación del TRMM-RT actualizadas a tiempo real 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).

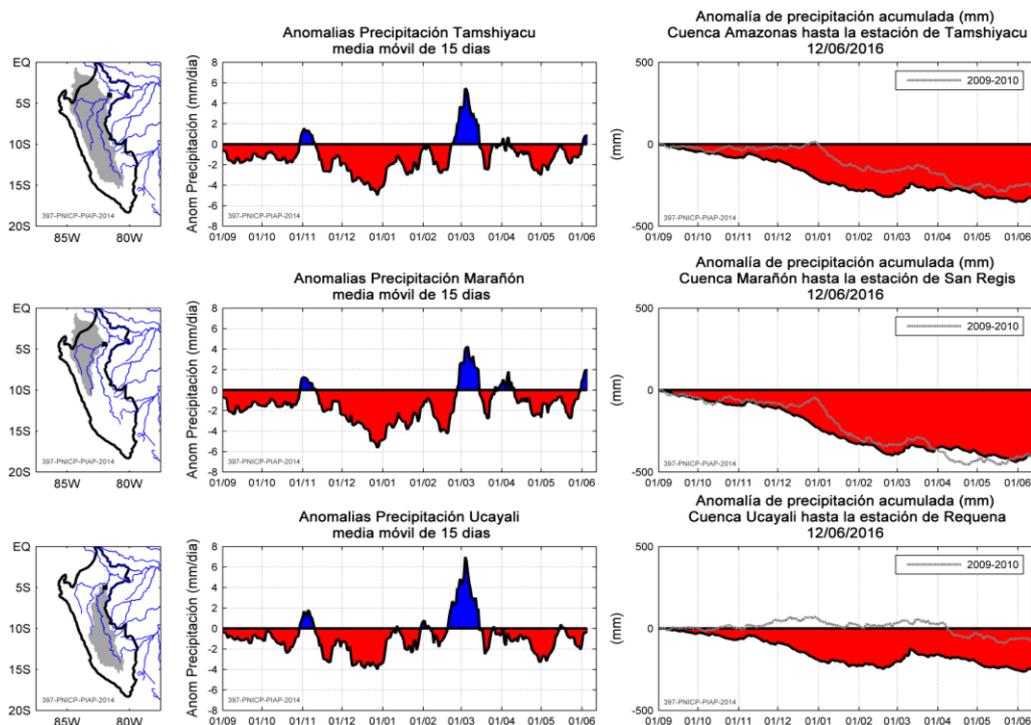


Fig. 5: Evolución temporal de anomalías de precipitación integradas en las principales cuencas hidrográficas de la Amazonía peruana: el río Amazonas hasta la estación Tamshiyacu (arriba), el río Marañón hasta la estación San Regis (medio) y el río Ucayali hasta la estación Requena (abajo). En la columna 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 desde el inicio del año hidrológico (septiembre de 2015), con una excepción de lluvias intensas durante las primeras semanas del mes de marzo (ver Fig. 5). A fines de mayo se observan anomalías negativas de precipitación cercana al promedio climatológico (neutral). Sin embargo, en la cuenca Amazónica hasta Tamshiyacu la anomalía de precipitación acumulada para

el presente año hidrológico continúa siendo deficitaria (-300 mm) e incluso superó el nivel de anomalía negativa ocurrida en el verano del año 2010 (línea de color gris en Fig. 5 derecha). Cabe recordar que durante el verano de 2010 se inició un periodo de déficit hídrico, asociado al fenómeno de El Niño, que culminó con la mayor sequía reportada en la Amazonía durante septiembre 2010. En la cuenca del río Marañón, también continúa observándose un importante déficit de precipitación acumulada para el presente año hidrológico, que alcanza los -400 mm (Fig. 5, derecha) y es comparable con lo ocurrido en el verano de 2010. En el sur de la Amazonía peruana, en la cuenca del río Ucayali, la precipitación acumulada también es deficitaria pero en menor grado durante el mes de abril (-250 mm).

