



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

## **INFORME MENSUAL: agosto de 2019**

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



Foto: Sequía extrema en la Amazonía peruana (2010).

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

Revisión: Dr. Jhan Carlo Espinoza (IRD/IGE) [jhan-carlo.espinoza@ird.fr](mailto:jhan-carlo.espinoza@ird.fr)

Agosto, 2019

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 agosto 2019, 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**

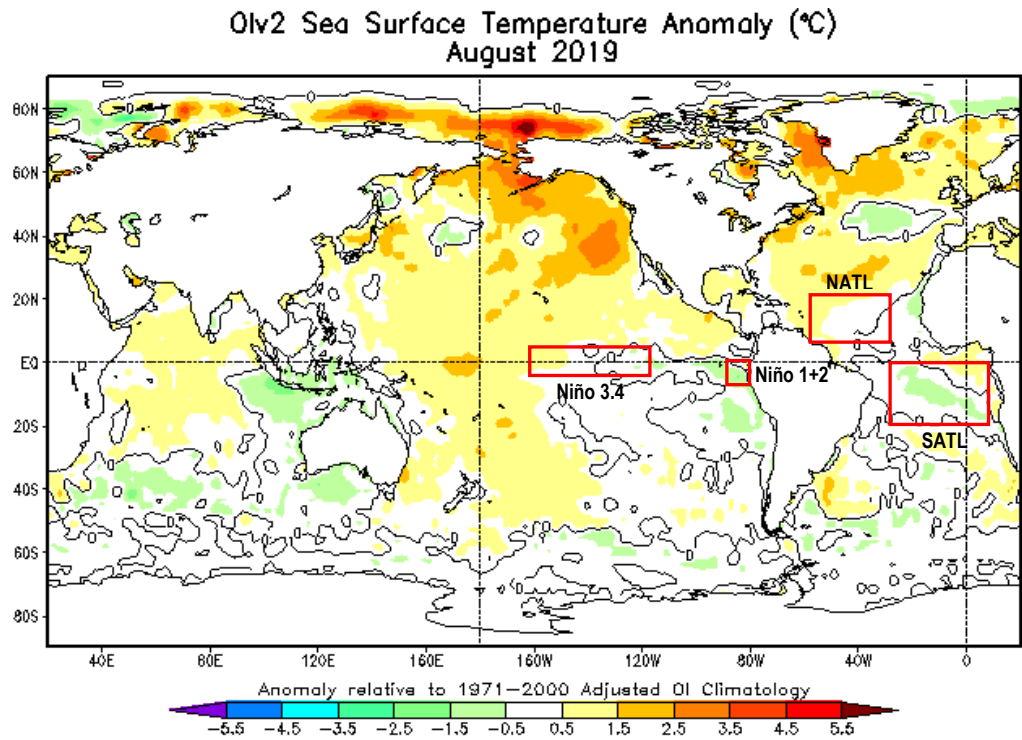
En esta sección presentamos el análisis de las anomalías de temperatura superficial del mar (TSM) del Pacífico ecuatorial y Atlántico tropical, y de la circulación atmosférica regional con dominio de América del Sur (50°N a 60°S, 0°W a 150°W). Asimismo, el análisis de los flujos de humedad y su divergencia en la región (20°N a 30°S, 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 en m/s, ambos en formato gráfico.

#### **a) Anomalías de Temperatura Superficial del Mar (TSM)**

Durante el mes de agosto de 2019, la región del Pacífico ecuatorial Central (Niño 3.4), mostró anomalías positivas de TSM de +0.2°C en promedio (región con predominancia de color blanco en Fig. 1). De otro lado, la región del Pacífico ecuatorial Este (Niño 1+2), mostró ligeras anomalías negativas de TSM de -0.4°C en promedio (Tabla 1 y región de color verde claro en Fig. 1). El Comunicado Oficial N°12-2019 (setiembre) del ENFEN, confirma que la anomalía de la TSM en el Pacífico ecuatorial central y oriental (que incluye la costa peruana) se mantiene en condiciones neutras con anomalías que oscilan entre +0.2°C y -0.4°C.

La TSM en la región del Atlántico tropical Norte (NATL), mostró condiciones neutras (región con predominancia de color blanco, ver Fig. 1 y Tabla 1), con un ligero descenso respecto al mes de julio. En cambio, la TSM del Atlántico tropical Sur (SATL) mostró anomalías negativas de -0.2°C en promedio durante el periodo de análisis (Fig. 1 y Tabla 1).

En resumen, la TSM en el Pacífico ecuatorial central y extremo oriental muestran condiciones neutras en ambas regiones, asimismo, la TSM del Atlántico tropical muestran condiciones neutras, durante el mes de agosto de 2019 (Fig. 1).



**Fig. 1:** Anomalías de temperatura superficial del mar (TSM) en °C del mes de agosto de 2019. Las anomalías son calculadas utilizando la climatología del periodo base 1971-2000. Fuente CPTEC/INPE/BRASIL.

