



INFORME MENSUAL: 31 de mayo de 2014

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



Foto: 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

Mayo, 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 El 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 de “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 (TSM) 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 mayo 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.

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, el análisis 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 viento son reportados en vectores con magnitudes en m/s, ambos en formato gráfico *.png.

a) Anomalías de Temperatura Superficial del Mar (TSM)

Durante el mes de mayo el Pacífico ecuatorial central, en la región Niño 3.4 se presentó anomalías positivas de TSM de 0.5°C en promedio (Tabla 1), con un ligero aumento respecto al mes anterior (amarillo pálido en Fig. 1). Asimismo, la región del Pacífico ecuatorial Este (Niño 1+2) mostró anomalías positivas de TSM de 1.3°C en promedio (amarillo oscuro en Fig. 1 y Tabla 1), con aumento considerable de 1.7°C respecto al mes anterior. En general, el Pacífico ecuatorial presenta condiciones cálidas débiles a moderadas.

La región del Atlántico tropical Norte (NATL) presenta ligeras anomalías negativas de temperatura superficial del mar del orden de -0.4°C en promedio para el mes de mayo (blanco-verde en Fig. 1, Tabla 1), con un ligero descenso de 0.1°C con respecto al mes de abril. Sin embargo, la región Atlántico tropical Sur (SATL) presenta anomalías positivas de TSM de 0.4°C en promedio, ver Tabla 1, con un aumento de 0.3°C de anomalía de TSM respecto al mes anterior.

En resumen, las temperaturas superficiales del mar (TSM) de la región del Pacífico ecuatorial muestran condiciones cálidas débiles a moderadas y la región del Atlántico tropical muestra anomalías no considerables durante el mes de mayo de 2014 (Fig. 1).

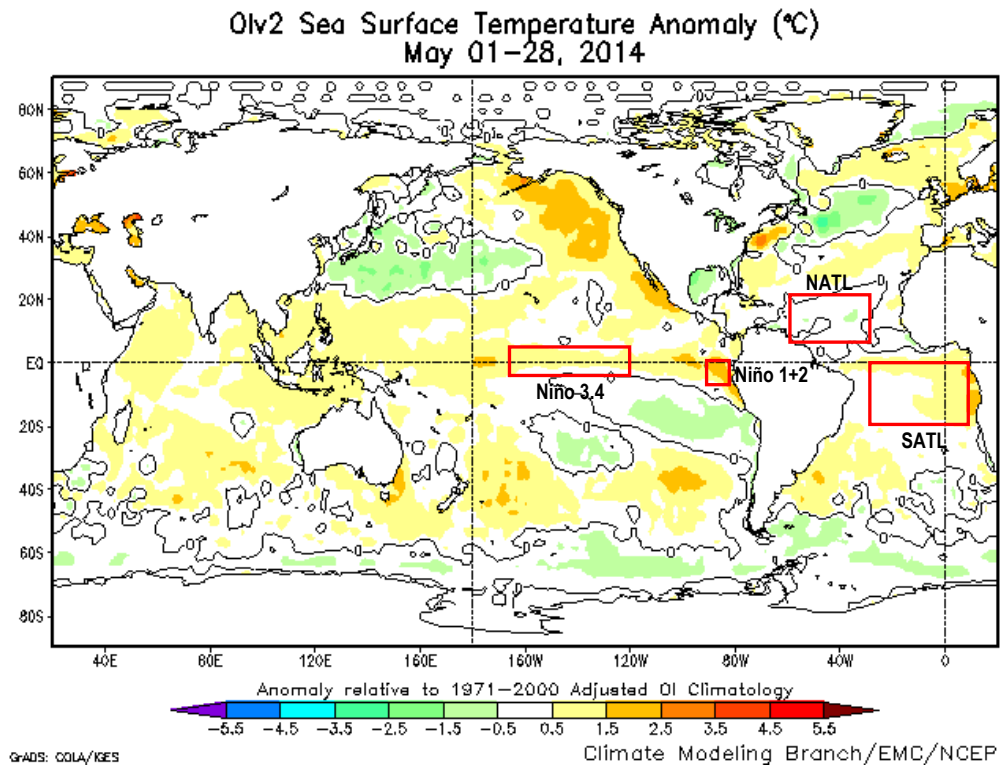


Fig. 1: Anomalías de temperatura superficial del mar (TSM) en °C del 01 al 28 de mayo de 2014. Las anomalías son calculadas utilizando como la climatología de periodo base 1971-2000. Fuente NOAA/NCEP.

