



INFORME MENSUAL: 30 de noviembre de 2014

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



Foto: Atardecer en el río Madre de Dios, abril 2014

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

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

Noviembre, 2014

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 mensual, IRI
 - b. Anomalías de precipitación últimos 30 días, TRMM
 - 4.3. Análisis de los caudales históricos
- 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 convenio interinstitucional entre la Autoridad Nacional del Agua y el Instituto Geofísico del Perú, cuyo objetivo es 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, 2012 y 2013) y Yoon & Zeng (2010), así como en Lavado et al. (2012), entre otros.

En este informe mensual correspondiente al mes de noviembre 2014, 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 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 noviembre el Pacífico ecuatorial central, la región Niño 3.4 mostró anomalías positivas de TSM de 0.9°C en promedio (Tabla 1), con un ascenso respecto al mes anterior (áreas de amarillo pálido en Fig. 1). Asimismo, la región del Pacífico ecuatorial Este (Niño 1+2) mostró anomalías positivas de TSM de 0.7°C en promedio (área de amarillo pálido en Fig. 1 y Tabla 1), con un ligero descenso de 0.1°C respecto al mes anterior. En general, el Pacífico ecuatorial presenta condiciones cálidas débiles, tal como ha sido reportado por el ENFEN en su Comunicado Oficial N° 16 (noviembre).

La región del Atlántico tropical Norte (NATL) mostró ligeras anomalías positivas de TSM del orden de 0.1°C en promedio para el mes de noviembre (dominio de color blanco en Fig. 1, Tabla 1), con un ligero descenso respecto al mes de octubre. Por otro lado, la región Atlántico tropical Sur (SATL) muestra anomalías negativas de TSM de -0.5°C en promedio (manchas de color verde, ver Fig. 1 y Tabla 1), con un descenso respecto al mes anterior.

En resumen, la TSM de la región del Pacífico ecuatorial muestran condiciones cálidas débiles y la región del Atlántico tropical no muestra anomalías relevantes durante noviembre de 2014 (Fig. 1).

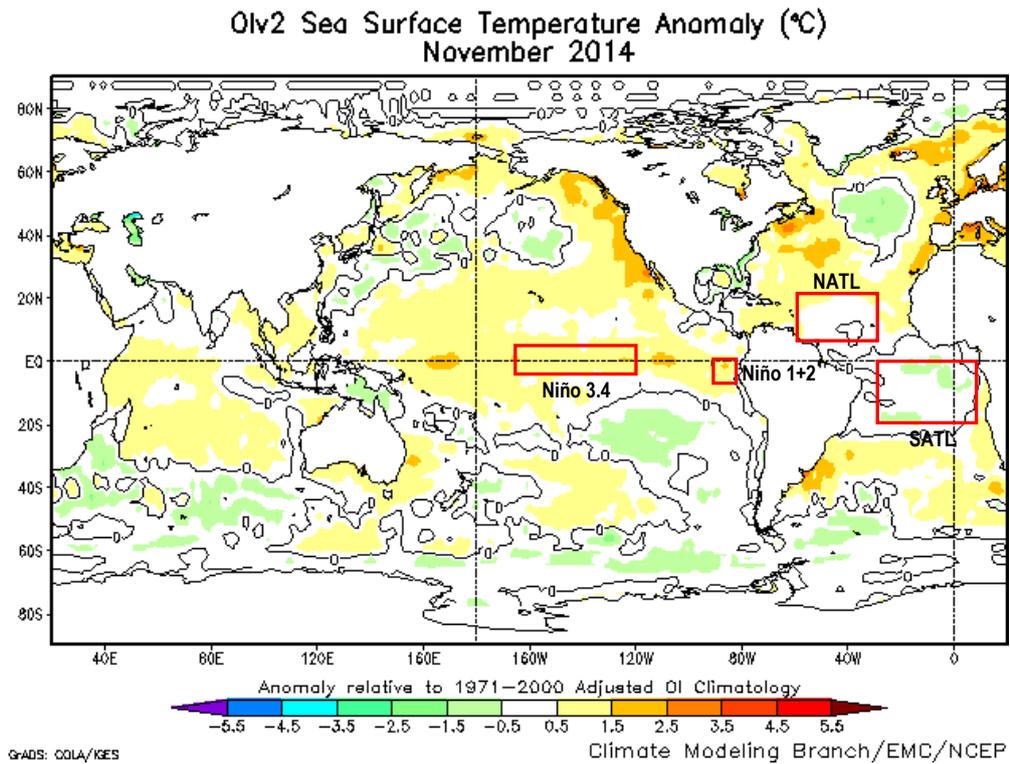


Fig. 1: Anomalías de temperatura superficial del mar (TSM) en °C del mes de noviembre de 2014. Las anomalías son calculadas utilizando la climatología del periodo base 1971-2000. Fuente NOAA/NCEP.

NOVIEMBRE 2014								
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 13	-0.5	21.1	0.0	26.7	0.1	27.7	-0.3	23.6
DIC 13	-0.2	22.6	0.0	26.5	0.0	26.9	-0.1	24.6
ENE 14	0.3	24.8	-0.5	26.1	-0.1	25.9	-0.1	25.5
FEB 14	-0.8	25.4	-0.6	26.2	-0.2	25.4	0.1	26.7
MAR 14	-0.8	25.9	-0.2	27.0	-0.3	25.3	0.1	27.2
ABR 14	-0.4	25.2	0.2	28.0	-0.3	25.6	0.1	27.2
MAY 14	1.3	25.6	0.5	28.3	-0.3	26.0	0.4	26.6
JUN 14	1.6	24.5	0.5	28.1	-0.3	26.5	0.3	25.3
JUL 14	1.4	23.0	0.2	27.4	-0.3	26.9	0.0	23.8
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

Tabla 1. Temperatura superficial del mar (Anomalías 1ra. columna y °C 2da. columna) para los 12 meses más recientes. 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.