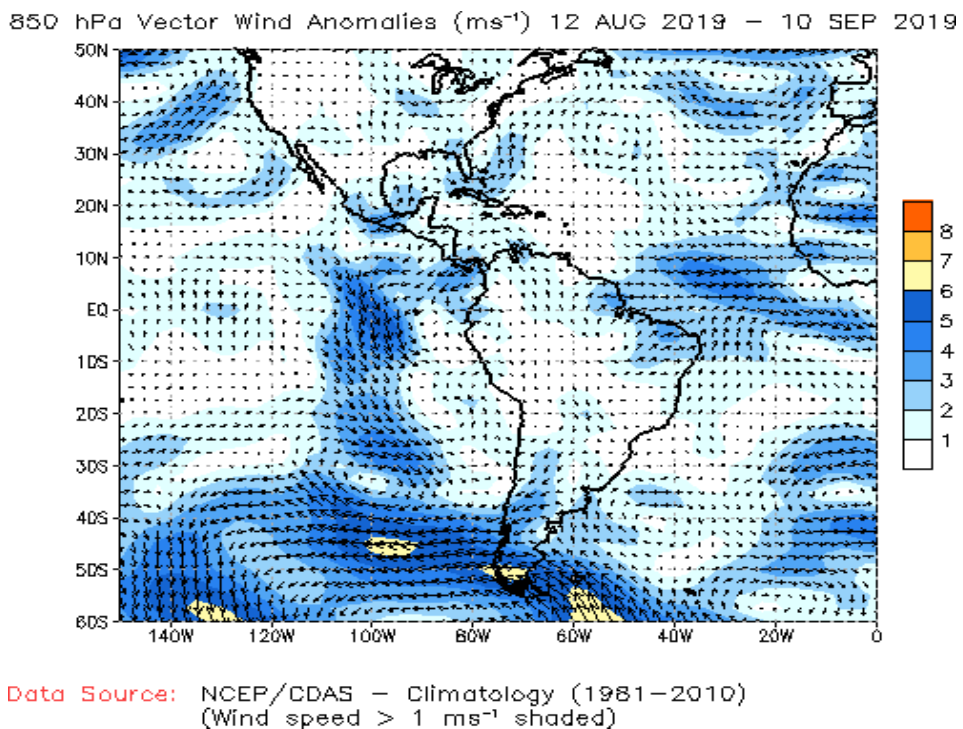
<b>AGOSTO 2019</b>								
<b>MES</b>	<b>TSM PACÍFICO</b>				<b>TSM ATLÁNTICO</b>			
	<b>NIÑO 1+2 0-10S 90W-80W</b>	<b>NIÑO 3.4 5N-5S 170W-120W</b>	<b>N. ATL 5N-20N 60W-30W</b>	<b>S. ATL 0-20S 30W-10E</b>				
<b>AGO 18</b>	0.0	20.7	0.3	27.1	-0.2	27.6	-0.2	22.9
<b>SET 18</b>	0.0	20.3	0.4	27.1	0.1	28.2	-0.1	22.9
<b>OCT 18</b>	0.4	21.2	0.9	27.6	-0.1	28.0	0.1	23.4
<b>NOV 18</b>	0.7	22.3	1.0	27.6	-0.3	27.3	0.0	24.0
<b>DIC 18</b>	0.8	23.6	1.0	27.5	-0.4	26.4	0.2	25.0
<b>ENE 19</b>	0.6	25.1	0.5	27.1	-0.3	25.7	0.2	25.8
<b>FEB 19</b>	0.3	26.5	0.7	27.4	0.2	25.8	0.3	26.8
<b>MAR 19</b>	0.2	26.8	1.0	28.2	0.0	25.6	0.7	27.8
<b>ABR 19</b>	0.1	25.7	0.8	28.6	0.2	26.1	0.5	27.5
<b>MAY 19</b>	0.1	24.4	0.7	28.6	0.1	26.4	0.2	26.4
<b>JUN 19</b>	-0.3	22.6	0.6	28.2	0.1	26.9	0.1	25.0
<b>JUL 19</b>	-0.3	21.3	0.4	27.6	0.1	27.3	0.0	23.8
<b>AGO 19</b>	<b>-0.4</b>	<b>20.2</b>	<b>0.2</b>	<b>27.0</b>	<b>0.0</b>	<b>27.8</b>	<b>-0.2</b>	<b>22.9</b>

**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 debilitamiento de la incursión de vientos provenientes del Atlántico tropical Norte y del Mar Caribe hacia el extremo norte del continente. Asimismo, se observó debilitamiento de los vientos Alisios en la región oriental del Pacífico ecuatorial (Fig. 2).

De otro lado, al extremo este de la cuenca Amazónica se observó un debilitamiento de los vientos Alisios, los que produjeron un menor flujo de humedad desde el océano Atlántico tropical hacia la región central y sur de la cuenca del Amazonas (Fig. 2).