MAY 2014								
MONTH	PACIFIC SST				ATLANTIC SST			
	NINO 1+2		NINO 3.4		N. ATL		S. ATL	
	0-10S		5N-5S		5N-20N		0-20S	
	90W-80W		170W-120W		60W-30W		30W-10E	
MAY 13	-1.4	22.9	-0.3	27.6	0.5	26.8	0.2	26.4
JUN 13	-1.4	21.5	-0.2	27.4	0.3	27.0	0.0	25.0
JUL 13	-1.3	20.3	-0.3	26.9	0.2	27.4	0.0	23.7
AUG 13	-1.0	19.7	-0.3	26.5	0.3	28.1	0.1	23.2
SEP 13	-0.6	19.8	-0.1	26.7	0.5	28.6	-0.2	22.8
OCT 13	-0.6	20.2	-0.3	26.4	0.4	28.5	-0.2	23.2
NOV 13	-0.5	21.1	0.0	26.7	0.1	27.7	-0.3	23.6
DEC 13	-0.2	22.6	0.0	26.5	0.0	26.9	-0.1	24.6
JAN 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
APR 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	-0.4	26.0	0.4	26.6

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.

b) Anomalías de la Circulación Atmosférica

En la región del Pacífico ecuatorial Este, sobre los niveles bajos de la tropósfera, dominaron anomalías de vientos del Oeste, resultado del debilitamiento de los vientos Alisios en esta región (Fig. 2). Asimismo, en la región del Atlántico tropical se observa debilitamiento de los vientos alisios, con una mayor intensidad en la zona ecuatorial central (hasta 7 m/s en Fig. 2). Sin embargo, se observan ligeros vientos sobre su promedio climatológico provenientes del Atlántico tropical norte y el mar Caribe hacia la cuenca Amazónica (Fig. 2). Dichos vientos son direccionados hacia la región suroeste de la cuenca Amazónica, generando convergencias de flujo de humedad a lo largo del límite oeste de la misma (ver Fig. 3).

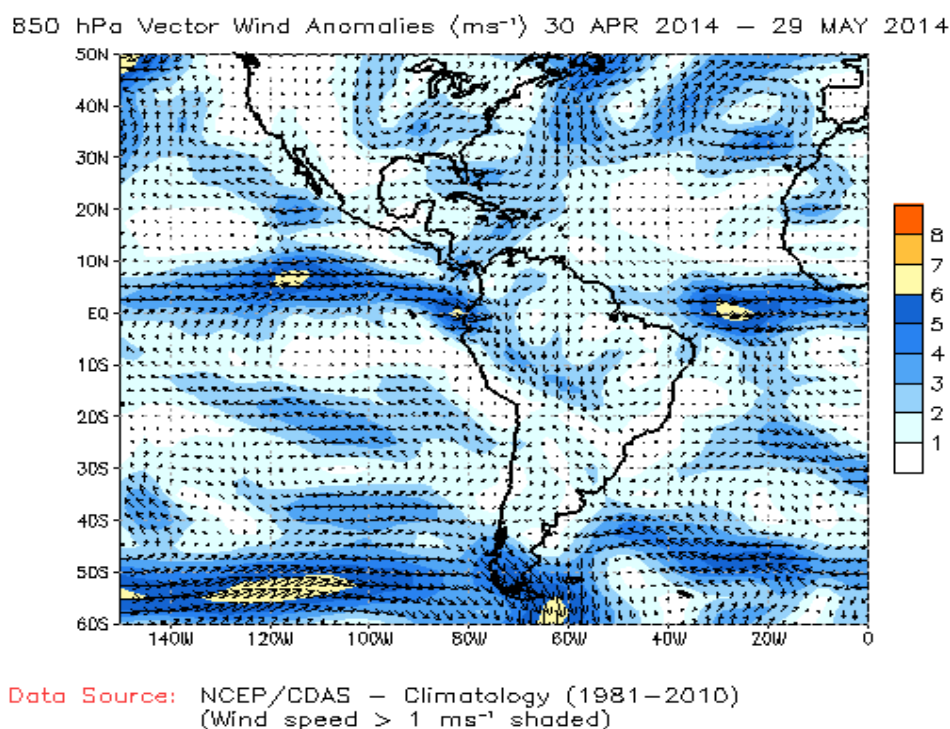


Fig. 2: Anomalía de vientos en niveles bajos (850 hPa) de la atmósfera, (del 30 de abril al 29 de mayo de 2014). Las anomalías son calculadas utilizando como periodo base los promedios entre 1981 y 2010. Fuente: NOAA/NCEP.

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 $2.5^\circ \times 2.5^\circ$ y resolución temporal diario. 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.

En el periodo de análisis, se observan convergencias de flujo de humedad al noroeste de la cuenca Amazónica (Colombia) y a lo largo de toda la Amazonía peruana, con mayor intensidad al sur de la misma (Fig. 3). Asimismo, se observan convergencia de flujo de humedad al sur de la Amazonia boliviana que se expande hasta la zona central de la cuenca de La Plata (Fig. 3).