Las anomalías de TSM en el Atlántico sur subtropical (costas de Argentina, Uruguay y sur de Brasil) continúan siendo positivas (hasta 1°C por encima de la media). Estas anomalías produjeron abundantes lluvias en el suroeste de la cuenca amazónica durante el verano de 2014 (Espinoza et al., 2014).

b) Anomalías de la Circulación Atmosférica

En la región del Pacífico tropical, cerca de la costa norte peruana, se observó ligero dominio de anomalías de vientos del noroeste considerando los niveles bajos de la tropósfera (Fig. 2). Asimismo, en la región del Atlántico tropical se observó debilitamiento de los vientos Alisios, con una mayor intensidad en la zona ecuatorial Este (Fig. 2). Dentro del continente, se observó incursión de anomalías de vientos provenientes del Atlántico tropical Norte y mar del Caribe hacia el norte de la cuenca Amazónica incluyendo el norte de la Amazonía peruana. Estos vientos son dirigidos hacia el sur llevando humedad hacia el sur de la cuenca Amazónica (Amazonía boliviana) y sur de la Amazonía peruana.

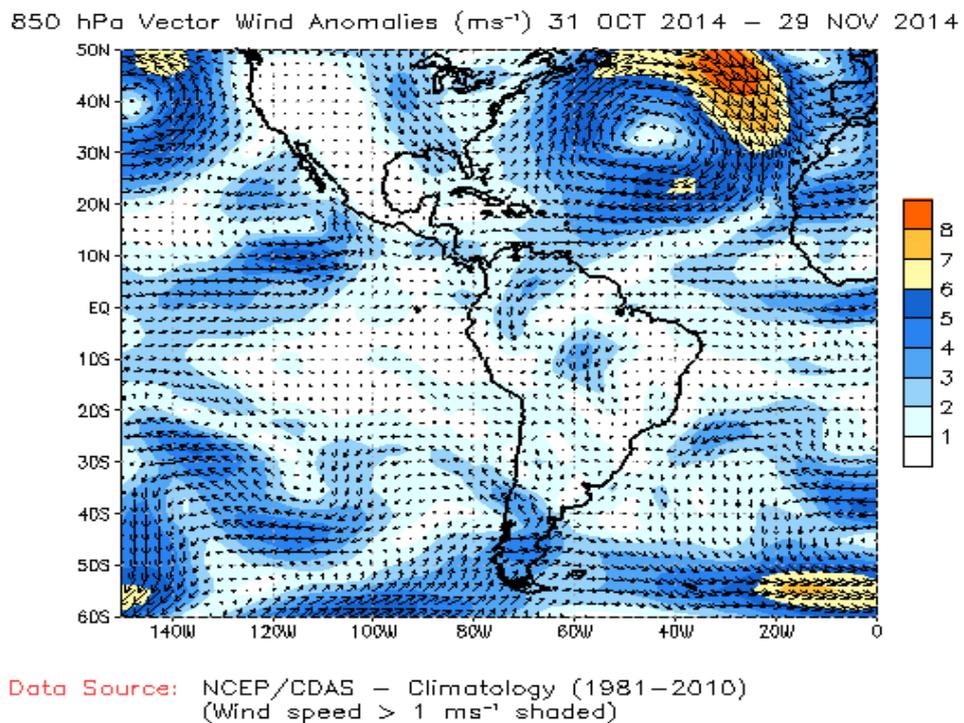


Fig. 2: Anomalía de vientos en niveles bajos (850 hPa) de la atmósfera, (del 31 de octubre al 29 de noviembre de 2014). Las anomalías fueron calculadas utilizando el periodo base los promedios entre 1981 y 2010. Fuente: NOAA/NCEP.

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 National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), con una resolución espacial de 2.5°x2.5° 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).

