



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

INFORME MENSUAL: agosto de 2015

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



Foto: Est. hidrométrica de Bellavista (río Napo) julio 2015

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

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

Agosto, 2015

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 TSM a nivel global
 - b. Pronóstico de la región Niño 3.4
 - c. 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 agosto 2015, 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 agosto 2015 el Pacífico ecuatorial Central, la región Niño 3.4 mostró anomalías positivas de TSM de 2.1°C en promedio (Tabla 1), con un ligero ascenso respecto al mes anterior (dominio de áreas en naranja pálido en Fig. 1). Asimismo, la región del Pacífico ecuatorial Este (Niño 1+2) mostró anomalías positivas de TSM de 2.3°C en promedio (Tabla 1 y dominio de color naranja pálido en Fig. 1), respecto al mes anterior, presentó un descenso de 0.6°C. En general, el Pacífico ecuatorial presenta condiciones cálidas de magnitud fuerte, tal como ha sido reportado por el ENFEN en su Comunicado Oficial N°16-2015 (setiembre).

La región del Atlántico tropical Norte (NATL) mostró condiciones cercanas a la media climatológica con ligeras anomalías negativas de -0.1°C de TSM en promedio (dominio de color blanco, ver Fig. 1 y Tabla 1), con un mínimo ascenso respecto al mes de julio. Por otro lado, la región Atlántico tropical Sur (SATL) mostró ligeras anomalías negativas de TSM de -0.3°C en promedio para el mes de agosto (Fig. 1 y Tabla 1), con un ligero descenso al mes anterior.

En resumen, la TSM de la región del Pacífico ecuatorial muestran condiciones cálidas fuertes y las regiones del Atlántico tropical muestran condiciones neutrales durante agosto de 2015 (Fig. 1).