4.3. Análisis de Niveles Históricos 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>.

Con respecto al nivel de agua de cada uno de los ríos, estos permanecieron por encima de lo normal hasta fines del mes de abril en la mayoría de los ríos a excepción del río Ucayali en la estación Pucallpa permaneció por debajo. Asimismo, estos niveles de agua mostraron declinación: primera semana de marzo en las estaciones del río Huallaga (Yurimaguas) y Ucayali (Pucallpa), mediados de abril en las estaciones del río Ucayali (Requena) y Amazona (Tamshiyacu), y primera semana de mayo en la estación de San Regis (Marañón), en general, todos se encuentran en la fase de descenso, (ver Fig. 6). Esto se atribuye al déficit de precipitaciones a causa de la estacionalidad de las precipitaciones en esta región. Por consiguiente, a fines de mayo todos los principales ríos de la Amazonía peruana registraron anomalías de nivel de agua cercanas al promedio climatológico, a excepción de la estación de San Regis en el río Marañón, donde se sigue registrando un nivel de agua por encima de la media histórica.

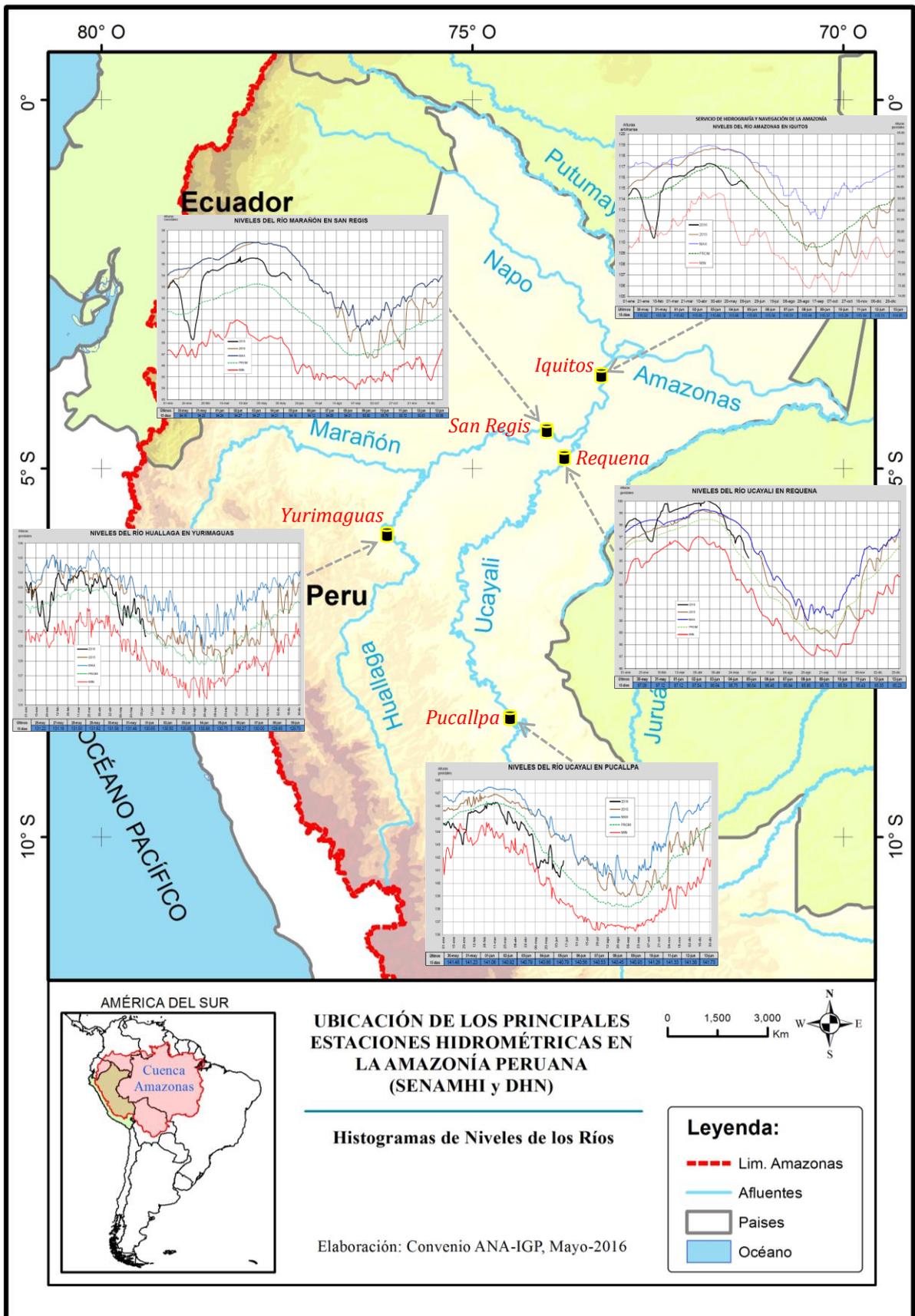


Fig. 6: Histograma de niveles de ríos diarios de los principales río de la Amazonía peruana. Fuente: DHN (<https://www.dhn.mil.pe/>).

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 lluvias 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 Junio-Agosto (JJA) de 2016, proyectan condiciones frías de magnitud débil para la región Niño 3.4 (parcialmente de color celeste/amarillo pálido en Fig. 7) y condiciones frías débiles para la región Niño 1+2 (parcialmente de color celeste en Fig. 7). Del mismo modo, el Comunicado Oficial ENFEN N° 10-2016 (junio) señala que, la mayoría de los modelos globales pronostican el desarrollo de La Niña para la región Niño 3.4 a partir de julio. No obstante, se ha observado que los modelos han tendido a sobreestimar la magnitud de enfriamientos pasados en esta región. Para el Pacífico Oriental (región Niño 1+2), la mayoría de modelos globales pronostican anomalías negativas aunque dentro del rango neutral en al menos los próximos tres meses.

Para la región del Atlántico tropical Norte (NATL) se prevén condiciones cálidas débiles (dominio de color amarillo claro, ver Fig. 7) para el trimestre Junio-Agosto (JJA). 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). En la región subtropical del Atlántico Sur se observarían condiciones cálidas moderadas

(región con anomalías positivas de TSM superiores a 0.5°C , en forma extendida, ver Fig. 7).