**Fig. 2:** Vectores de Anomalías de viento en niveles bajos (850 hPa) de la atmósfera, (del 12 de agosto al 10 de setiembre de 2019). 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

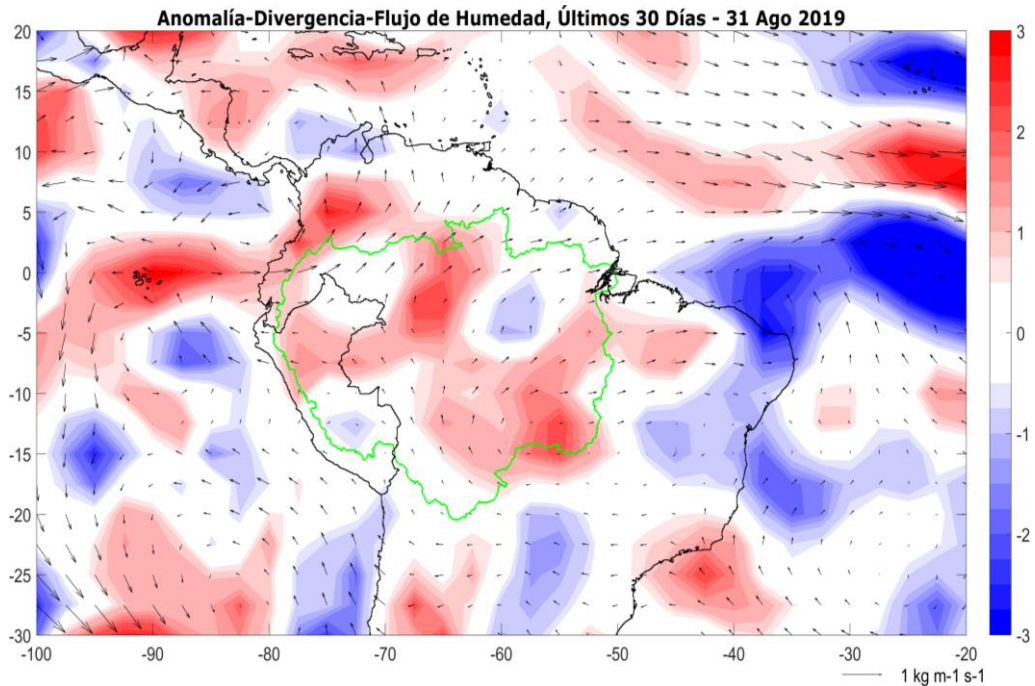
Los flujos de humedad y su divergencia fueron elaborados con datos de reanálisis NCEP/NCAR de la NOAA, con una resolución espacial de  $2.5^\circ \times 2.5^\circ$  y resolución temporal diaria. El periodo de análisis es del año 1970 al presente (48 años), en la región entre  $20^\circ\text{N}$ - $30^\circ\text{S}$  y  $100^\circ\text{W}$ - $20^\circ\text{W}$ .



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 (vectores) y su divergencia (colores). El periodo corresponde del 01 hasta el 31 de agosto 2019. Las anomalías son calculadas utilizando el periodo base de 1970 a 2018. Los límites de la cuenca Amazónica se muestran en línea verde.

En la Figura 3 se observa una fuerte divergencia de flujos de humedad en gran parte la región norte (cuenca baja del río Japurá y cuenca media del río Negro), noroeste (cuencas de los ríos Marañón y Huallaga) y sureste (cuencas altas de los ríos Tapajós y Xingu) producto de las características de la circulación atmosférica mostrada en la Figura 2.

## 4.2. Análisis de Precipitaciones

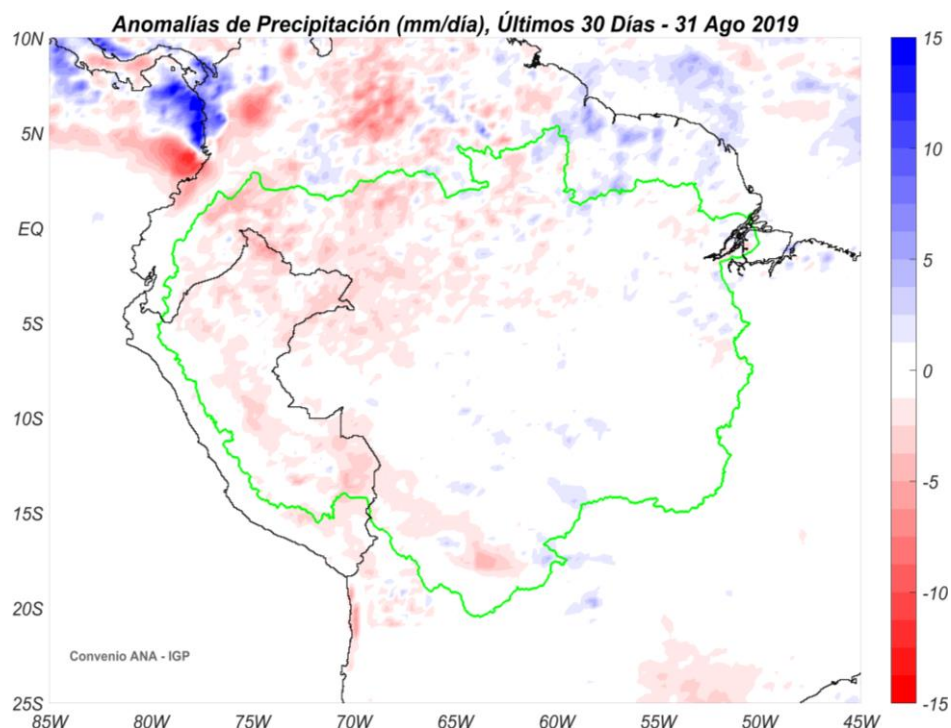
Esta sección presenta el análisis de las anomalías de precipitación del producto de Radar Tropical Rainfall Measuring Mission en tiempo real (TRMM-3B42RT). Para más detalle revisar Huffman et al. (2010). Los datos de TRMM-RT son reportados a paso de tiempo diarios a nivel global, pero procesados para 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 agosto 2019, según datos de TRMM-RT, los valores de la precipitación fueron inferiores al promedio climatológico en gran parte de la cuenca del Amazonas (incluido la Amazonía peruana, boliviana, ecuatoriana y colombiana), cuyas anomalías negativas de precipitación alcanzaron hasta -5 mm/día en promedio. Por otro lado, anomalías neutras de precipitación predominaron en la región sureste de la cuenca del Amazonas que incluye las cuencas de los ríos Purus, Madeira, Tapajós y Xingu, (Figura 4).