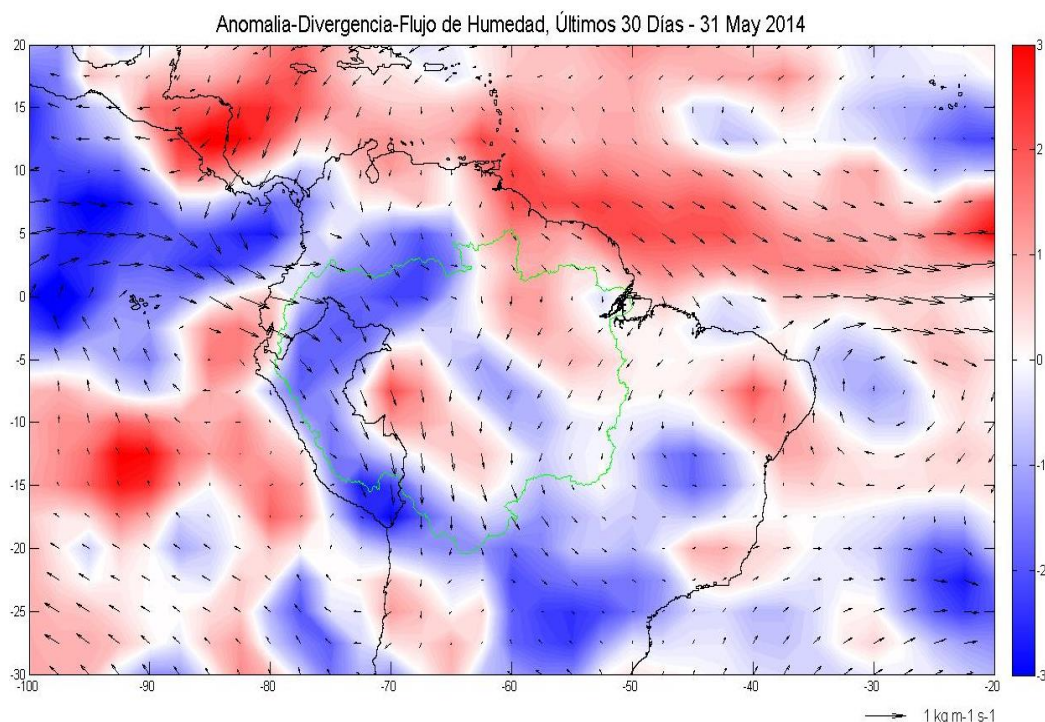


Fig. 3: Anomalías de flujo de humedad integrado en los niveles de 1000 hPa a 300 hPa de la atmósfera y su divergencia. El periodo corresponde de 01 al 31 de mayo 2014. Las anomalías son calculadas utilizando como periodo base los promedios de 1970 a 2013. Se muestra límites de la cuenca Amazónica (línea verde).

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 porcentaje (%).

a) Anomalías de Precipitación IRI

El mapa muestra las 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 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).

En el mes de mayo, según el reporte del IRI se observan precipitaciones inferiores a lo normal (anomalías negativas inferiores a 150 mm/mes, ver Fig. 4) en gran parte de la región norte y alrededor de estuario de la cuenca Amazónica. Asimismo, se observan anomalías negativas en la Amazonia peruana central y norte, concentrados a lo largo de la frontera con Ecuador (Fig. 4). Por otro lado, ocurrieron lluvias por arriba de lo normal (inferiores a 50 mm/mes) al sur de la Amazonía peruana y toda la región Amazónica de Bolivia. Además, se observaron precipitaciones excedentarias al sur de Bolivia, Argentina y Paraguay (Fig. 4).

En general, precipitaciones por debajo de los valores climatológicos son coherentes con las pocas incursiones de flujos de humedad del Atlántico tropical norte hacia la cuenca Amazónica. Sin embargo, convergencias de flujo de humedad han sido observadas al noroeste de la cuenca amazónica que no se ha traducido en

anomalías positivas de precipitación según lo reportado por el IRI (Fig. 3 y 4). Por otro lado, en la Amazonia boliviana y zona norte de la cuenca de La Plata, existe mayor coherencia del flujo de humedad y precipitación excedentaria según el IRI.