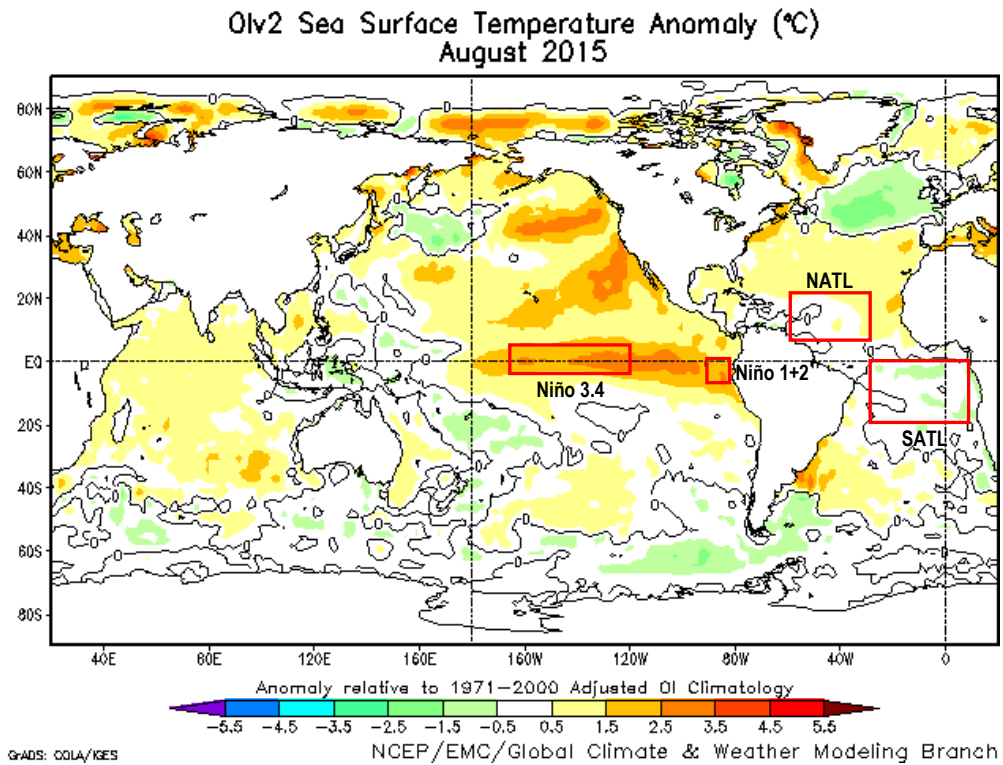


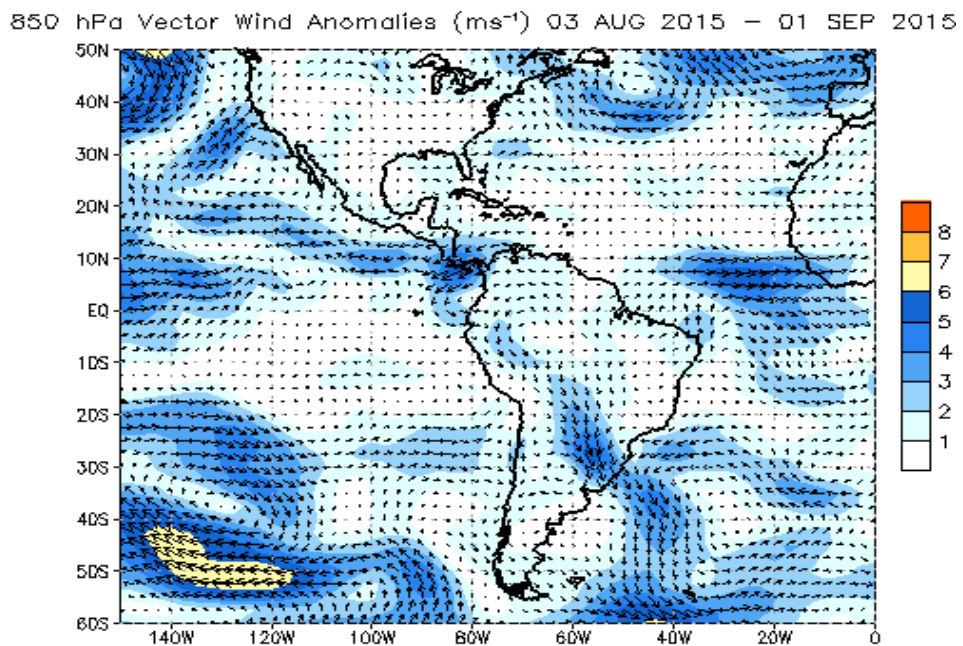
Fig. 1: Anomalías de temperatura superficial del mar (TSM) en °C del mes de agosto de 2015. Las anomalías son calculadas utilizando la climatología del periodo base 1971-2000. Fuente NOAA/NCEP.

AGOSTO 2015								
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				
AGO 14	1.3	21.9	0.2	27.0	-0.2	27.5	0.0	23.1
SET 14	1.0	21.3	0.5	27.2	0.1	28.2	0.0	23.0
OCT 14	0.8	21.5	0.5	27.2	0.3	28.4	0.0	23.3
NOV 14	0.7	22.3	0.9	27.5	0.1	27.7	-0.5	23.5
DIC 14	0.1	22.9	0.8	27.4	0.0	26.8	-0.4	24.4
ENE 15	-0.4	24.1	0.5	27.1	0.1	26.1	0.1	25.7
FEB 15	-0.6	25.6	0.6	27.3	0.3	25.8	0.1	26.7
MAR 15	0.1	26.7	0.6	27.8	-0.2	25.4	0.0	27.2
ABR 15	1.4	27.0	0.8	28.6	-0.3	25.6	0.2	27.3
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	2.3	22.9	2.1	28.9	-0.1	27.7	-0.3	22.8

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 la región del Pacífico ecuatorial se observa un debilitamiento de los vientos Alisios principalmente en la región central y este (Fig. 2). Dentro del continente sudamericano, se observan ligeras incursiones de vientos del norte, provenientes del Atlántico tropical Norte, los cuales son transportados desde el noroeste de la cuenca Amazónica hacia la cuenca del río de La Plata (intensificación del Low-Level Jet; ej. Espinoza et al., 2012b). Asimismo, en la región ecuatorial del océano Atlántico, se observa un fuerte debilitamiento de los vientos Alisios (Fig. 2).



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

Fig. 2: Anomalía de vientos en niveles bajos (850 hPa) de la atmósfera, (del 03 de agosto al 01 de setiembre de 2015). 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 de la superficie a 300 hPa, para más detalle revisar Satyamurty *et al.* (1998).

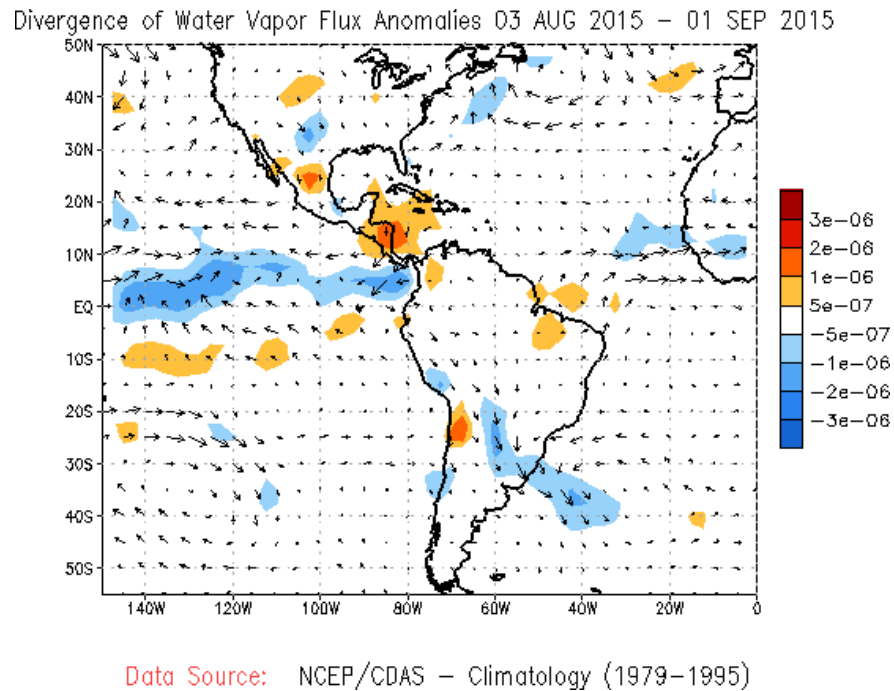


Fig. 3: Anomalías de flujo de humedad integrado en los niveles de 1000 hPa a 300 hPa de la atmósfera y su divergencia. El periodo corresponde de 03 de agosto al 01 de setiembre 2015. Las anomalías son calculadas utilizando el periodo base de 1979 a 1995. Fuente: NOAA/NCEP.