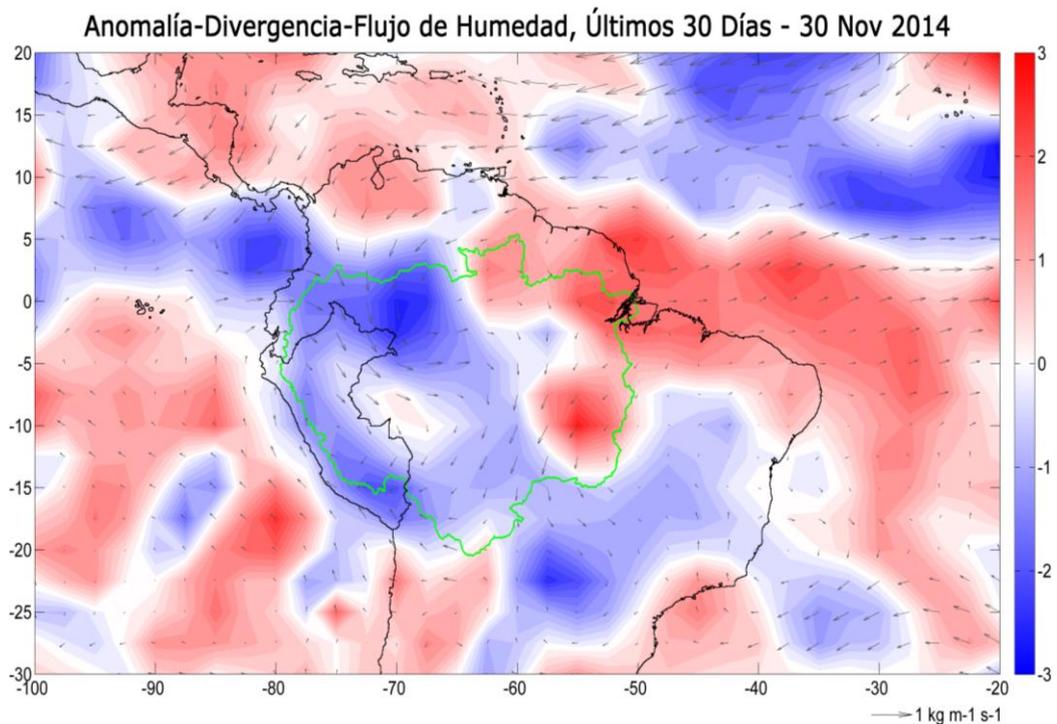


Fig. 3: Anomalías de flujo de humedad integrado en los niveles de 1000 hPa a 300 hPa de la atmósfera y su divergencia. El periodo corresponde de 01 al 30 de noviembre 2014. Las anomalías son calculadas utilizando el periodo base de 1970 a 2013. Se muestra límites de la cuenca Amazónica en línea verde.

En el periodo de análisis, se observaron convergencias de flujo de humedad en gran parte de la región Oeste (Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia) y central de la

cuenca Amazónica (Fig. 3). Por otro lado, se observaron divergencia del flujo de humedad en gran parte de la región Este de la cuenca Amazónica, cercano a la desembocadura de la misma. Las convergencias de flujo de humedad son coherentes con la incursión de vientos del Atlántico tropical Norte y direccionados hacia el sur de la cuenca Amazónica y sur de la Amazonía peruana, como es descrito en la Figura 2.

4.2. Análisis de Precipitaciones

Esta sección presenta el análisis de las anomalías de precipitación de dos fuentes de datos: 1) International Research Institute for Climate and Society (IRI) y 2) Radar Tropical Rainfall Measuring Mission a tiempo real (TRMM-3B42RT), para más detalle revisar Huffman et al. (2010). Los datos (mapas) reportados por el IRI son anomalías de precipitación en mm/mes a nivel global, Sudamérica y otros, mientras TRMM-RT reportan datos 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 IRI

El reporte del IRI muestra anomalías de precipitación en unidades de mm/mes basándose en estimaciones de la precipitación del conjunto de datos CAMS_OPI v0208 del Centro de Predicción del Clima de NOAA NCEP. El período utilizado para el cálculo de la climatología es 1979-2000 a una resolución de 2.5° de latitud/longitud. Zonas verdes en el mapa indican que la precipitación fue superior a lo normal del mes a largo plazo, y las zonas marrones en el mapa indican zonas donde las precipitaciones fueron inferiores a lo normal. Los contornos se dibujan en incrementos de +/- 10, 25, 50, 100,... 500 mm/mes, para mayor detalle revisar Janowiak and Xie (1999).

Durante el mes de noviembre, según el reporte del IRI se observaron precipitaciones inferiores a lo normal en gran parte de la cuenca Amazónica, (anomalías negativas inferiores a 50 mm/mes, ver Fig. 4). Por otro lado, se observaron anomalías de precipitación sobre lo normal en gran parte de la Amazonía ecuatoriana, peruana y boliviana, excepto la región central de la Amazonia peruana (alrededor del río Tambo, afluente del río Ucayali)(Fig. 4).

En general, precipitaciones por encima de los valores climatológicos son coherentes con las incursiones de flujos de humedad del Atlántico tropical norte que son direccionados hacia oeste y central de la cuenca Amazónica. Sin embargo, convergencias de flujo de humedad han sido observadas en la Amazonía colombiana y centro de la cuenca Amazónica que no se han traducido en precipitaciones según lo reportado por el IRI (Fig. 3 y 4). Por otro lado, en la región de la desembocadura, existe mayor coherencia entre las divergencias de flujo de humedad y precipitaciones deficitarias según el IRI.

