



## LLEGA LA ONDA KELVIN

(51 Boletín ASP, al 01 de Diciembre del 2019)

*M. Sc. Antonio J. Salvá Pando \**

Oceanógrafo Físico

[antoniosalva2002@yahoo.es](mailto:antoniosalva2002@yahoo.es)

Deseándoles unas **felices Fiestas Navideñas**, en el presente Boletín 51 se analiza la evolución de las condiciones térmicas en el Pacífico Ecuatorial y la costa peruana durante el mes de noviembre. También se informa sobre la normalización de las condiciones térmicas en la región ecuatorial, y se explica el calentamiento repetitivo que se está presentando en Paita desde el mes de octubre y la *llegada de la Onda Kelvin*. Al iniciarse el verano, se recuerda el “*Índice Chicama*” *presentado en el VI Congreso Nacional de Ciencias del Mar CONCIMAR 2018*, como indicador del inicio de desastres en la costa norte. Así mismo se analizan los pronósticos de los modelos para los meses venideros.

Se adjunta un **Resumen al final**, para imprimir.

Como siempre, se incluye el Resumen del último Comunicado Oficial de La Comisión Multisectorial encargada del *Estudio Nacional del Fenómeno El Niño (ENFEN)*.

[https://www.agenciasinc.es/Noticias/Trump-retira-a-EEUU-del-Acuerdo-de-Paris?utm\\_source=boletin&utm\\_medium=email&utm\\_campaign=2019](https://www.agenciasinc.es/Noticias/Trump-retira-a-EEUU-del-Acuerdo-de-Paris?utm_source=boletin&utm_medium=email&utm_campaign=2019)



**\*Antonio J. Salvá Pando**

*Ex Becario Fulbright, M. Sc. en Oceanografía, Texas A & M University, USA.*

*Profesor Principal, Dpto. de Hidráulica, FIC de la UNI.*

*Profesor Principal, Dpto. de Oceanografía y Pesquería, FOPCA de la UNFV.*

*Consultor y Conferencista*

**EL “ÍNDICE CHICAMA” COMO INDICADOR DE DESASTRES,  
EN LA COSTA NORTE DEL PERÚ**

VI Congreso Nacional de Ciencias del Mar, CONCIMAR 2018

*M. Sc. Antonio J. Salvá Pando \**

*Br. Víctor Guevara Llanac \**

**RESUMEN**

El objetivo de la presente investigación fue encontrar parámetros oceano atmosféricos o hidrológicos en nuestro país, que pudieran indicar la inminente presencia de grandes inundaciones en la costa norte del Perú, asociadas con el Fenómeno El Niño y también con El Niño Costero.

Se analizaron las series de tiempo mensuales, de la temperatura superficial del mar, en las cuatro Regiones definidas por la NOAA en el Pacífico Ecuatorial, así como en la costa central y norte del Perú (Paita, Chicama, Chimbote y Callao), con su respectiva matriz de correlación y también los caudales de los ríos. Se enfocó la atención en Los Niños de 1983, 1997-98 y 2015-16, así como los Niños Costeros de 1925 y 2017.

Como resultado se encontró que el lugar más sensible y adecuado para el análisis era Chicama, por su mejor serie de tiempo (1925-2018), estableciéndose que, cuando la temperatura del mar superaba los 24 °C, se producían las inundaciones, y en el caso de sus anomalías el valor era de 5 °C. En el caudal de los ríos, se analizó la cuenca del Río Chicama encontrándose que la estación hidrológica El Salinar (1964-2016) mostraba que, cuando el caudal superaba los 250 metros cúbicos por segundo, era un indicador del inminente inicio de desastres en la costa norte de nuestro país. Esto ocurría tanto durante el Fenómeno El Niño, como en El Niño Costero

En conclusión, *se define el “Índice Chicama” (en Chicama), al iniciarse las inundaciones en la costa norte del Perú como: 24 °C en la temperatura superficial del mar, 5 °C en su anomalía de temperatura, y 250 metros cúbicos por segundo de caudal en la estación hidrológica El Salinar; en promedios mensuales.*

Palabras claves: El Niño, Chicama, Inundaciones.

\* Facultad de Oceanografía, Pesquería y C.A. FOPCA de la UNFV

En la **Figura 1** se presenta las anomalías térmicas durante el Niño Costero 2017, en su máxima intensidad, en la quincena de marzo del 2017.

La Región Niño 1+2 de acuerdo a la NOAA, es el cuadrado resaltado y se puede observar que Chicama, donde la temperatura es máxima, se encuentra a los 8°S es decir prácticamente al borde.

Chicama fue escogida para este estudio, por ser el único lugar donde se tiene una serie de tiempo de temperatura superficial del mar desde 1925, es decir abarcando también al otro Niño Costero devastador, registrado en nuestras costas en 1925.