Las condiciones de precipitación mostradas por la fuente de datos del TRMM-RT en la cuenca del Amazonas, son coherentes con el debilitamiento de los vientos Alisios en el Atlántico ecuatorial y el Pacífico ecuatorial Este (ver Fig. 2). Las divergencias de flujos de humedad sobre gran parte de la cuenca del río Amazonas (Fig. 3), originaron déficit de lluvias sobre la región este (Amazonía peruana, boliviana y colombiana) de la cuenca del río Amazonas. De otro lado, se muestran condiciones normales de lluvias en la región sureste de la cuenca del Amazonas, que involucra las cuencas de los ríos Purus, Madeira, Tapajós y Xingu (Fig. 4).



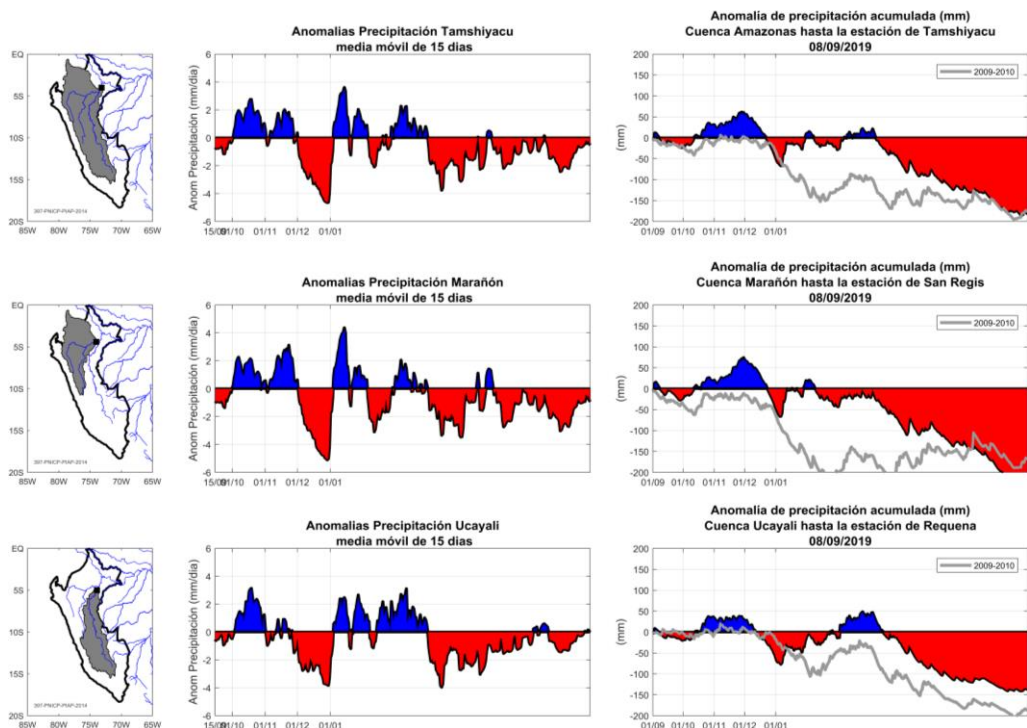


**Fig. 4:** Anomalías de precipitación estimadas por el TRMM-RT en mm/día hasta 31 de agosto de 2019. Las anomalías fueron calculadas con respecto al periodo base promedio 2000-2018. Se muestra los límites de la cuenca Amazónica en líneas de color verde. Las anomalías de precipitación del TRMM-RT actualizadas a tiempo real puede verse en: <http://intranet.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 2017 para cada cuenca (la estación de Tamshiyacu en el río Amazonas, la estación de San Regis en el río Marañón y la estación de Requena en el río Ucayali. Ver ubicación de las estaciones y cuencas de drenaje en la Fig. 5). Los armónicos consisten en la representación de 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 2017. 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://intranet.igp.gob.pe/eventos-extremos-amazonia-peruana/>.

Las series temporales de precipitación promedio en las cuencas de la Amazonía peruana (Amazonas, Marañón y Ucayali), presentaron condiciones más secas de lo normal con magnitudes de anomalías de  $-2.0$  mm/día en promedio a fines de agosto. En general, las cuencas del norte de la Amazonía peruana, mostraron condiciones más secas de lo normal durante el mes de agosto, sin embargo, en la zona sur fueron amortiguados por los excesos de lluvias durante el mes de febrero y marzo (ver Fig. 5, columna central).