Durante este periodo, se observa anomalías de flujos de humedad neutrales en gran parte de la cuenca Amazónica. Sin embargo, se observó convergencia en el extremo sur de la cuenca Amazónica (Amazonía boliviana, Fig. 3). Estas condiciones probablemente están asociadas a mínimas ingresos de humedad desde el Atlántico tropical Norte y a la intensificación de los vientos de bajo nivel al este de los Andes, dirigidos hacia la cuenca de La Plata, descritos en la 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 (7°N a 22°S; 82°W a 48°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 agosto 2015, según datos de TRMM-RT, la magnitud de las precipitaciones estuvo por debajo de lo normal (anomalías de -6 mm/día en promedio) en gran parte de la región central y norte de la cuenca Amazónica, asimismo, gran parte de la Amazonía peruana principalmente la cuenca del Tigre, Napo y Marañón (Fig. 4). En la región sur de la cuenca Amazónica, principalmente en la Amazonía boliviana y parte de la cuenca Madre de Dios, muestran anomalías positivas de precipitación, del mismo modo, pero en menor magnitud, al este de la región de la triple frontera Perú-Colombia-Brasil (Fig. 4).

Las anomalías negativas de precipitación mostradas por la fuente de datos del TRMM-RT en la región norte podrían atribuir a las pocas incursiones de flujo de humedad del Atlántico tropical Norte (Fig. 2) y al mayor transporte de humedad desde el oeste de la cuenca hacia la cuenca de La Plata. Por otro lado, se observan anomalías neutrales en gran parte de la región sureste de la cuenca Amazónica, además gran parte de la cuenca del Marañón (Amazonía peruana).

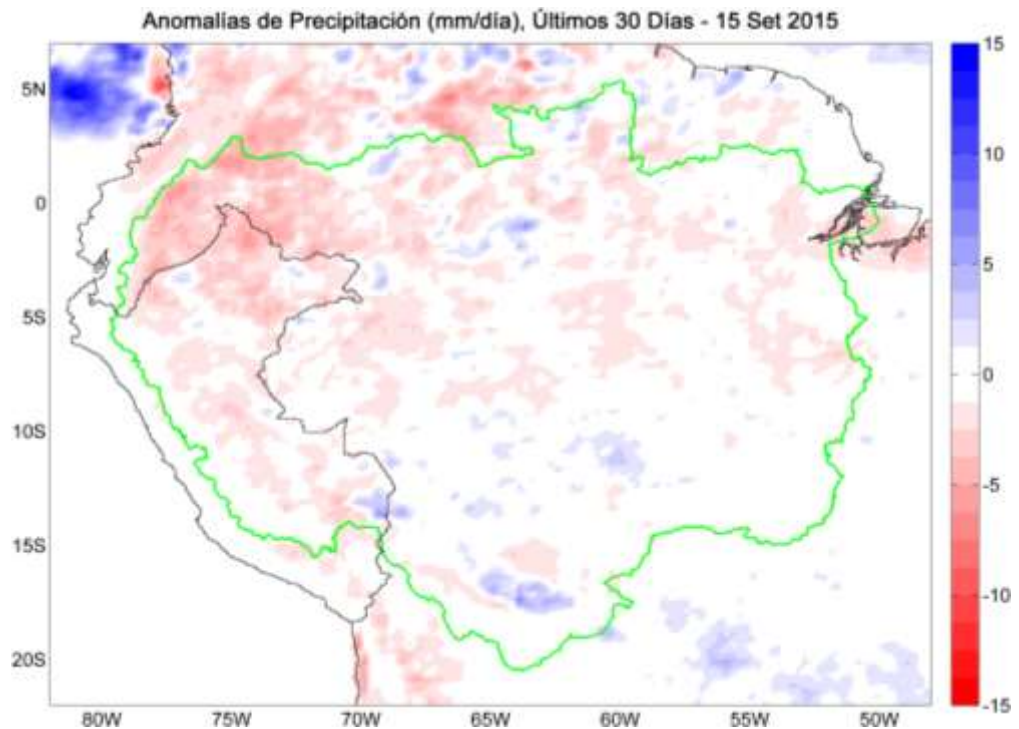


Fig. 4: Anomalías de precipitación estimadas por el TRMM-RT en mm/día hasta mediados de setiembre de 2015. Las anomalías fueron calculadas con respecto al periodo base promedio 2000-2014. Se muestra límites de la cuenca Amazónica en línea verde. Las anomalías de precipitación del TRMM-RT actualizadas 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 2014 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 Figura 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 primer trimestre del año (01/03).