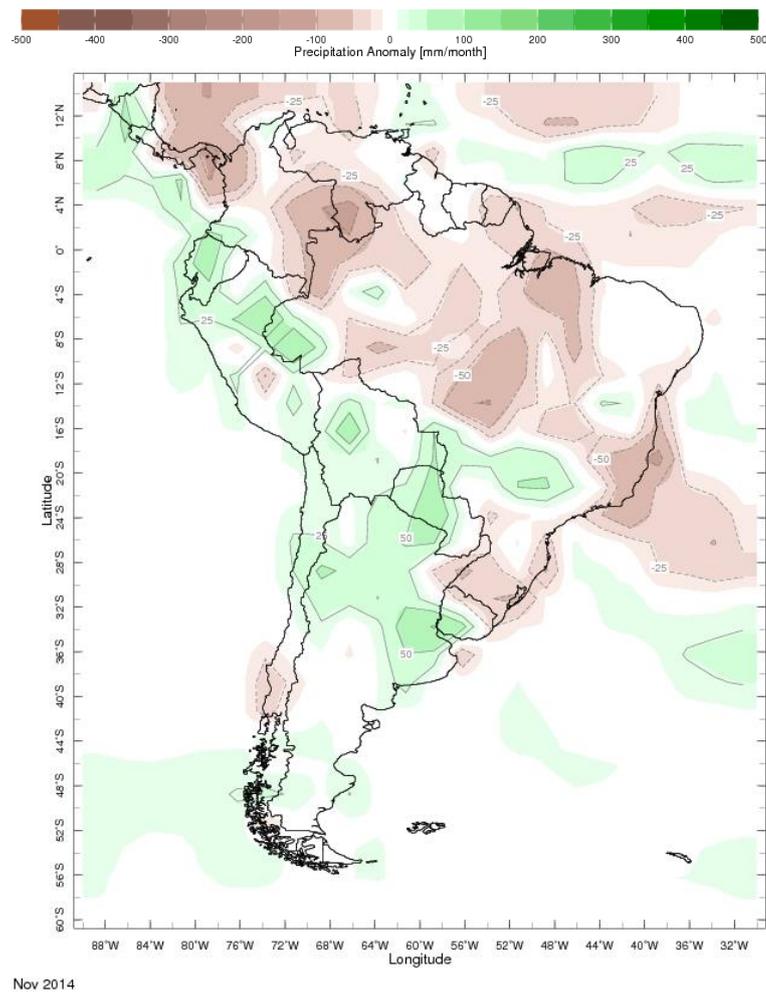


Fig. 4: Anomalías de precipitación (mm/mes) para el mes de noviembre de 2014. Las anomalías fueron calculadas con respecto al periodo base de los promedios mensual de 1979 a 2000. Fuente: International Research Institute for Climate and Society (IRI).

b) Anomalías de Precipitación Radar TRMM-RT

Durante el periodo de 01 hasta 30 de noviembre, según datos de TRMM-RT, la magnitud de las precipitaciones estuvo por arriba de lo normal (anomalías de 8 mm/día en promedio) en gran parte de la región suroeste (gran parte de la Amazonia peruana y boliviana) de la cuenca Amazónica a excepción de la Cordillera de los Andes nacientes de los ríos Marañón, Huallaga, Ucayali, Madre de Dios, Beni y Mamoré (Fig. 5). Asimismo, en algunas regiones del centro y norte de la cuenca Amazónica predominan las anomalías positivas, el cual es coherente con las convergencias de flujo de humedad en esta región (Fig. 3).

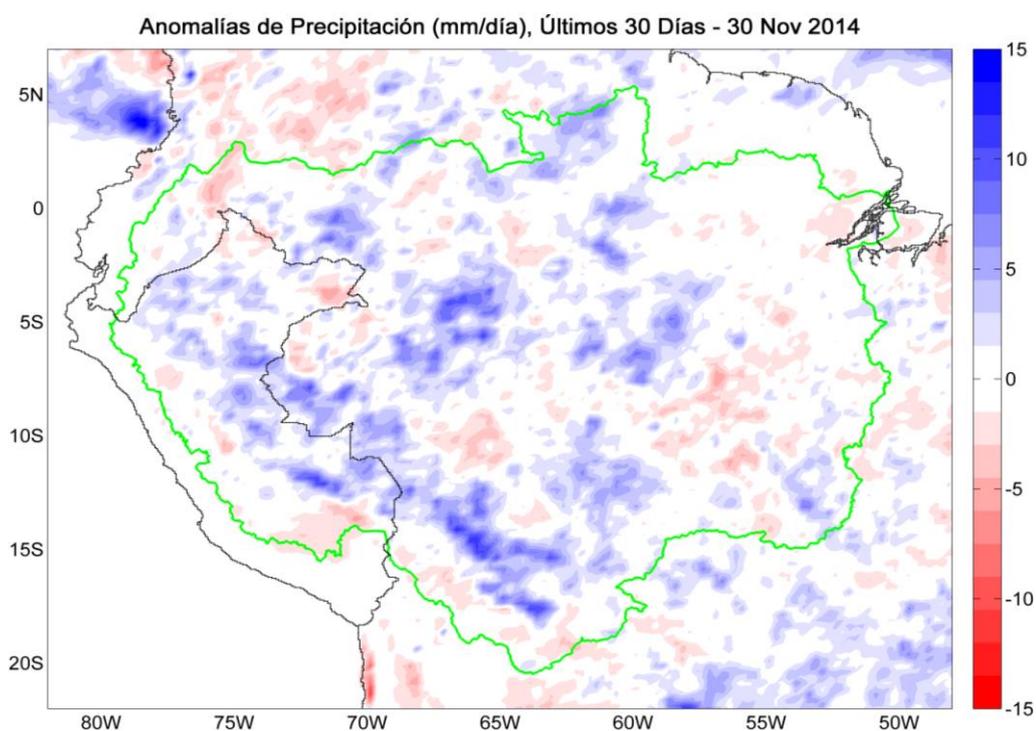


Fig. 5: Anomalías de precipitación en mm/día para noviembre de 2014. Las anomalías fueron calculadas con respecto al periodo base promedio 2002-2013. Se muestra límites de la cuenca Amazónica en línea verde.

En general, ambas fuentes de datos de precipitación (IRI y TRMM-RT) muestran dominio de anomalías positivas de precipitación al suroeste de la cuenca Amazónica (gran parte de la Amazonia peruana y boliviana) y parcialmente en la región central de la misma. Estas anomalías son coherentes con las incursiones de flujos de humedad del Atlántico tropical norte que son direccionados hacia oeste y central de la cuenca Amazónica. Por otro lado, existe incoherencia entre datos del IRI y los flujos de humedad en la región norte de la cuenca Amazónica.