Por otro lado, en la cuenca del Amazonas hasta la estación de Tamshiyacu (cerca de Iquitos), la anomalía de precipitación acumulada para el presente año

hidrológico, es deficitario (-170 mm). Además, en la cuenca del río Ucayali, se observa déficit de precipitación acumulada para el presente año hidrológico, que alcanza los -140 mm en promedio. Esta cuenca representa la menor contribución a la precipitación acumulada respecto a la cuenca de Tamshiyacu. En el norte de la Amazonía peruana, en la cuenca del río Marañón, la precipitación acumulada es deficitaria con una magnitud que sobrepasa de -200 mm en promedio (Fig. 5, derecha).

#### **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 en tiempo real los histogramas de niveles de los ríos de la Amazonía peruana a paso diario. Estos productos están expresados en alturas geoidales y arbitrarias, y se pueden encontrar en el siguiente enlace: <https://www.dhn.mil.pe/shna/index2.asp>.

Los niveles de agua de los principales ríos de la Amazonía peruana fueron analizados hasta el 17 de setiembre 2019. Las estaciones de Tamshiyacu, Requena y Pucallpa registraron anomalías de niveles de agua inferiores a lo normal, siendo estas anomalías de -0.7%, -1.8% y -0.3%, respectivamente. Sin embargo, las estaciones de San Regis y Yurimaguas registraron anomalías de niveles de agua superiores a lo normal, siendo estas anomalías de +1.3% y +0.2%, respectivamente. Es notorio el contraste entre el norte y el sur de la Amazonía peruana, resaltando que la estación de Requena registró niveles de agua mínimos históricos. Cabe señalar que, sobre gran parte de la Amazonía peruana, se mostraron déficit de precipitación (ver Fig. 4).

En resumen, la mayoría de los ríos se encuentran en sus etapas de declinación para el inicio de ascenso de los niveles de agua, bajo condiciones inferiores a lo normal en la región sur y superiores a lo normal en la región norte (ver Fig. 6).

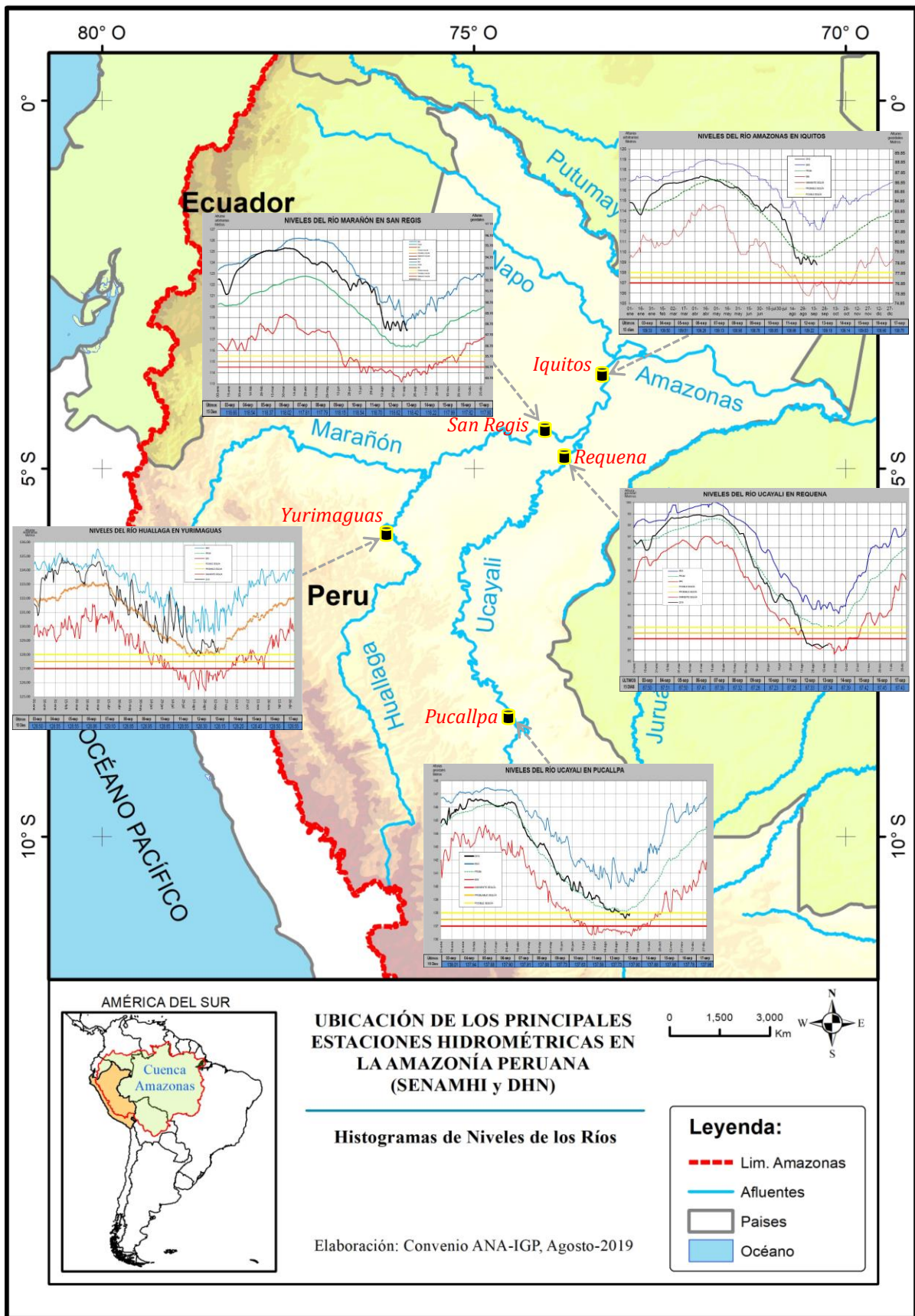


Fig. 6: Histograma de niveles de ríos diarios de los principales ríos de la Amazonía peruana.