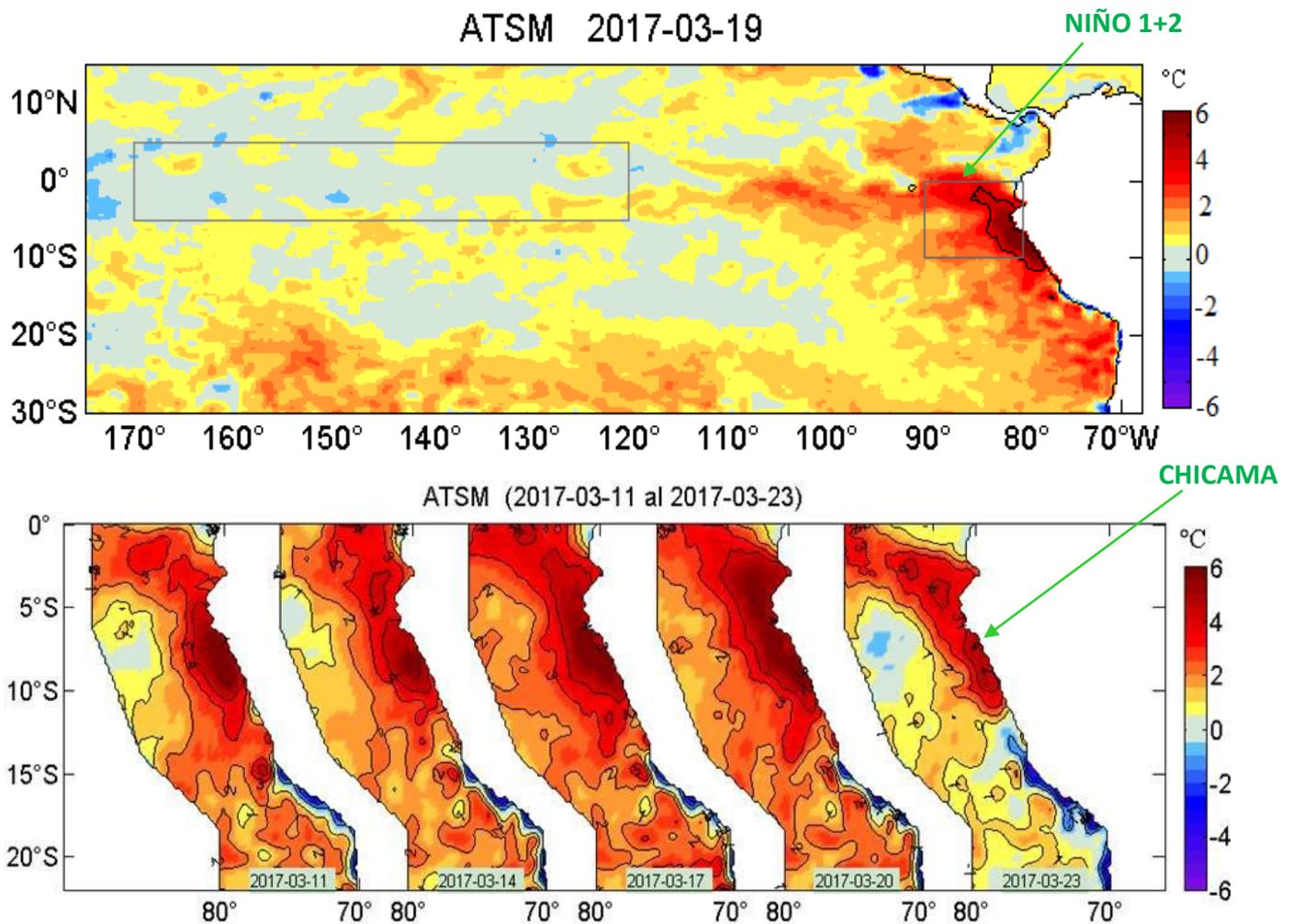


Fig.1) Anomalías térmicas durante El Niño Costero 2017 (IMARPE, 2017)

En la **Figura 2** se presenta el Índice Chicama, en la Temperatura superficial del mar en Chicama ( $24\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) y en su Anomalía ( $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ).

En la serie de tiempo mensual, estos valores del Índice Chicama son asignados, pues al ser superados ya sea por el Fenómeno El Niño o El Niño Costero, se presentan inundaciones catastróficas en la costa norte de nuestro país. Estos parámetros son permanentemente monitoreado por el IMARPE y por lo tanto no se necesita implementar nuevos equipos ni mayores gastos.