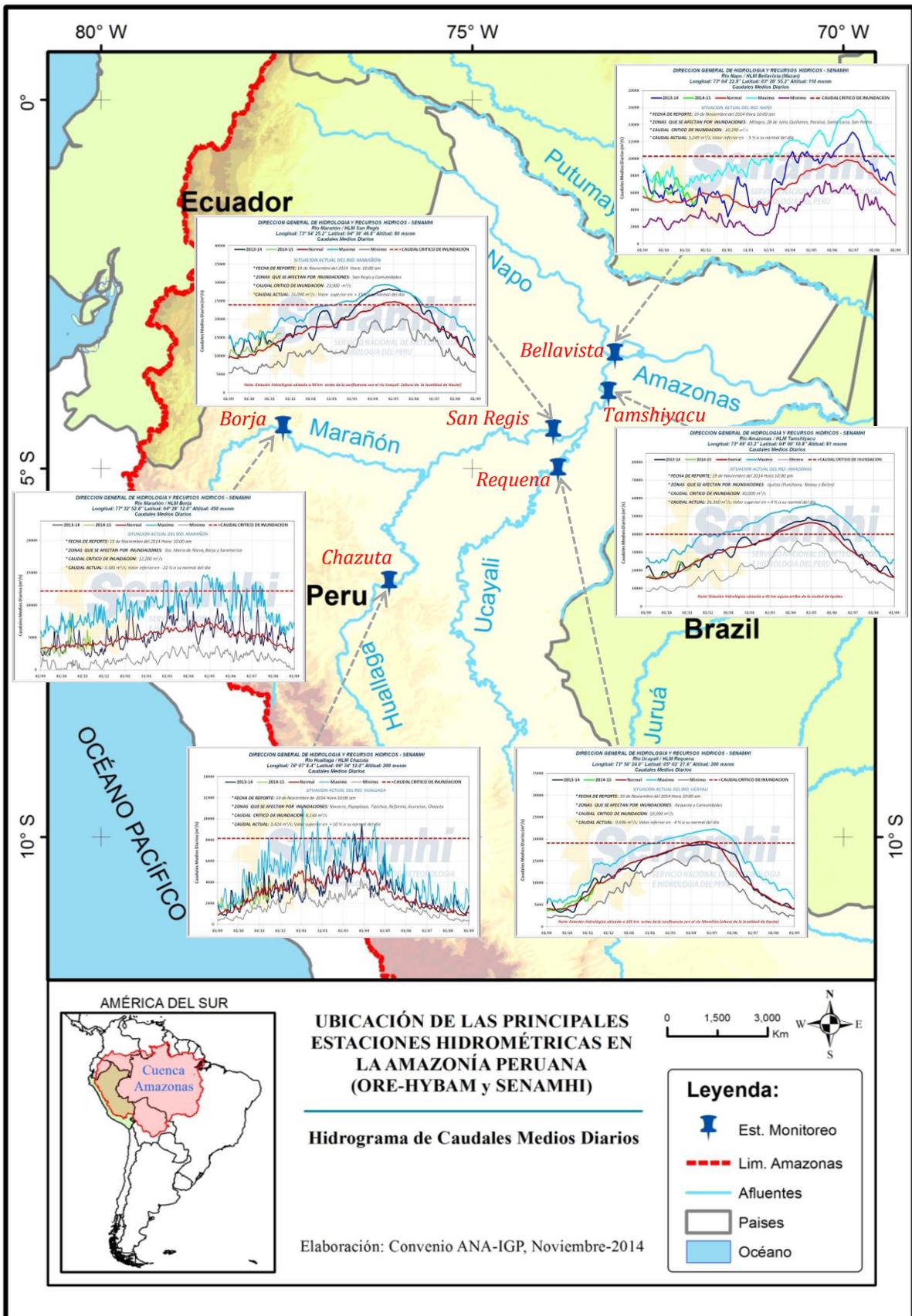


Fig. 6: Hidrogramas de caudales medios diarios de los principales río de la Amazonía peruana. Fuente: SENAMHI (<http://www.senamhi.gob.pe/>).

4.3. Análisis de Caudales Históricos

El reporte de la Dirección General de Hidrología y Recursos Hídricos del SENAMHI, sobre la situación hidrológica en la región hidrográfica del Amazonas, para mediados del mes de noviembre de 2014. Se registraron magnitudes por debajo del promedio climático en las nacientes de los ríos Ucayali, Huallaga y Marañón (Fig. 6), así por ejemplo, las estaciones de Lagarto (Ucayali), Tingo María (Huallaga) y Borja (Marañón) registraron -29%, -0.03m y -22% respectivamente. En la región baja de la Amazonía peruana se registraron magnitudes ligeramente sobre el promedio, es decir las estaciones de Chazuta (Huallaga), San Regis (Marañón) y Tamshiyacu (Amazonas) se registraron 10%, 15% y 4% respectivamente. Exceptuando la estación de Requena (Huallaga) y Bellavista (Napo) donde registraron anomalías negativas de -4% y -5% respectivamente. Es así que SENAMHI ha caracterizado que los principales ríos están dentro de sus patrones normales para la época.

V. Análisis de las Previsiones

En esta sección 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 incremento 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). Asimismo, 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 diciembre-febrero (DEF) de 2014-2015, proyectan condiciones cálidas débiles para la región Niño 3.4 (dominio de amarillo oscuro en Fig. 7) y condiciones cálidas débiles para la región Niño 1+2 (dominio de amarillo oscuro en Fig. 7). Asimismo, el Informe Técnico ENFEN N° 11-2014 (noviembre) manifiesta que, para los próximos meses, que incluye el verano de 2015, los pronósticos de la ATSM en el Pacífico central (Niño 3.4) por los modelos numéricos de las agencias internacionales indican condiciones alrededor de cálidas débiles.