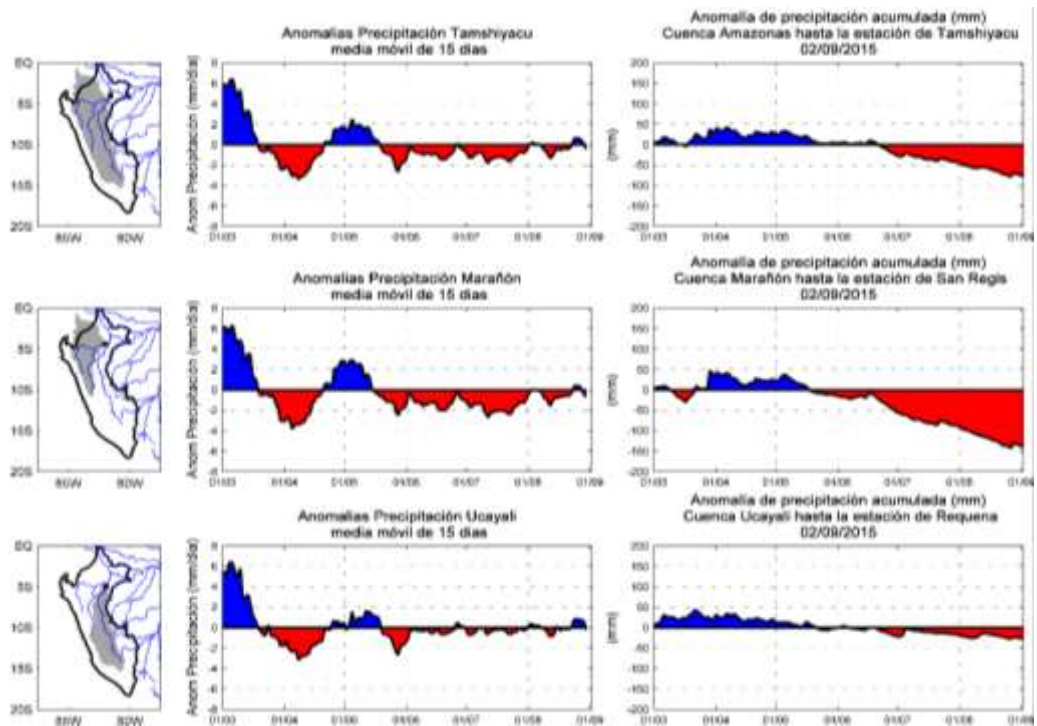


Fig. 5: Evolución temporal de anomalías de precipitación integradas en las principales cuencas hidrográficas de la Amazonía peruana: Amazonas hasta la estación Tamshiyacu (arriba), Marañón hasta la estación San Regis (medio) y Ucayali hasta la estación Requena (abajo). En la columna de la izquierda se 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 2014.

La evolución temporal de anomalías de precipitación para las tres principales cuencas de la Amazonía peruana (Amazonas, Marañón y Ucayali) indicadas en la Figura 5, se encuentra desde el mes de abril, en el rango negativo. Las anomalías de precipitación acumulada para el presente año hidrológico, en la cuenca de Ucayali (estación Requena), Amazonas (estación Tamshiyacu) y Marañón (estación San Regis), muestran un déficit de precipitación de -30 mm, -70 mm y -140 mm respectivamente. Existiendo un gradiente de sur a norte (Ucayali, con anomalías acumuladas menos negativas y el Marañón, con anomalías acumuladas más negativas) es coherente con la débil advección de humedad que se viene

observando en la región noroeste de la Amazonía peruana, produciendo una disminución de lluvias en esta región (Fig. 3 y 4).

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 puede encontrar en el siguiente enlace: <https://www.dhn.mil.pe/shna/index2.asp>.

Se registraron niveles de ríos muy cercanos al promedio climático (anomalías neutrales) en las cuencas de mayor área de la Amazonía peruana, es decir, en los ríos Amazonas (Tamshiyacu) y Ucayali (Requena), ver Fig. 6. En las estaciones de Pucallpa (río Ucayali), San Regis (río Marañón) y Yurimaguas (río Huallaga) se registraron valores de niveles de ríos aún por encima del promedio climático (anomalías positivas).

En el río Amazonas (niveles en Iquitos) se observa un fuerte descenso del nivel del río desde el mes de julio, encontrándose en los últimos días ligeramente por debajo de su nivel promedio histórico (Fig. 6). No obstante, las anomalías de precipitación fueron positivas hasta el mes de mayo (ver informes anteriores) y luego se inició un periodo de déficit de precipitaciones que continúa hasta el presente, principalmente en las cuencas del norte en donde se espera caudales por debajo de lo normal en los próximos días.