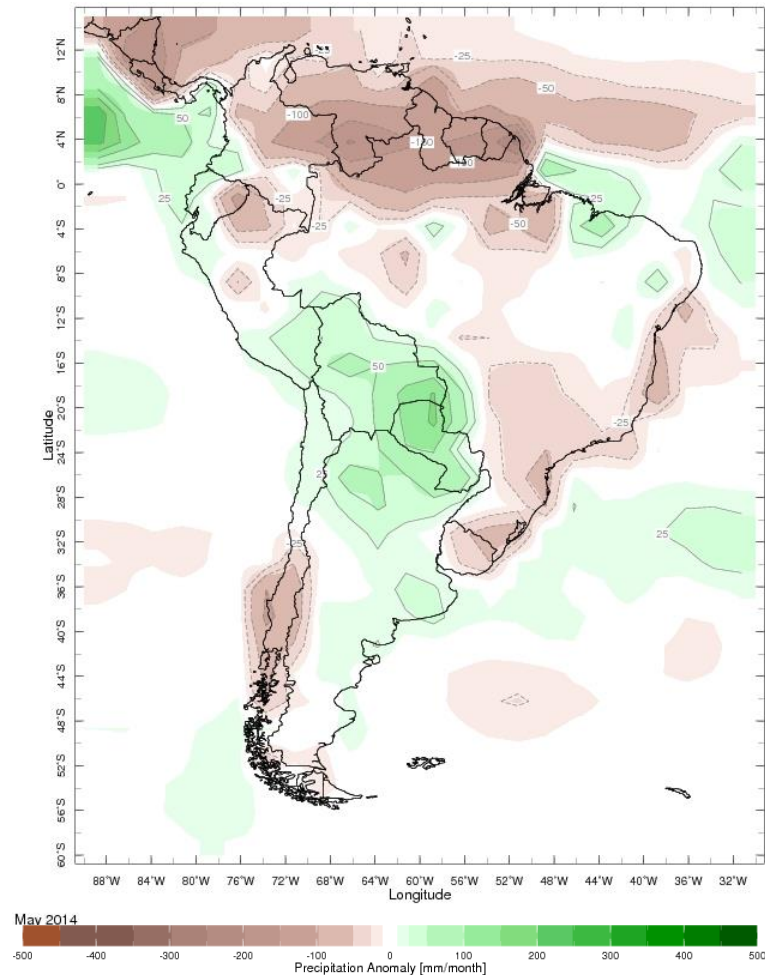


Fig. 4: Anomalías de precipitación (mm/mes) para el mes de mayo de 2014. Las anomalías fueron calculadas con respecto al periodo base de los promedios mensual de 1979 a 2000. Fuente: International Research Institute for Climate and Society (IRI).

b) Anomalías de Precipitación Radar TRMM-RT

En el periodo de 01 al 31 del mes de mayo, la magnitud de las precipitaciones estuvo por debajo de lo normal (anomalía negativas de 50% en promedio) en la mayoría de la región noreste de la cuenca Amazónica, según los datos de TRMM-RT. Asimismo, se observan déficit de precipitación en las nacientes del río Ucayali de la Amazonía peruana (Fig. 5).

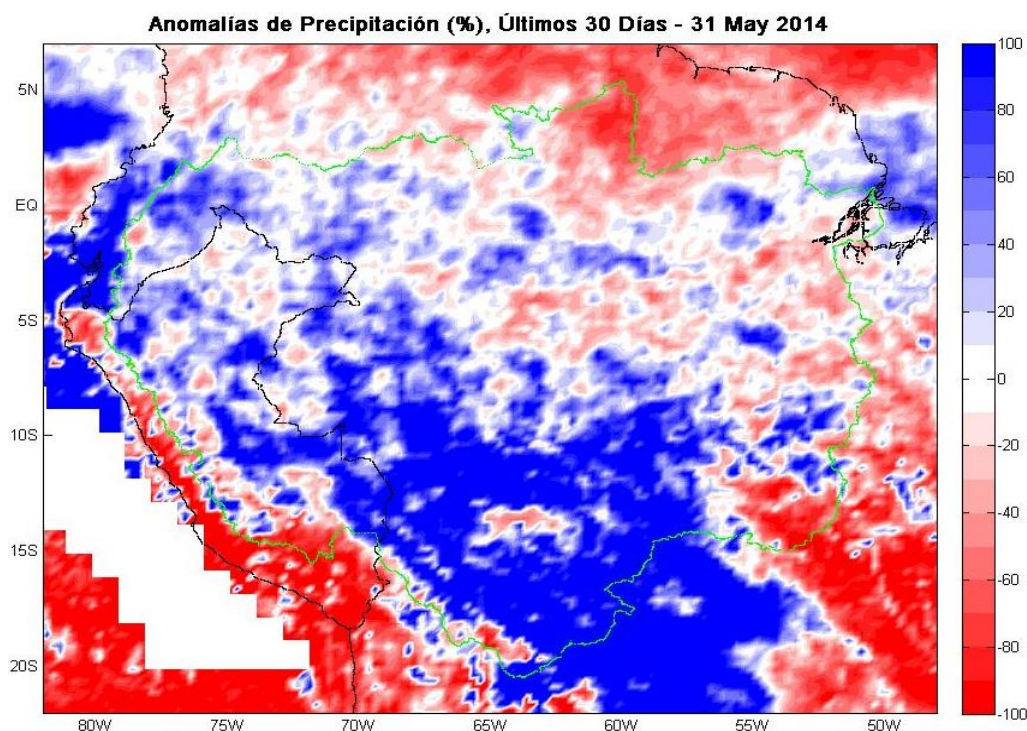


Fig. 5: Anomalías de precipitación en porcentaje (%) para el mes de mayo 2014. Las anomalías fueron calculadas con respecto al periodo base promedio 2002-2013. Se muestra límites de la cuenca Amazónica (línea verde).

De acuerdo con la Figura 5, las anomalías positivas de precipitación (inferiores a los 80%) son observadas en gran parte del sur de la cuenca Amazónica y áreas aledañas extendiéndose hacia la cuenca de La Plata, lo cual es coherente con lo reportado por el IRI (Fig. 4). Además, a la escala del radar TRMM se observaron anomalías positivas en la mayoría de las regiones de la Amazonia peruana, ecuatoriana y colombiana (Fig. 5).

En general, ambas fuentes de datos de precipitación (IRI y TRMM-RT) muestran gran dominio de anomalías positivas en la cuenca Amazónica y Amazonía peruana.

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 el mes de mayo del 2014, muestra que se registraron magnitudes sobre el promedio en la mayoría de los principales ríos de la Amazonía peruana (Fig. 6).