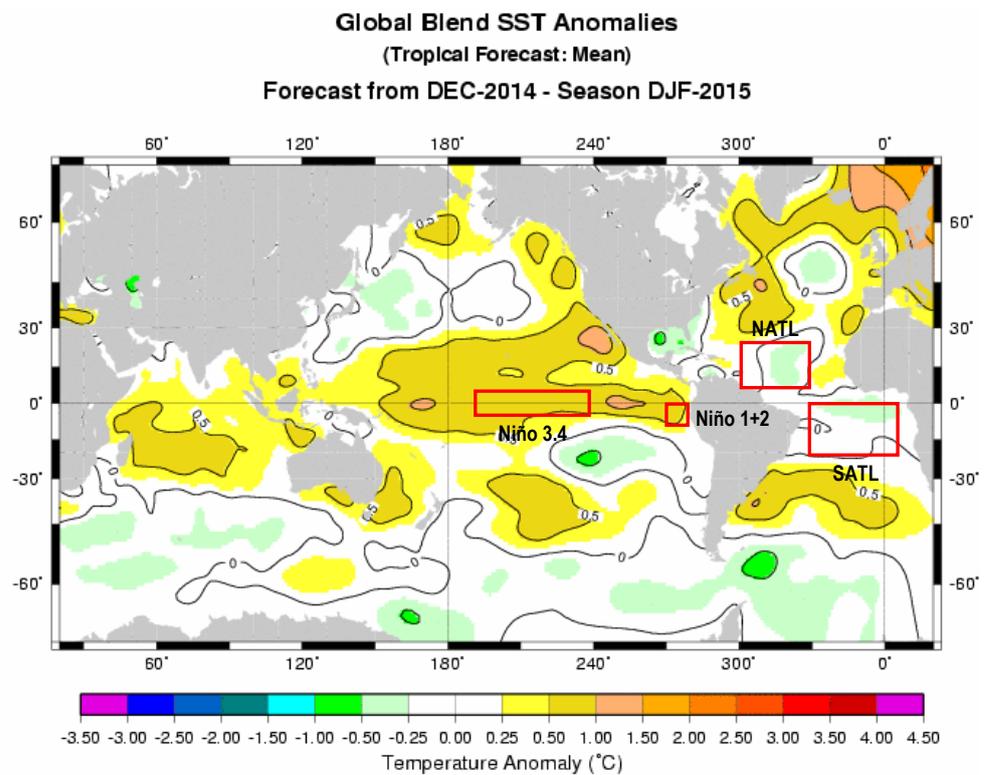


Fig. 7: Pronóstico de las anomalías de temperatura superficial del mar (°C) a nivel global, para el trimestre Diciembre-Febrero. Rectángulos rojos indican regiones de análisis. Fuente: International Research Institute for Climate and Society (IRI).

Para la región del Atlántico tropical norte (NATL) se prevén anomalías de TSM neutras en promedio (parcialmente de color verde claro, ver Fig. 7) para el trimestre DEF. Asimismo, para la región del Atlántico tropical sur (SATL) pronostican anomalías de TSM neutras (dominio de color blanco, ver Fig. 7). Cabe resaltar que las anomalías positivas de TSM persistirían en la región

subtropical del Atlántico Sur (anomalías positivas de hasta 1.0°C, pero en mayor extensión, ver Fig. 7). Según se reportó en el verano 2014, las altas temperaturas en la región del Atlántico subtropical Sur produjeron un intenso ingreso de flujo de humedad hacia la cuenca de Madre de Dios y Beni (para más detalles ver Espinoza et al., 2014). Estas condiciones deben seguir siendo monitoreadas considerando el inicio del periodo de lluvias en los próximos meses.

b) Pronóstico de la Región El Niño 3.4

Según 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 según el ensamble de los modelos, condiciones cálidas débiles (TSM sobre el promedio climatológico con 0.95°C en promedio, ver Fig. 8). Las proyecciones mantendrían una tendencia relativamente nula hasta el mes de mayo del próximo año 2015, en un rango no mayor a 0.8°C, con un mínimo de 0.5°C y máximo de 1.3°C (Fig. 8).