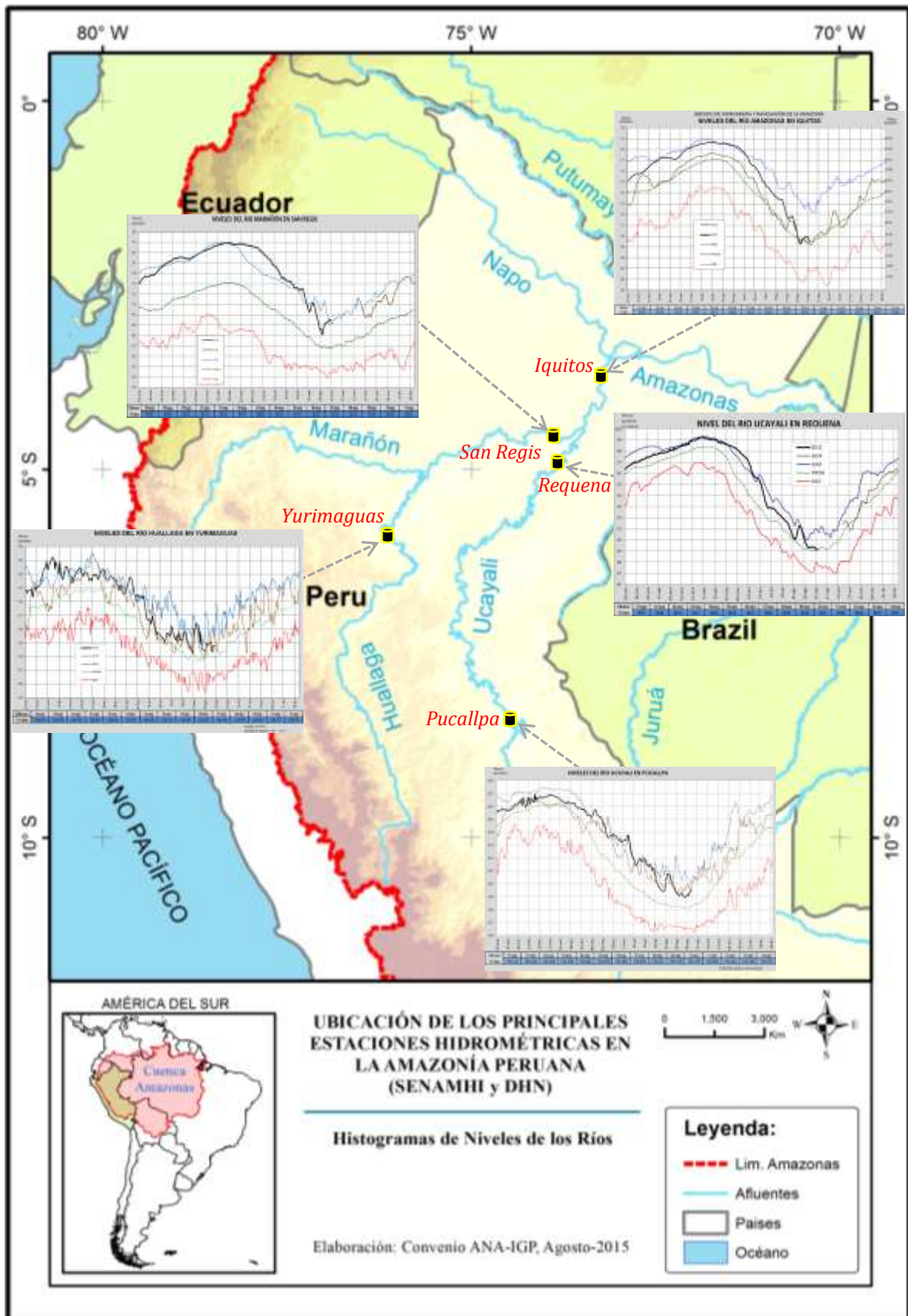


Fig. 6: Histograma de niveles de ríos diarios de los principales río de la Amazonía peruana. Fuente: DHN (<https://www.dhn.mil.pe/>).

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 descenso de las 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