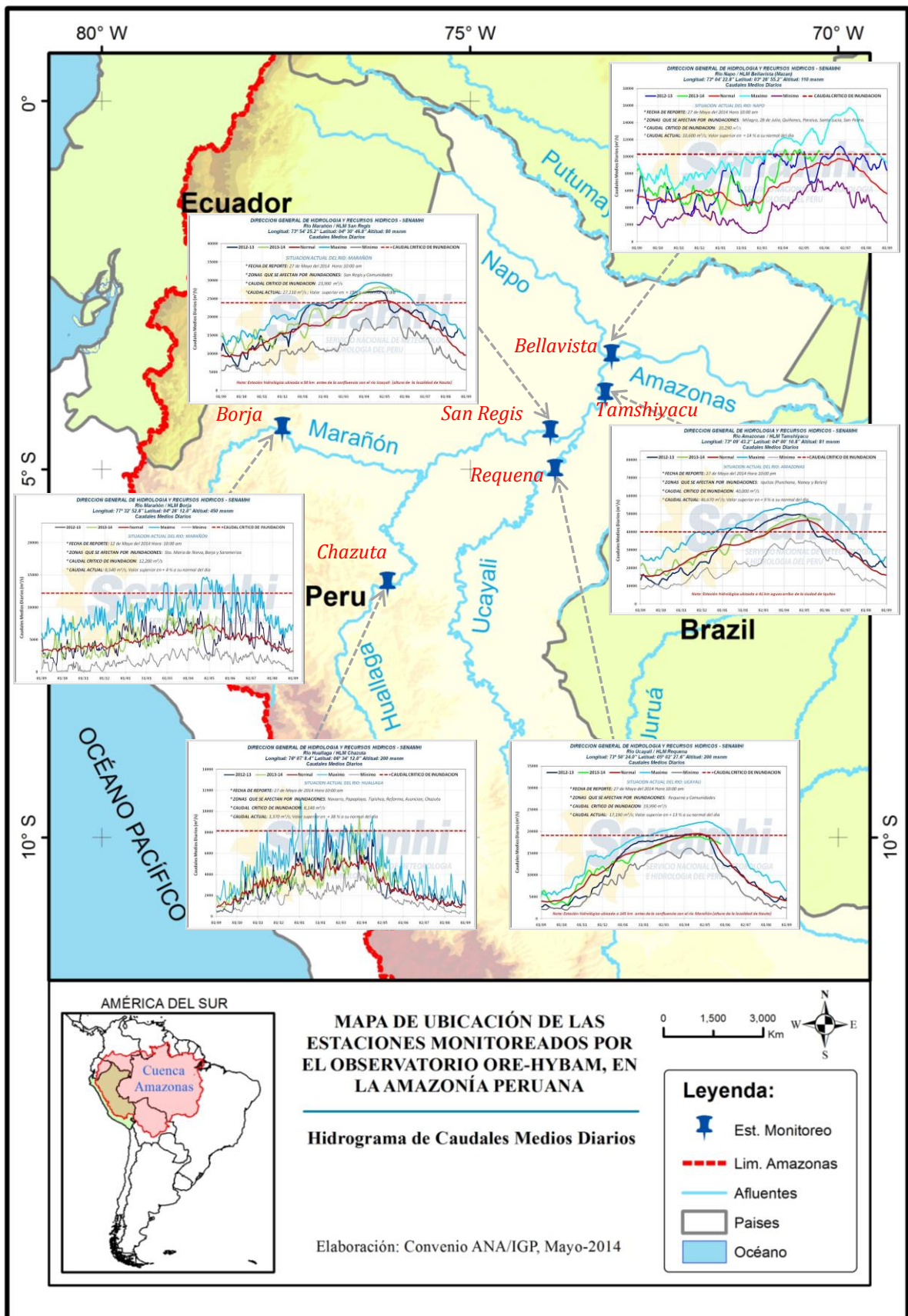


Fig. 6: Hidrogramas de caudales medios diarios de los principales río de la Amazonía peruana. Fuente: SENAMHI (<http://www.senamhi.gob.pe/>).

Así por ejemplo, en las estaciones de Tamshiyacu y Bellavista ubicadas en el río Amazonas y Napo respectivamente, se presentaron anomalías positivas de caudales de 14% y 9% respecto a su climatología, sobrepasando los niveles críticos. Sin embargo, a la fecha (27 de mayo 2014) el río Marañón (Borja y San Regis), Ucayali (Requena), Huallaga (Chazuta) y Amazonas (Tamshiyacu), muestran registros de caudales en su fase de descenso a excepción del río Napo (Bellavista), por lo que estas anomalías positivas no resultan alarmantes.