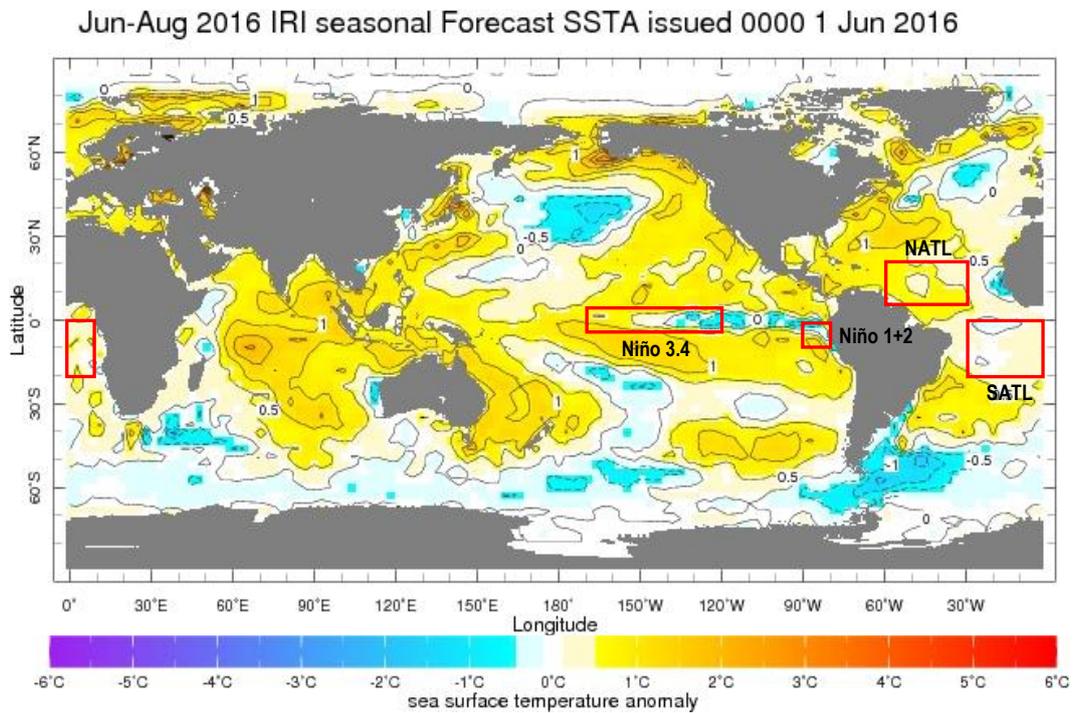


Fig. 7: Pronóstico de las anomalías de temperatura superficial del mar ($^{\circ}\text{C}$) a nivel global, para el trimestre Junio-Agosto (JJA) 2016. Rectángulos rojos indican regiones de análisis. Fuente: International Research Institute for Climate and Society (IRI).

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 (JJA), presentarían condiciones frías débiles a moderadas de acuerdo al ensamble de los modelos (anomalía de TSM por debajo del promedio climatológico con -0.7°C en promedio, ver Fig. 8). El mes de junio 2016 pasaría al rango neutral negativo con un valor de -0.4°C con tendencia hasta el mes de julio (-1.0°C) para luego retomar proyecciones de tendencia nula los siguientes meses del año 2016 (ver Figura 8).

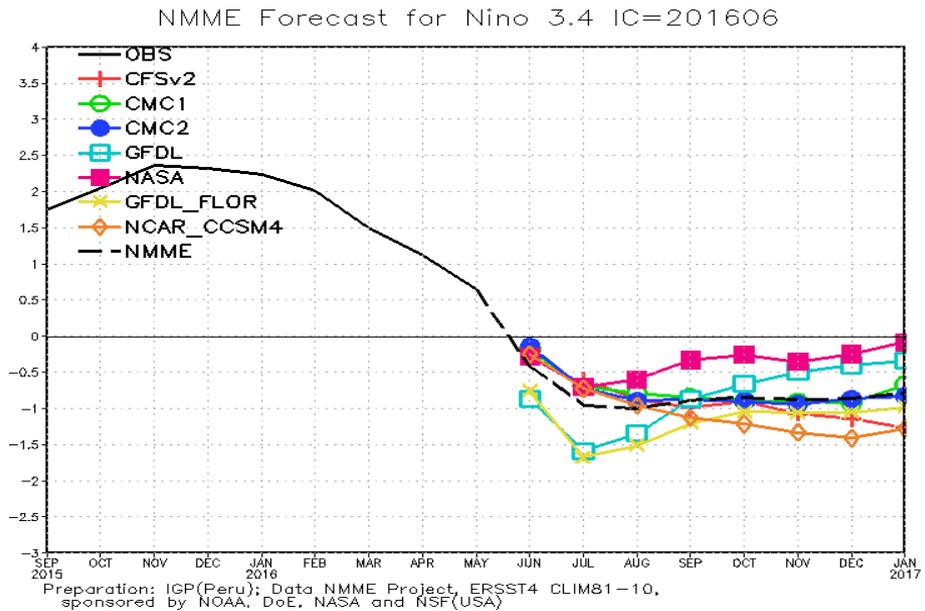


Fig. 8: Pronóstico de las anomalías de temperatura superficial del mar (TSM) por modelos acoplados para la región Niño 3.4 (5°N-5°S, 120°W-170°W) del Pacífico ecuatorial central, a partir de condiciones de fines de abril 2016. Fuente: CPC/NCEP/NOAA.

b) Pronóstico de la región Atlántico Tropical Norte

Según el reporte del IGP elaborados con datos del NMME, los modelos de pronósticos de fines de mayo 2016 pronostican que las anomalías de TSM en el Atlántico tropical Norte (NATL) para el próximo trimestre Junio-Agosto (JJA) mostrarían ligeras condiciones cálidas (anomalías de TSM por encima del promedio climatológico con 0.4°C en promedio, ver Fig. 9), sin embargo, en el rango neutral. Los siguientes meses del año mantendría tendencias similares.