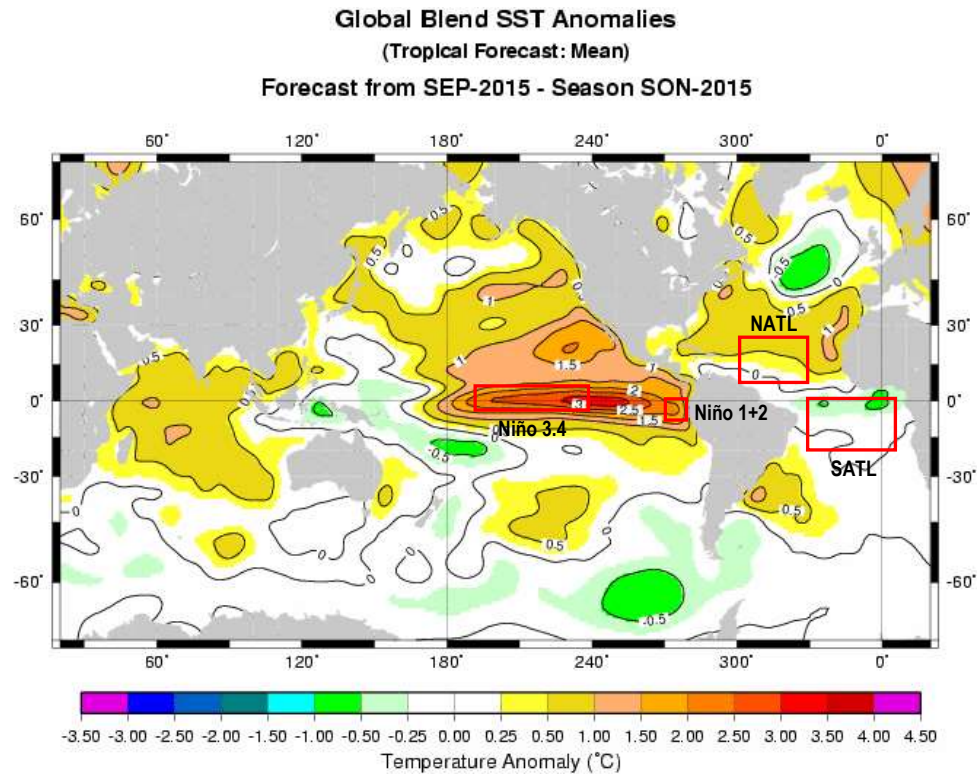
Esta sección contiene los pronósticos de anomalía de temperatura superficial del mar a nivel global desarrollados por el International Research Institute for Climate and Society (IRI) y el US National Multi-Model Ensemble (NMME). Los gráficos de pronósticos del Pacífico ecuatorial y el Atlántico tropical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

a) Pronóstico de la TSM a nivel Global

Según el reporte del IRI, los pronósticos de anomalías de TSM, para el trimestre setiembre-noviembre (SON) de 2015, proyectan condiciones cálidas de magnitud fuerte para la región Niño 3.4 (dominio de color naranja oscuro en Fig. 7) y de la misma manera proyectan condiciones cálidas fuertes para la región Niño 1+2 (dominio de color naranja oscuro en Fig. 7). Asimismo, el Comunicado Oficial ENFEN N° 16-2015 (setiembre) indica que para el Pacífico central (región Niño 3.4), los modelos globales continúan pronosticando la intensificación de las condiciones El Niño hacia fin de año con pico en noviembre y magnitudes que podrían exceder +2°C y el ENFEN mantiene la probabilidad de 75% de probabilidad que este alcance una magnitud fuerte o superior.

Para la región del Atlántico tropical Norte (NATL) se prevén ligeras condiciones cálidas con anomalías de TSM en condiciones neutras (dominio de color amarillo oscuro y claro, ver Fig. 7) para el trimestre setiembre-noviembre (SON). Para la región del Atlántico tropical Sur (SATL) pronostican anomalías de TSM neutrales (región con predominancia de color blanco con manchas de color verde en el

extremo superior izquierdo, ver Fig. 7). En la región subtropical del Atlántico Sur las anomalías positivas de TSM tienden a incrementarse (regiones con anomalías positivas superiores a 1.0°C, en forma localizada, ver Fig. 7).



IRI 2015 Sep 1 10:35:03

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

b) 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 (SON), presentarían condiciones cálidas fuertes a extraordinarias de acuerdo al ensamble de los modelos (anomalía de TSM sobre el promedio climatológico con 2.6°C en promedio, ver Fig. 8). Las proyecciones mantendrían una tendencia positiva hasta el mes de diciembre de 2015 llegando hasta 2.8°C, luego retomaría una tendencia negativa los primeros meses del año 2016, ver Figura 8.

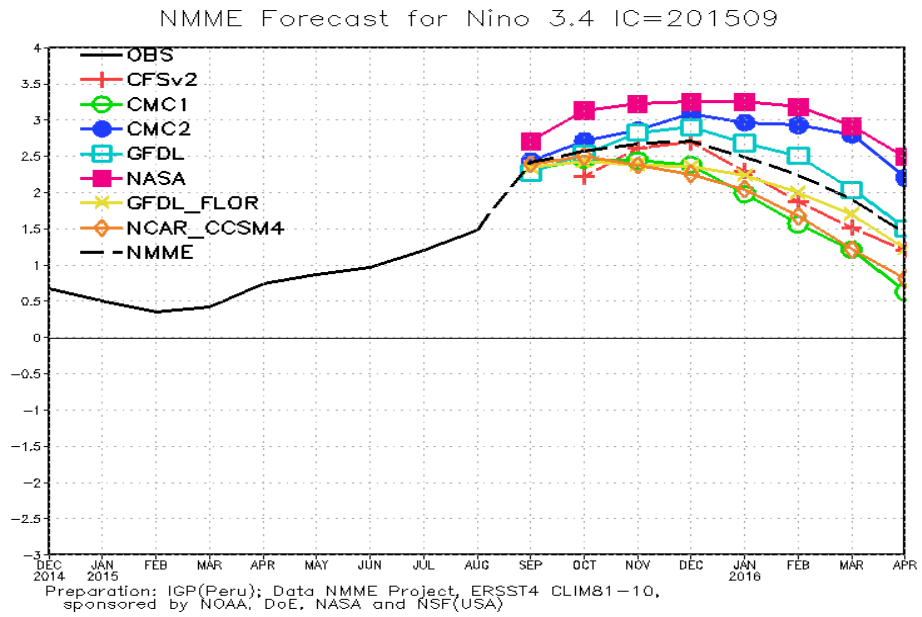


Fig. 8: Pronóstico de las anomalías de temperatura superficial del mar (TSM) por modelos acoplados para la región Niño 3.4 (5°N-5°S, 120°W-170°W) del Pacífico ecuatorial central, a partir de condiciones de fines de agosto 2015. Fuente: CPC/NCEP/NOAA.