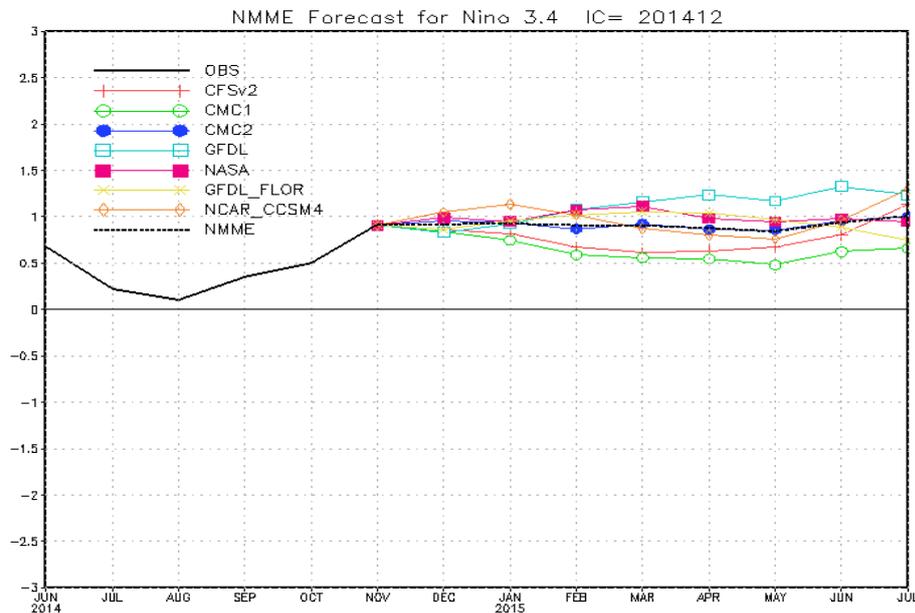


Fig. 8: Pronóstico de las anomalías de temperatura superficial del mar (TSM) por modelos acoplados para la región Niño 3.4 (5°N-5°S, 120°W-170°W) del Pacífico ecuatorial central, a partir de condiciones de fines de noviembre 2014. Fuente: CPC/NCEP/NOAA.

c) Pronóstico de la Región Atlántico Tropical Norte

Según el reporte del IGP elaborados con datos del NMME, los modelos ensamblados de pronósticos de fines de noviembre 2014 pronostican que las anomalías de TSM en el Atlántico tropical norte (NATL) para el próximo trimestre diciembre-febrero (DEF) mostrarían condición cercanas a lo normal (TSM por debajo del promedio climatológico, ver Fig. 9). Sin embargo, las proyecciones mostrarían anomalías negativas de TSM de hasta -0.4 en promedio en los meses de enero y febrero. La tendencia es negativa hasta el mes de febrero pero retomaría una tendencia positiva en los siguientes meses, pero en el rango de las condiciones neutrales.

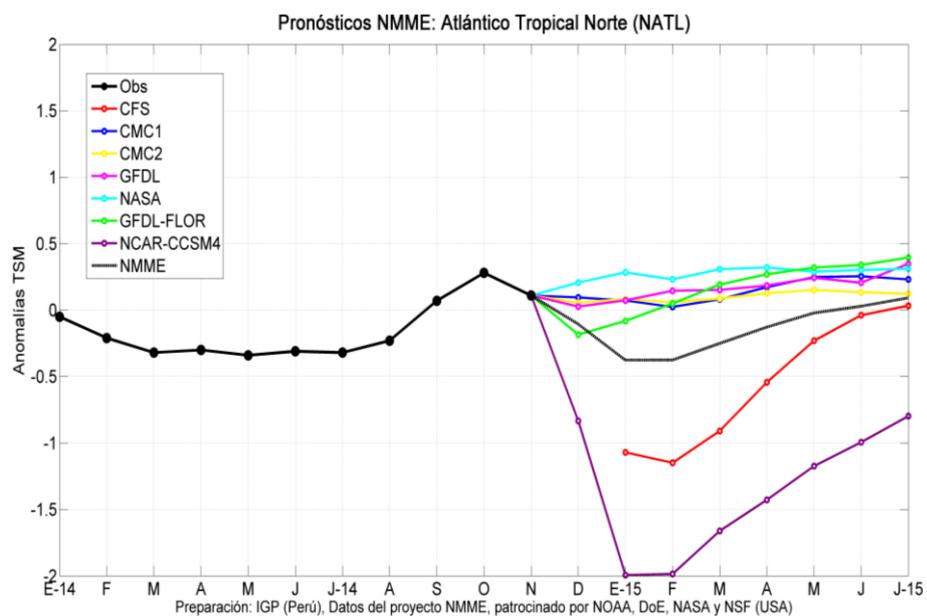


Fig. 9: Pronóstico de las anomalías de temperatura superficial del mar (TSM) para la región del Atlántico tropical norte (NATL: 5°N-20°N, 30°W-60°W), a partir de condiciones de fines de noviembre 2014. Fuente: Instituto Geofísico del Perú (IGP).

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) 2014-15 con datos observados de fines de noviembre, muestran anomalías negativas de precipitación en gran parte de la cuenca Amazónica, con valores superiores a -4 mm/día, concentrados con mayor intensidad en la región norte y este (cerca a la desembocadura) de la misma (Fig. 10).

Por otro lado, a lo largo de la Cordillera de los Andes, región sur de la Amazonía peruana y parte de la Amazonía boliviana tendrían una distribución de lluvias por arriba de lo normal con magnitudes inferiores a 4 mm/día (color celeste/azul/morado en la Figura 10). Asimismo, parcialmente al centro de la cuenca Amazónica presentarían anomalías sobre lo normal (valores inferiores a 2 mm/día).

En general, se observarían anomalías de precipitación por debajo de lo normal en gran parte de la cuenca Amazónica. Sin embargo, en la zona alta (nacientes de los principales ríos) de la Amazonía peruana, se observarían anomalías positivas de precipitación. Además, se observarían anomalías positivas de precipitación en gran parte de la Amazonía boliviana (Fig. 10).