Fuente: DHN (<https://www.dhn.mil.pe/>).

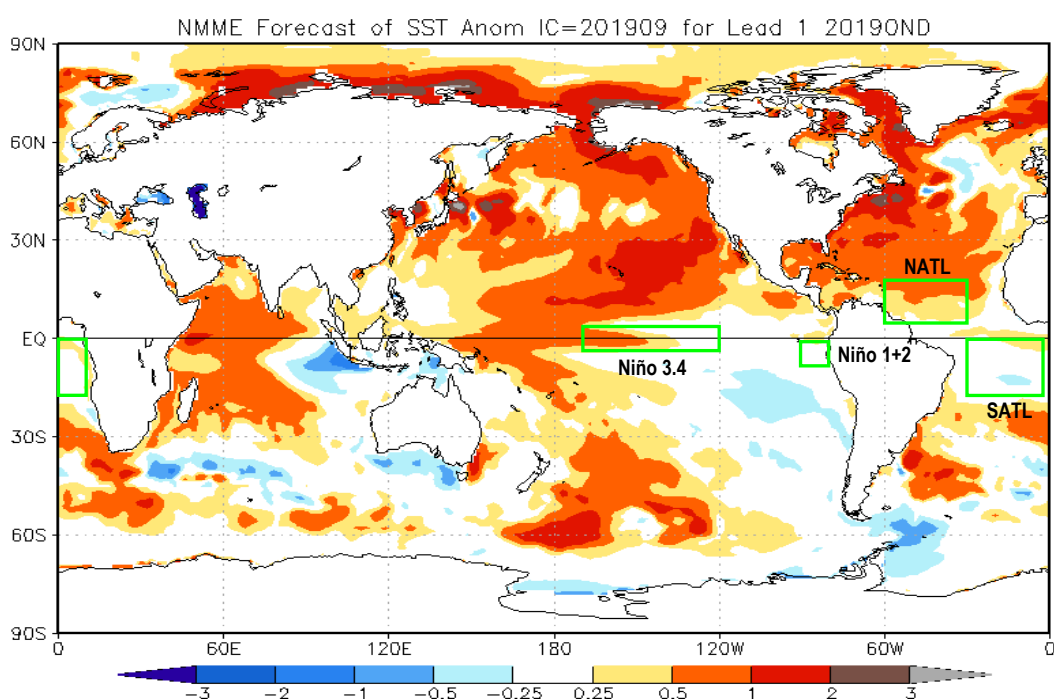


## V. Análisis de las Previsiones

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).



**Fig. 7:** Pronóstico de las anomalías de TSM (°C) a nivel global, para el trimestre octubre-noviembre-diciembre 2019 (OND). Rectángulos verdes indican regiones de análisis. Fuente: *National Multi-Model Ensemble (NMME)*.

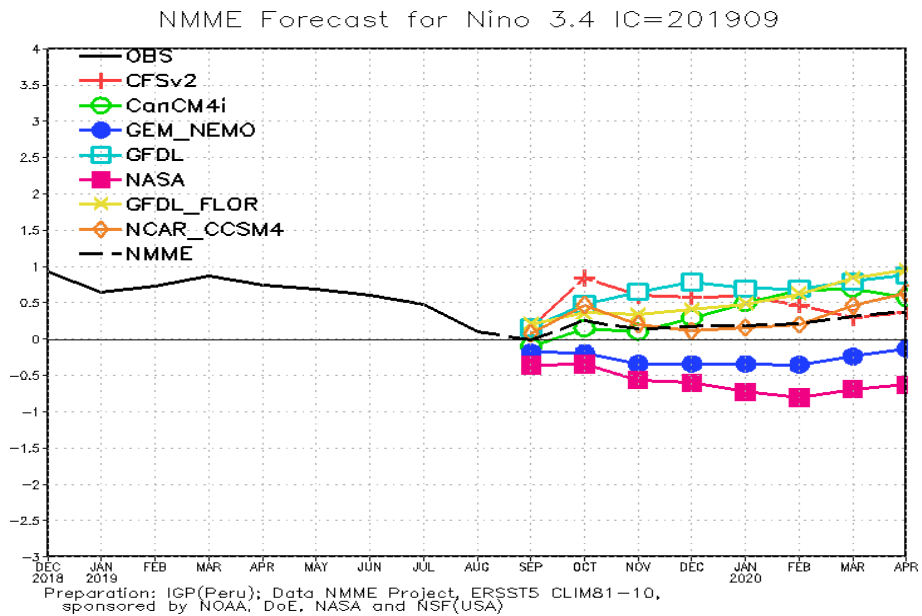
Según el reporte del NMME, los pronósticos de anomalías de TSM para el trimestre octubre-noviembre-diciembre 2019 (OND), en la región Niño 3.4 se proyectan condiciones cálidas de magnitud débil a moderada ( $0.7^{\circ}\text{C}$ ; región con predominancia de color amarillo/naranja en Fig. 7). De otro lado, se proyectan anomalías de TSM neutras para la región Niño 1+2 (región con predominancia de color blanco en Fig. 7). Además, el Comunicado Oficial ENFEN N°12-2019 (setiembre) señala que, el pronóstico de los modelos climáticos internacionales para el Pacífico Ecuatorial Central (región Niño 3.4) y para la región Niño 1+2 (el cual incluye la costa peruana) continúa indicando condiciones neutras desde setiembre de 2019 hasta marzo de 2020.