V. Análisis de las Previsiones

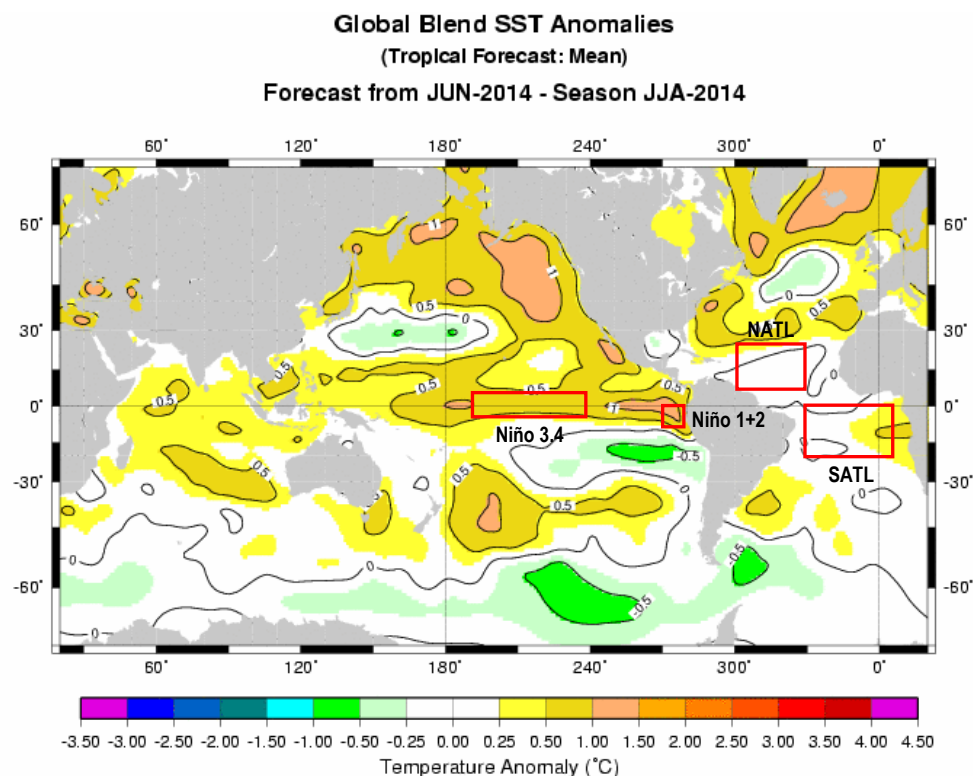
En esta sección se analizan los pronósticos de las anomalías de temperatura superficial del mar en las regiones más relevantes (Niño 3.4, Niño 1+2, NATL y SATL). Además, se analizan las anomalías de precipitación para los próximos 03 meses, que corresponden a la temporada de disminución de las lluvias 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). Asimismo, los 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 junio-julio-agosto (JJA) de 2014, proyectan condiciones cálidas débiles para la región Niño 3.4 (amarillo oscuro en Fig. 7) y cálidas moderadas para la región Niño 1+2 (color coral en Fig. 7). Sin embargo, en el extremo sur de la costa peruana, las anomalías de TSM permanecerían en condiciones frías débiles durante los próximos 03 meses (Fig. 7). Asimismo, el comunicado oficial ENFEN N° 08-2014 manifiesta que en los próximos dos meses, se presentarían condiciones neutrales a cálidas débiles para la región Niño 1+2 y, de neutrales a cálidas moderadas para la región Niño 3.4.



IRI 2014 Jun 2 12:11:43

Fig. 7: Pronóstico de las anomalías de temperatura superficial del mar (°C) a nivel global, para el trimestre Junio-Julio-Agosto. 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 neutrales en promedio (dominio de color blanco, ver Fig. 7) para el trimestre JJA. Asimismo, para la región del Atlántico tropical Sur (SATL) pronostican anomalías de TSM ligeramente superior a lo normal (valores inferiores a 1°C concentrados al este de la misma, ver Fig. 7). Cabe resaltar que las anomalías de TSM en la región subtropical del Atlántico Sur son considerablemente positivas (anomalías positivas de 1°C, ver Fig. 7).

b) Pronóstico de la Región El Niño 3.4

Según el reporte de la NOAA, todas las proyecciones de las anomalías de la temperatura superficial del mar en el Pacífico ecuatorial central (Niño 3.4) para los próximos 03 meses, presentarían condiciones neutrales a cálidas débiles (TSM sobre el promedio climatológico con 0.7°C en promedio, ver Fig. 8), manteniendo

su tendencia positiva hasta fin del año (Fig. 8), las proyecciones fueron desarrollados con condiciones de fines de mayo.