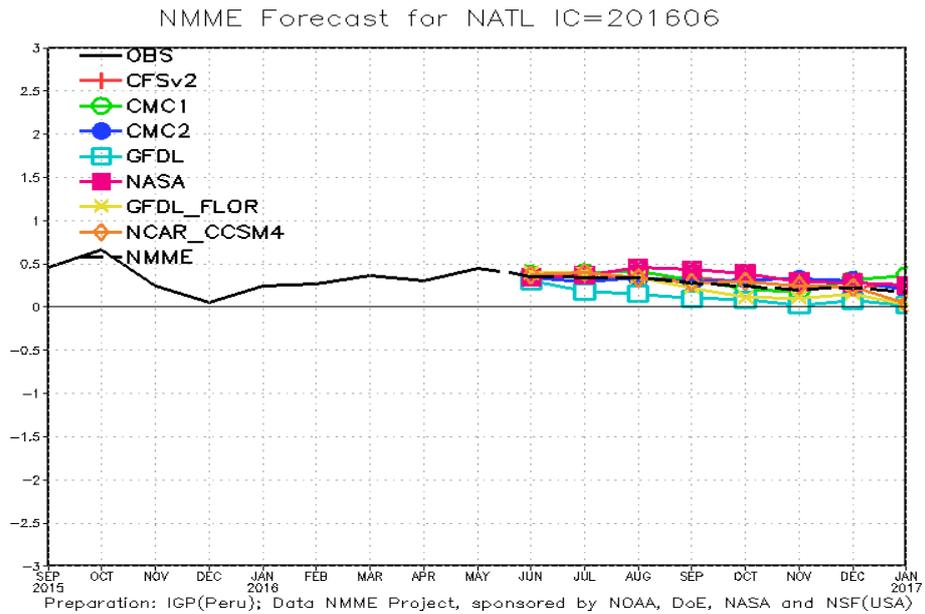


Fig. 9: Pronóstico de las anomalías de temperatura superficial del mar (TSM) para la región del Atlántico tropical Norte (NATL: 5°N-20°N, 30°W-60°W), a partir de condiciones de fines de mayo 2016. Fuente: Instituto Geofísico del Perú (IGP).

5.2. Análisis del Pronóstico de las Precipitaciones

Según el reporte del CPTEC, los pronóstico de anomalías de precipitaciones para los próximos 03 meses Junio-Agosto (MJJ) 2016 con datos observados de fines de mayo, mostrarían dominio de anomalías negativas de precipitación en la región noreste (cercano a la desembocadura y sureste de Venezuela), con valores de hasta -4 mm/día en promedio (Fig. 10). Sin embargo, gran parte de la región de la cuenca Amazónica mostraría anomalías neutras de precipitación, asimismo, la totalidad de la amazonia peruana mostraría anomalías neutras de precipitación (Fig. 10). Por otro lado, alrededor de la triple frontera Brasil-Perú-Colombia, presentarían anomalías positivas de precipitación.