Para la región del Atlántico tropical Norte (NATL) se prevén condiciones cálidas de magnitud débil a moderada (región con predominancia de color amarillo/naranja, ver Fig. 7). Sin embargo, para la región del Atlántico tropical Sur (SATL) se pronostican condiciones normales (región con predominancia de color blanco, ver Fig. 7). Asimismo, en la región subtropical del Atlántico Sur, se observarían condiciones cálidas de magnitud débil a moderada (región con anomalías positivas de TSM inferiores a  $2.0^{\circ}\text{C}$ , en forma extendida, ver la Fig. 7).

#### **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 (SON), presentarían condiciones débilmente cálidas de acuerdo con el ensamble de los modelos (anomalías de TSM por encima del promedio climatológico con  $+0.2^{\circ}\text{C}$ , ver Fig. 8). Sin embargo, a partir del mes de noviembre del año 2019, mantendría una ligera tendencia positiva durante los próximos meses del año y los cuatro primeros meses del año 2020 (ver Figura 8).

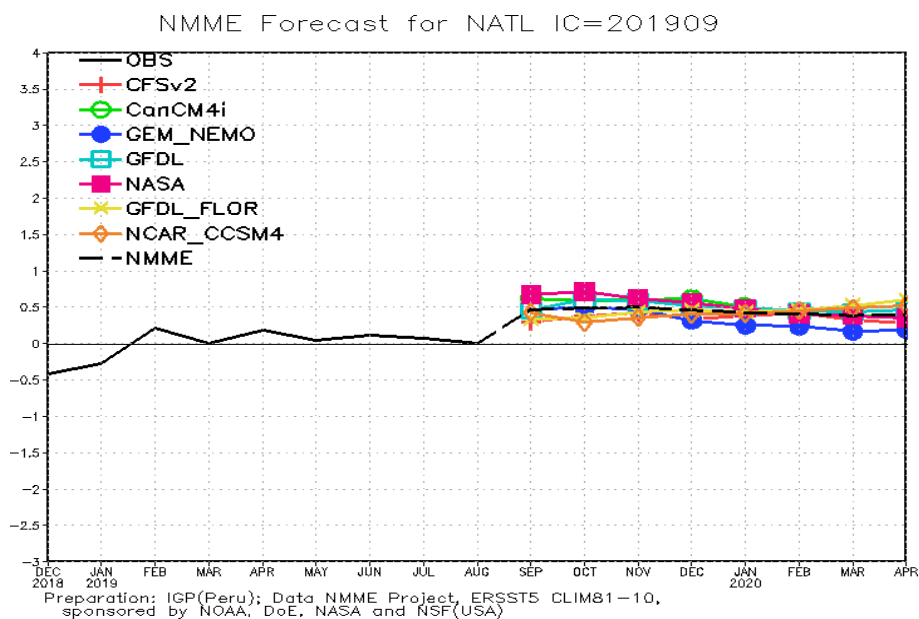




**Fig. 8:** Pronóstico de las anomalías de temperatura superficial del mar (TSM) por modelos acoplados para la región Niño 3.4 (5°N-5°S, 120°W-170°W) del Pacífico ecuatorial central, a partir de condiciones de fines de agosto 2019. Fuente: *Instituto Geofísico del Perú (IGP)*.