c) Pronóstico de la región Atlántico Tropical Norte

Según el reporte del IGP elaborados con datos del NMME, los modelos de pronósticos de fines de agosto 2015 pronostican que las anomalías de TSM en el Atlántico tropical Norte (NATL) para el próximo trimestre setiembre-noviembre (SON) mostrarían condiciones neutrales (anomalías de TSM por encima del promedio climatológico con 0.3°C, ver Fig. 9), manteniendo la tendencia nula hasta fin de año, para luego tomar una tendencia positiva más pronunciadas a inicios del 2016.

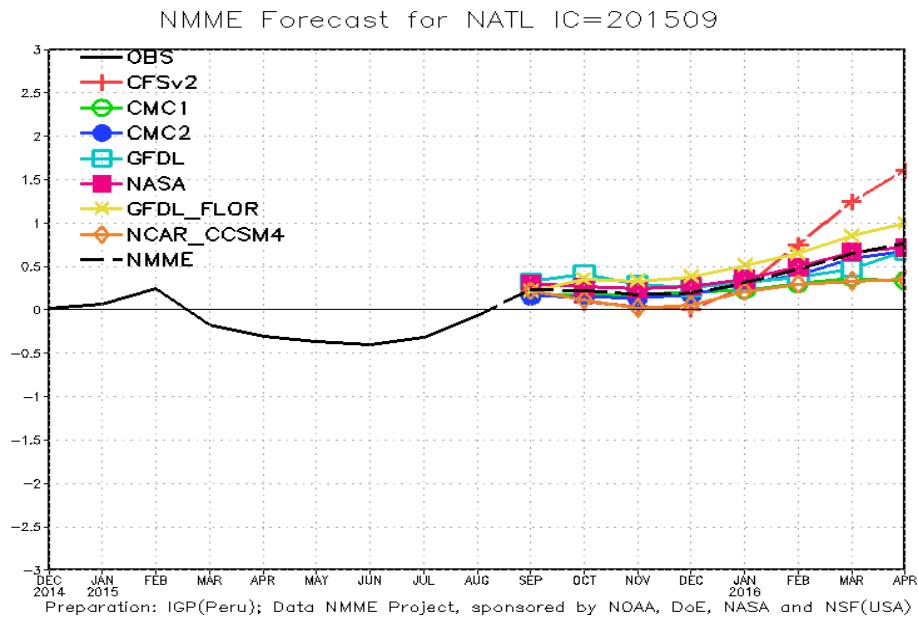


Fig. 9: Pronóstico de las anomalías de temperatura superficial del mar (TSM) para la región del Atlántico tropical Norte (NATL: 5°N-20°N, 30°W-60°W), a partir de condiciones de fines de agosto 2015. Fuente: Instituto Geofísico del Perú (IGP).

5.2. Análisis del Pronóstico de las Precipitaciones

En el reporte del CPTEC, los pronóstico de anomalías de precipitaciones para los próximos 03 meses setiembre-noviembre (SON) 2015 con datos observados de fines de agosto, mostrarían dominio de anomalías negativas de precipitación en la región central y noreste de la cuenca Amazónica (región adyacente a la desembocadura), con valores de hasta -2 mm/día en promedio (Fig. 10). Asimismo, la Amazonia peruana central y norte mostraría anomalías negativa de precipitación de hasta -2mm/día (Fig. 10).

En general, en las regiones centrales y norte de la cuenca Amazónica se prevé déficit de precipitación, lo cual daría continuidad a las condiciones secas que se vienen observando.