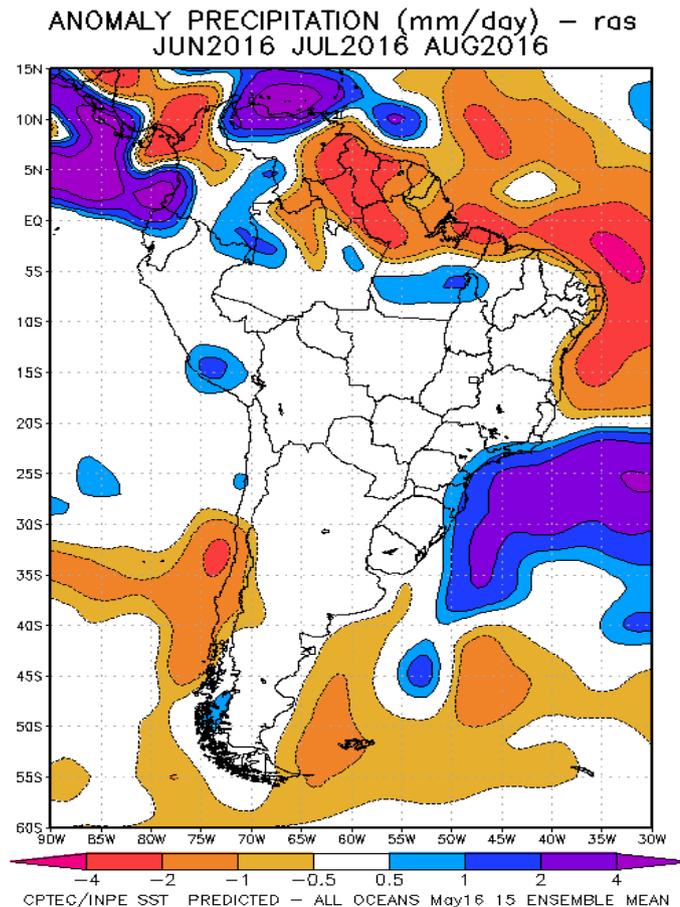


Fig. 10: Pronóstico de las anomalías de la precipitación (mm/día) método **ras** para el trimestre JJA del 2016 en América del Sur, con datos observados del mes de mayo. Fuente: CPTEC/INPE.

VI. Conclusiones

Durante el mes de mayo 2016, la TSM en el Pacífico ecuatorial región Niño 3.4 mostró condiciones neutras (anomalías positivas de TSM de 0.3°C), con un descenso respecto al mes anterior. La región Niño 1+2 presentó condiciones neutras (anomalías positivas de TSM de 0.3°C), como indica el ENFEN en su Comunicado Oficial N°10-2016 (junio). El Atlántico tropical Norte (NATL) mostró ligeras condiciones cálidas, del mismo modo, el Atlántico tropical Sur (SATL) presenta condiciones neutras (anomalías de TSM de 0.5°C para el NATL y 0.1°C para SATL).

Para el periodo de análisis (mayo) se observó una fuerte divergencia de flujos de humedad en gran parte de la Amazonía peruana y regiones del este de la cuenca del Amazonas. Por otro lado, se observaron convergencia de vapor de agua en el extremo sureste de la cuenca del Amazonas, Amazonía colombiana y el sureste del Brasil.

Hasta fines del mes de mayo 2016, según lo mostrado por la fuente de datos de TRMM-TR, se presentaron anomalías negativas de precipitación que alcanzaron en promedio de -4 mm/día, en gran parte de la cuenca del Amazonas incluyendo la Amazonía peruana. Por otro lado, precipitaciones superiores al promedio climatológico se observaron en la región norte central de la cuenca Amazónica (parte de la Amazonía colombiana y gran parte de la cuenca del río Negro, con ligeras anomalías de 6 mm/día en promedio) y sureste de Brasil.

A fines del mes de mayo, en general, todos los ríos se encuentran en la fase de descenso, estos declinaron la primera semana de marzo en las estaciones del río Huallaga (Yurimaguas) y Ucayali (Pucallpa), mediados de abril en las estaciones del río Ucayali (Requena) y Amazona (Tamshiyacu), y primera semana de mayo en la estación de San Regis (Marañón). Por consiguiente, a fines de mayo todos los principales ríos de la Amazonía peruana registraron anomalías de nivel de agua cercanas al promedio climatológico, a excepción de la estación de San Regis en el río Marañón, donde se sigue registrando un nivel de agua por encima.

Respecto a las condiciones oceánicas para el próximo trimestre (JJA), el ENFEN en su Comunicado Oficial ENFEN N° 10-2016 (junio) señala que, la mayoría de los modelos globales pronostican el desarrollo de las anomalías negativas de TSM para la región Niño 3.4 a partir de julio. No obstante, se ha observado que los modelos han tendido a sobreestimar la magnitud de enfriamientos pasados en esta región. Para el Pacífico Oriental (región Niño 1+2), la mayoría de modelos globales pronostican anomalías negativas aunque dentro del rango neutral en al menos los próximos tres meses.

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 J.C. Marengo J.A. Ronchail J. Molina J., Noriega L., Guyot J.L. 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 J.L. (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.