#### **b) Pronóstico de la región Atlántico tropical Norte**

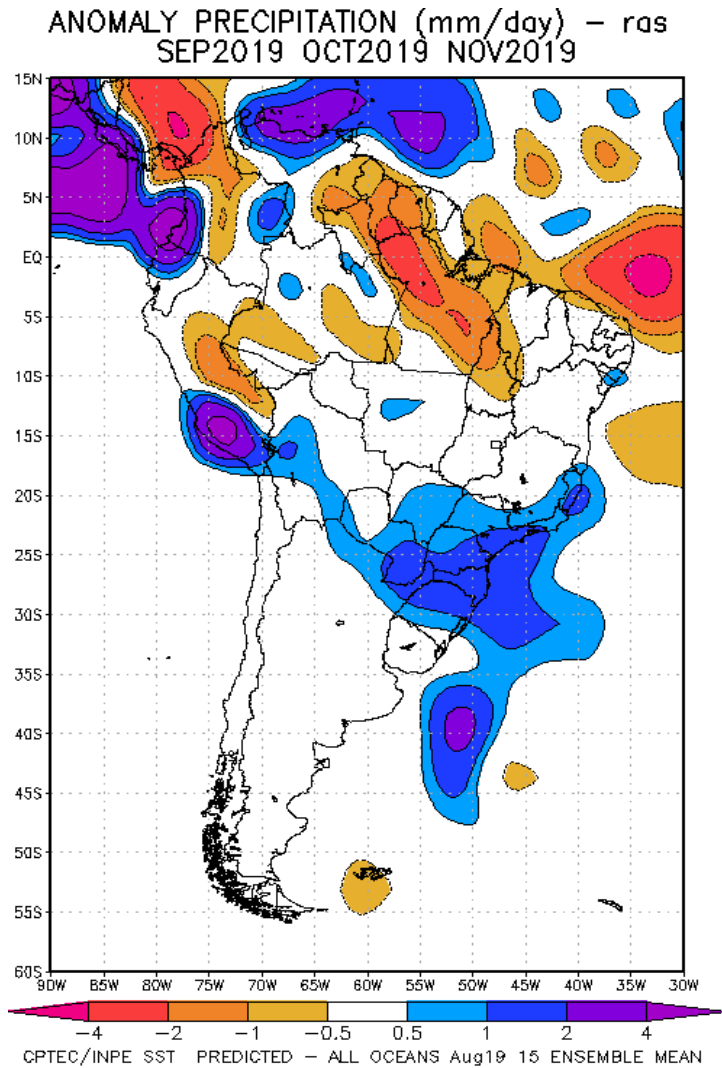
Según el reporte del IGP elaborado con datos del NMME, los modelos de pronósticos de fines de agosto 2019, prevén que las anomalías de TSM en el Atlántico tropical Norte (NATL), mostrarían condiciones cálidas (anomalías de TSM por encima del promedio climatológico con +0.5°C en promedio, pero, dentro del rango neutral, ver Fig. 9) para el próximo trimestre setiembre-octubre-noviembre (SON) del 2019. Asimismo, mantendrían una tendencia ligeramente negativa los próximos meses del año 2019 y parte del 2020.



**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 2019. Fuente: *Instituto Geofísico del Perú (IGP)*.

## 5.2. Análisis del Pronóstico de las Precipitaciones

Según el reporte del CPTEC, el pronóstico de anomalías de precipitaciones para los próximos 03 meses setiembre-octubre-noviembre (SON) del 2019 con datos observados de fines de agosto, mostrarían dominio de condiciones secas en gran parte de la región noreste (cercano a la desembocadura del río Amazonas) de la cuenca del río Amazonas y gran parte de la región central de la Amazonía peruana. Sin embargo, se observaría condiciones normales la región noroeste y sureste de la cuenca del Amazonas. Por otro lado, mostrarían precipitaciones superiores respecto al promedio climatológico en la región suroeste de la cuenca del Amazonas que incluye sur de la Amazonía peruana y parte de la Amazonía boliviana con un exceso que superaría +2.0 mm/día en promedio (Fig. 10).



**Fig. 10:** Pronóstico de las anomalías de la precipitación (mm/día) método ras para el trimestre SON del 2019 en América del Sur, con datos observados de fines del mes de agosto de 2019. Fuente: CPTEC/INPE.

## VI. Conclusiones

Durante el mes de agosto 2019 el Pacífico ecuatorial Central (región Niño 3.4) mostró condiciones cálidas débiles (anomalías positivas de TSM de  $+0.2^{\circ}\text{C}$ ). En cambio, la región Niño 1+2 presentó condiciones ligeramente frías (anomalías negativas de TSM de  $-0.4^{\circ}\text{C}$ ), según lo indicado por el ENFEN en su Comunicado Oficial N°12-2019 (setiembre). El Atlántico tropical Norte (NATL) mostro condiciones normales y el Atlántico tropical Sur (SATL), mostro condiciones ligeramente frías con anomalías de TSM de  $-0.2^{\circ}\text{C}$ .

Para el periodo de análisis (agosto) se observó una débil incursión de vientos provenientes del Atlántico tropical Norte y del Mar Caribe en el extremo norte del

continente. Asimismo, se observó debilitamiento de los vientos Alisios en el Atlántico ecuatorial y en el Pacífico ecuatorial Este. Estas condiciones han generado divergencias de flujo de humedad en gran parte de la región noroeste y sureste de la cuenca del Amazonas, por ende, déficit de lluvias se observó en gran parte de la región oeste de la cuenca del Amazonas (incluido Amazonía peruana). Estas condiciones climáticas han producido descenso de los niveles de agua de los principales ríos Amazónicos (remarcando que el río Ucayali en la estación Requena registró niveles de agua mínimas históricas) durante el mes de agosto.

Respecto a las condiciones oceánicas para el próximo trimestre (SON), el ENFEN señala en su Comunicado Oficial ENFEN N°12-2019 (setiembre) los modelos climáticos internacionales pronostican para el Pacífico Ecuatorial Central (región Niño 3.4) y para la región Niño 1+2 (el cual incluye la costa norte peruana) continuará indicando condiciones neutras desde setiembre de 2019 hasta marzo de 2020. Estas condiciones seguirán monitoreándose en los meses que siguen.

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://intranet.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.
- Espinoza J.C., Chavez S., Ronchail J., Junquas C., Takahashi K., Lavado W. (2015). Rainfall hotspots over the southern tropical Andes: Spatial distribution, rainfall intensity and relations with large-scale atmospheric circulation. *Water Resources Res.* 51, doi:10.1002/2014WR016273.
- 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 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).
- Marengo, J.A. and Espinoza, J.C. (2015) “Extreme Seasonal Droughts and Floods in Amazonia: Causes, Trends and Impacts”. *International Journal of Climatology*, 36, 1033-1050.
- 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.