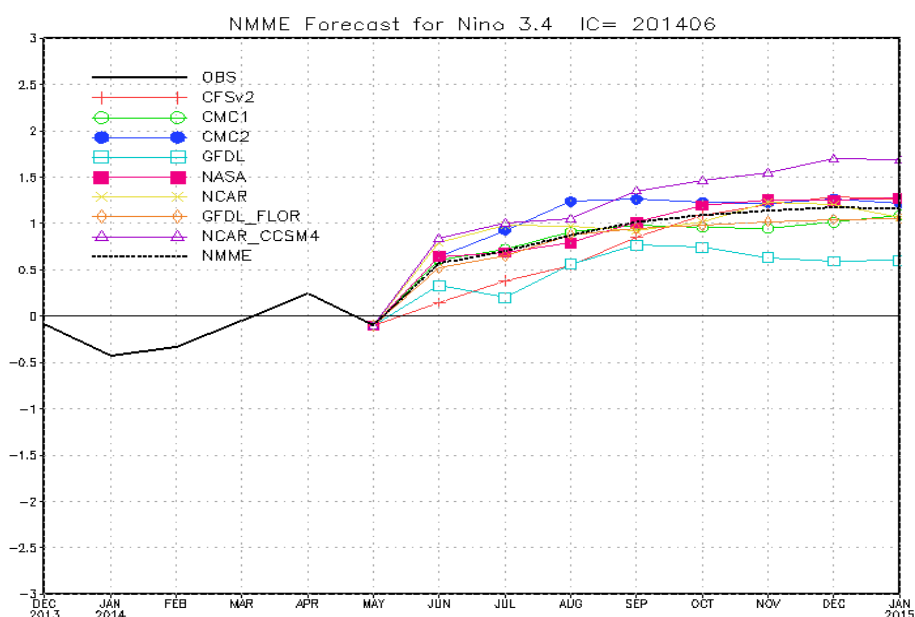


Fig. 8: Pronóstico de las anomalías de temperatura superficial del mar (TSM) por modelos acoplados para la región Niño 3.4 (5°N-5°S, 120°W-170°W) del Pacífico ecuatorial central, a partir de condiciones de fines de mayo 2014. Fuente: CPC/NCEP/NOAA.

c) Pronóstico de la Región Atlántico Tropical Norte

Según el reporte del IGP, el promedio de las proyecciones de las anomalías de la temperatura superficial del mar en el Atlántico tropical Norte (NATL) indican que durante el trimestre junio-julio-agosto persistirá una condición cercana a lo normal (TSM cerca al promedio climatológico, pero por debajo de la misma, ver Fig. 9). La mayoría del conjunto de modelos de pronósticos acoplados de fines de mayo 2014 pronostican condiciones de anomalías negativas de TSM de hasta -0.3 en promedio para los próximos 3 meses, con una tendencia ligeramente positiva (Fig. 9).

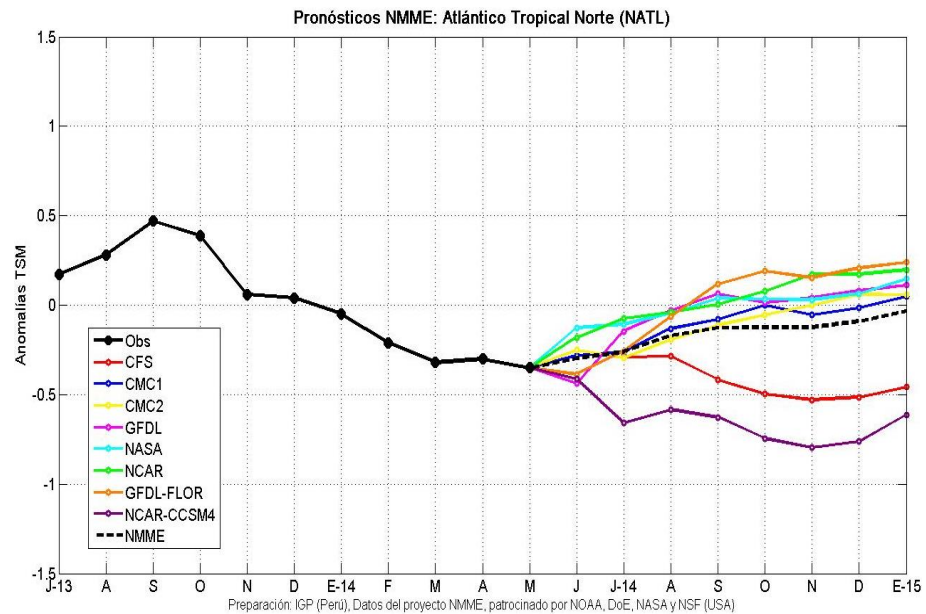


Fig. 9: Pronóstico de las anomalías de temperatura superficial del mar (TSM) para la región del Atlántico tropical Norte (NATL: 5°N-20°N, 30°W-60°W), a partir de condiciones de fines de mayo 2014. Fuente: Instituto Geofísico del Perú (IGP).

5.2. Análisis del Pronóstico de las Precipitaciones

El pronóstico de anomalías de precipitaciones para los próximos 03 meses junio-julio-agosto 2014 con datos observados de fines de mayo, muestran probabilidad de lluvia por debajo de lo normal en gran parte de la región noreste de la cuenca Amazónica, extendida desde la desembocadura hasta al centro de la misma (Fig. 10). Estas anomalías negativas son coherentes con los impactos de eventos El Niño, reportados en estudios previos (e. g. Ronchail et al., 2002).

Sin embargo, para una región muy reducida de la Amazonia colombiana extendida hacia el norte de Venezuela, el pronóstico muestra lluvia por encima de lo normal con intensidades de anomalías inferiores a 4 mm/día para el trimestre JJA (Fig. 10).

Asimismo, las otras regiones de la cuenca Amazónica incluida toda la Amazonia peruana tendrían una distribución de lluvias cercana a lo normal (color blanco en la Figura 10). A fines del mes de mayo se observan precipitaciones ligeramente sobre lo normal en gran parte de la región de la Amazonía peruana. Esta condición solo podría retardar la reducción de los niveles y caudales en los principales ríos.