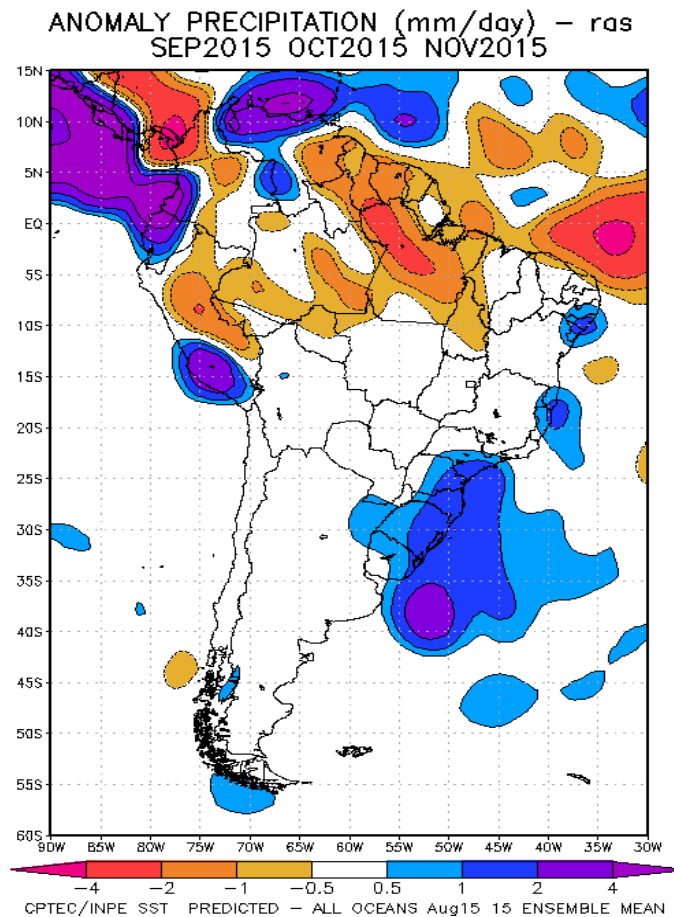


Fig. 10: Pronóstico de las anomalías de la precipitación (mm/día) método **ras** para el trimestre SON del 2015 en América del Sur, con datos observados del mes de agosto. Fuente: CPTEC/INPE.

VI. Conclusiones

Durante el mes de agosto 2015, la TSM en el Pacífico ecuatorial región Niño 3.4 mostró condiciones cálidas fuertes (anomalías positivas de TSM de 2.1°C), con un ascenso respecto al mes anterior. La región Niño 1+2 presentó condiciones cálidas de magnitud fuerte (anomalías positivas de TSM de 2.3°C), como indica el ENFEN en su comunicado oficial N°16-2015 (setiembre). El Atlántico tropical Norte (NATL) y el Atlántico tropical Sur (SATL) presentan condiciones neutrales (ligeras anomalías negativas de TSM de -0.1°C y -0.3°C para el NATL y SATL respectivamente).

Para el periodo de análisis (agosto) se observó anomalías de flujo de humedad neutrales en gran parte de la cuenca Amazónica. En el extremo sur de la cuenca se observó convergencia de flujos de humedad. En contraste, se observan divergencia de

flujos de humedad en la región este de la cuenca Amazónica, además, de la región central y noroeste de la Amazonía peruana.

Hasta fines del mes de agosto 2015, según lo mostrado por la fuente de datos del TRMM-RT, se presentaron anomalías negativas de precipitación en gran parte del norte extendido hacia la región central de la cuenca Amazónica (principalmente en la Amazonía ecuatoriana, parte de la Amazonia colombiana y alrededor de la cuenca de Branco en Brasil) incluyendo el norte de la Amazonía peruana (cuenca de Tigre, Napo y Marañón). Asimismo, se podría atribuir a pocas incursiones de flujo de humedad del Atlántico tropical Norte.

Ha mediados del mes de setiembre 2015, aún se registraron niveles de ríos por encima del promedio climático en las estaciones de Pucallpa, San Regis y Yurimaguas a excepción de las estaciones de Tamshiyacu y Requena se encuentran muy cercano al promedio climático. No obstante, los niveles de los ríos han descendido rápidamente desde el mes de julio, probablemente como consecuencia del fuerte déficit de precipitación en el norte y centro de la amazonía peruana.

Respecto a las condiciones hidroclimáticas para el próximo trimestre (SON), el ENFEN en su Comunicado Oficial ENFEN N° 16-2015 (setiembre) indica que en el Pacífico central (región Niño 3.4), los modelos globales continúan pronosticando la intensificación de las condiciones El Niño hacia fin de año con pico en noviembre y magnitudes que podrían exceder $+2^{\circ}\text{C}$ y el ENFEN mantiene el 75% de probabilidad que este alcance una magnitud fuerte o superior.

El ascenso del calentamiento en el Pacífico central en los próximos meses podría intensificar el déficit de precipitaciones que ya se viene observando en la región Amazónica y en el flanco este de los Andes, como ha sido documentado en estudios previos (e. g. Espinoza et al., 2011; Lavado et al., 2013; Lavado & Espinoza, 2014). Por lo tanto, la evolución de las variables oceánicas y atmosféricas deberá ser monitoreada detalladamente en los próximos meses, considerando que septiembre y octubre son los meses en los que se producen los valores mínimos anuales de niveles de ríos. Dado el panorama actual, se espera un periodo de aguas bajas por debajo de lo normal, aunque sin llegar a eventos extraordinarios como los ocurridos en 2005 y 2010, en parte gracias al fuerte periodo de lluvias que se observó a inicios de año (ver informes desde el mes de enero hasta mayo).

La base de datos de las variables hidrológicas se sigue actualizando continuamente, compilando informaciones provenientes de diferentes agencias internacionales de investigación del clima e instituciones locales (NOAA, IRI, CPTEC, SENAMHI, etc.). Desde el mes de febrero 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.
- 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.