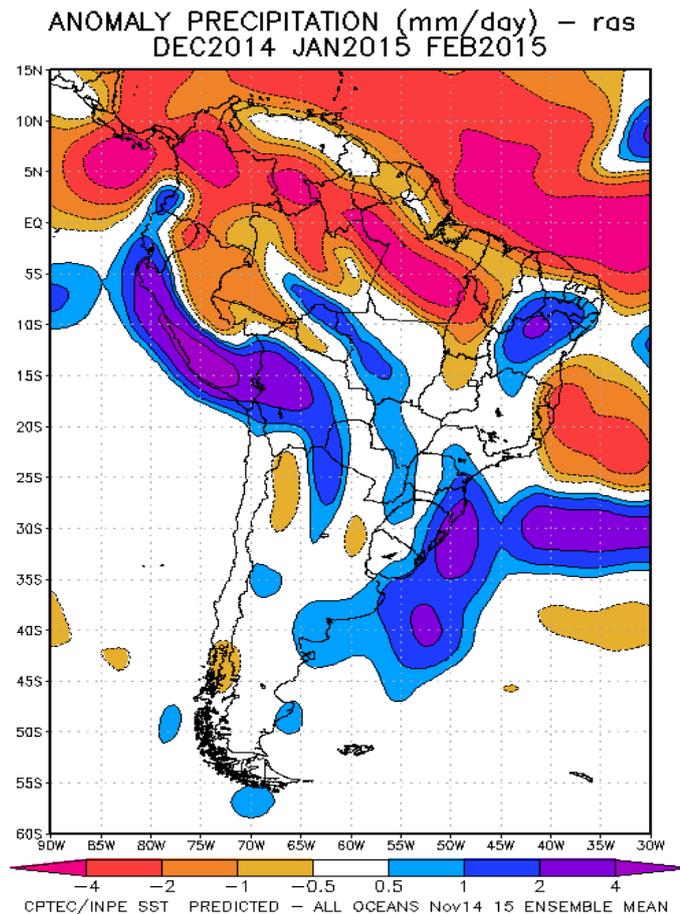


Fig. 10: Pronóstico de las anomalías de la precipitación (mm/día) método **ras** para los meses de DEF del 2014 en América del Sur, con datos observados del mes de noviembre. Fuente: CPTEC/INPE.

VI. Conclusiones

Durante el mes de noviembre, la TSM en el Pacífico ecuatorial región Niño 3.4 presentó condiciones cálidas débiles (anomalías positivas de TSM de 0.9°C). Asimismo, la región Niño 1+2 presentó condiciones cálidas débiles (anomalías de TSM de 0.7°C). Por otro lado, el Atlántico tropical norte (NATL) presentó condiciones ligeramente cálidas (anomalías de TSM de 0.1°C), mientras que la región del Atlántico tropical sur (SATL) mostró anomalías negativas de TSM (condiciones frías). Por otro lado, los modelos numéricos indican que durante los próximos tres meses (DEF) prevén condiciones neutrales a cálidas débiles para la región Niño 1+2 y Niño 3.4. Estas anomalías han sido documentadas en el Informe Técnico ENFEN N° 11-2014 (noviembre).

En el periodo de análisis, se observaron incursión de anomalías de vientos provenientes del Atlántico tropical norte y mar del Caribe hacia el norte de la cuenca Amazónica. Se observaron convergencias de flujo de humedad en gran parte de la región oeste y central de la cuenca Amazónica. Además, se observaron divergencia del flujo de humedad en gran parte de la región Este de la cuenca Amazónica, cercano a la desembocadura. Las anomalías de convergencia de flujo de humedad son coherentes con la incursión de vientos del Atlántico tropical norte observada al norte de la cuenca Amazónica direccionados hacia el sur de la misma (este de los Andes).

A escala de TRMM-RT, se observaron precipitaciones superiores a lo normal en gran parte de la región suroeste de la cuenca Amazónica (gran parte de la Amazonía peruana y boliviana). Por otro lado, se mostraron anomalías negativas de precipitación en gran parte de la región sureste (cercano a la desembocadura del río Amazonas) de la cuenca Amazónica.

Según reporte del SENAMHI para mediados del mes de noviembre de 2014, se registraron magnitudes por debajo del promedio climático en las nacientes de los ríos Ucayali, Huallaga y Marañón, es decir, las estaciones de Lagarto, Tingo María y Borja registraron -29%, -0.03m y -22% respectivamente. En la región baja de la Amazonía peruana se registraron magnitudes ligeramente sobre el promedio, es decir las estaciones de Chazuta, San Regis y Tamshiyacu se registraron 10%, 15% y 4% respectivamente, exceptuando la estación de Requena y Bellavista donde registraron anomalías negativas de -4% y -5% respectivamente.

Debido a las condiciones oceánicas y atmosféricas que se vienen presentando, no se descarta un periodo intenso de lluvias en el suroeste de la cuenca Amazónica, principalmente en las nacientes de las cuencas del Ucayali y Madre de Dios. En efecto, esta región sufrió inundaciones sin precedentes en el verano de 2014 (Espinoza et al., 2014). Teniendo en cuenta las condiciones actuales y pronosticadas de la TSM en el Atlántico subtropical sur, la circulación atmosférica y las lluvias en esta región, es indispensable continuar con un minucioso seguimiento de la evolución de estas condiciones en las cuencas del Madre de Dios y alto Ucayali, en particular debido al inicio de la temporada de lluvias.

La base de datos de las variables hidroclimáticas se viene actualizando continuamente, compilando con informaciones provenientes de diferentes agencias internacionales de investigación del clima e instituciones locales (NOAA, IRI, CPTEC, SENAMHI, etc.). Las variables se encuentran a casi tiempo real, con escalas de tiempo diarios (precipitaciones del radar TRMM-RT y reanálisis) semanales y mensuales (TSM, índices oceánicos, circulación atmosférica).

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. (2011b). “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. (2012). 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 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 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).
- Ronchail, J., Cochonneau, G., Molinier, M., Guyot, J. L., Gorette de Miranda Chaves, A., Guimarães, W. & de Oliveira, E. (2002). Rainfall variability in the Amazon Basin and SSTs in the tropical Pacific and Atlantic oceans. *Int. J. Climatol.* 22, 1663–1686.
- 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.