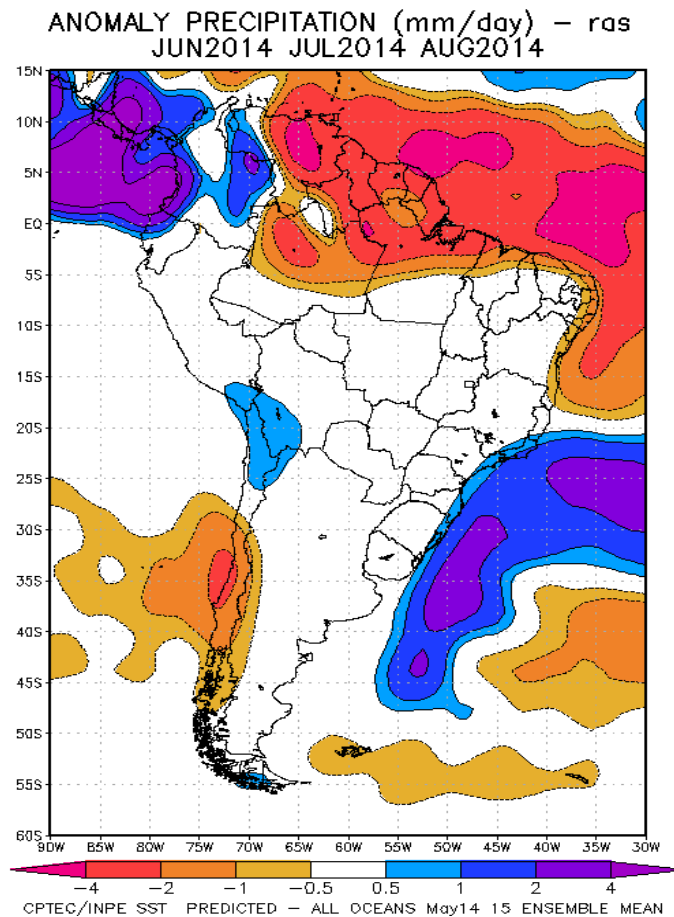


Fig. 10: Pronóstico de las anomalías de la precipitación (mm/día) método **ras** para los meses de JJA del 2014 en América del Sur, con datos observados del mes de mayo. Fuente: CPTEC/INPE.

En general, se observarían anomalías de precipitación alrededor de lo normal en gran parte de la región oeste y sur de la cuenca Amazónica, incluyendo toda la Amazonia peruana. Sin embargo, se observarían anomalías negativas en forma extendida al noreste y alrededor de la desembocadura de la cuenca Amazónica (Fig. 10).

VI. Conclusiones

La base de datos de las variables hidroclimáticas se viene actualizando continuamente, 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) y mensuales (TSM, índices oceánicos, circulación atmosférica).

Durante el mes de mayo las temperaturas superficiales del mar en el Pacífico ecuatorial región Niño 3.4 presentó anomalías positivas (anomalías de TSM de 0.5°C). Asimismo, la región Niño 1+2 presentó condiciones cálidas moderadas (anomalías de TSM de 1.3°C). Por otro lado, el Atlántico tropical Norte (NATL) presenta condiciones ligeramente frías (anomalías de TSM de -0.4°C), mientras que la región del Atlántico tropical Sur (SATL) mostró anomalías de TSM por encima de lo normal (anomalías de TSM de 0.4°C). Además, los pronósticos indican que durante los próximos tres meses persistirán condiciones cálidas débiles a moderadas para la región Niño 1+2 y Niño 3.4 concordante con el comunicado oficial ENFEN N° 08-2014 del mes de mayo.

De acuerdo a los datos de reanálisis para el mes de mayo, se observan convergencias de flujo de humedad al noroeste de la cuenca Amazónica (Colombia) y a lo largo de toda la Amazonía peruana. Asimismo, se observan convergencia de flujo de humedad al sur de la Amazonia boliviana expandida hasta la zona central de la cuenca de La Plata. Por otro lado, se observaron debilitamiento de los vientos alisios a lo largo de la línea ecuatorial en ambos océanos.

Tanto el TRMM como el IRI, reportan que las magnitudes de las precipitaciones para el mes de mayo, se observaron sobre lo normal (anomalía positivas de 50% en promedio) en gran parte de la región suroeste de la cuenca Amazónica que incluye sur de la Amazonía peruana y toda la Amazonia boliviana. Asimismo, anomalías negativas de precipitación (inferiores a los 40%) se observaron al noreste de la cuenca Amazónica, extendiéndose hacia el centro de la misma. Por otro lado, los pronósticos indican que se observarían precipitaciones cercanas a lo normal en toda la Amazonia peruana y negativas al noreste de la cuenca Amazónica.

Según reporte del SENAMHI de fines de mayo (día 27), se podría resumir que se viene registrando magnitudes sobre el promedio en la mayoría de las principales ríos de la Amazonía peruana. Las estaciones de Tamshiyacu (Amazonas) y Bellavista (Napo), muestran anomalías positivas de caudales de 14% y 9%, respectivamente. Sin embargo, los caudales del río Amazonas están en su fase de descenso, a excepción del río Napo sin ser necesariamente alarmantes.

Dado que existe la probabilidad de la ocurrencia de un fenómeno El Niño débil a moderado, es indispensable continuar con el monitoreo de las condiciones

hidroclimáticas actuales y previstas, teniendo en cuenta que este evento podría resultar en un estiaje severo en los meses de agosto y septiembre.

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.
- 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., Goretti 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.