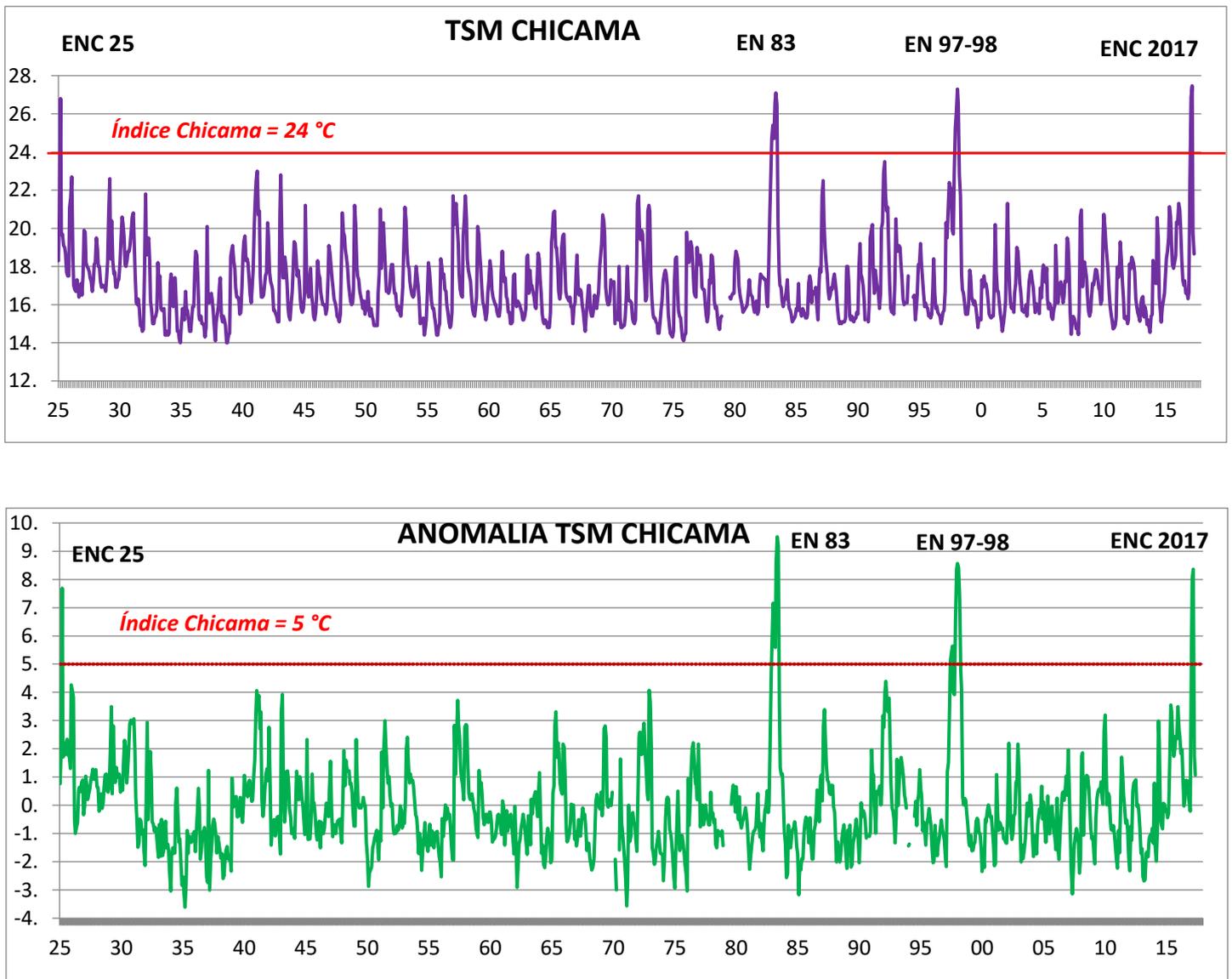


Fig. 2) El Índice Chicama, en la temperatura superficial del mar y su anomalía, en Chicama



En la **Figura 4** se presenta la evolución de las anomalías térmicas superficiales y subsuperficiales en el Pacífico Ecuatorial, desde hace 12 meses.

En ambas imágenes, Indonesia se encuentra a la izquierda y Sudamérica a la derecha.

En la imagen derecha de las **anomalías térmicas de las aguas subsuperficiales**, se observa que en el verano del presente año 2019, se hizo presente la última Onda Kelvin importante de El Niño Modoki 2018-19. Posteriormente en los meses de mayo y julio se observaron dos Ondas Kelvin más pequeñas las cuales no llegaron a propagarse hacia Sudamérica. **Recién en setiembre se detectó una Onda kelvin de mayor tamaño la cual está arribando a Sudamérica a fines de noviembre, como se esperaba.**

En la imagen izquierda, de las **anomalías térmicas superficiales**, se observa que un pequeño calentamiento ha quedado confinado al Pacífico Occidental (160 E); mientras que el enfriamiento del Pacífico Oriental ha disminuido a partir de mediados de setiembre.

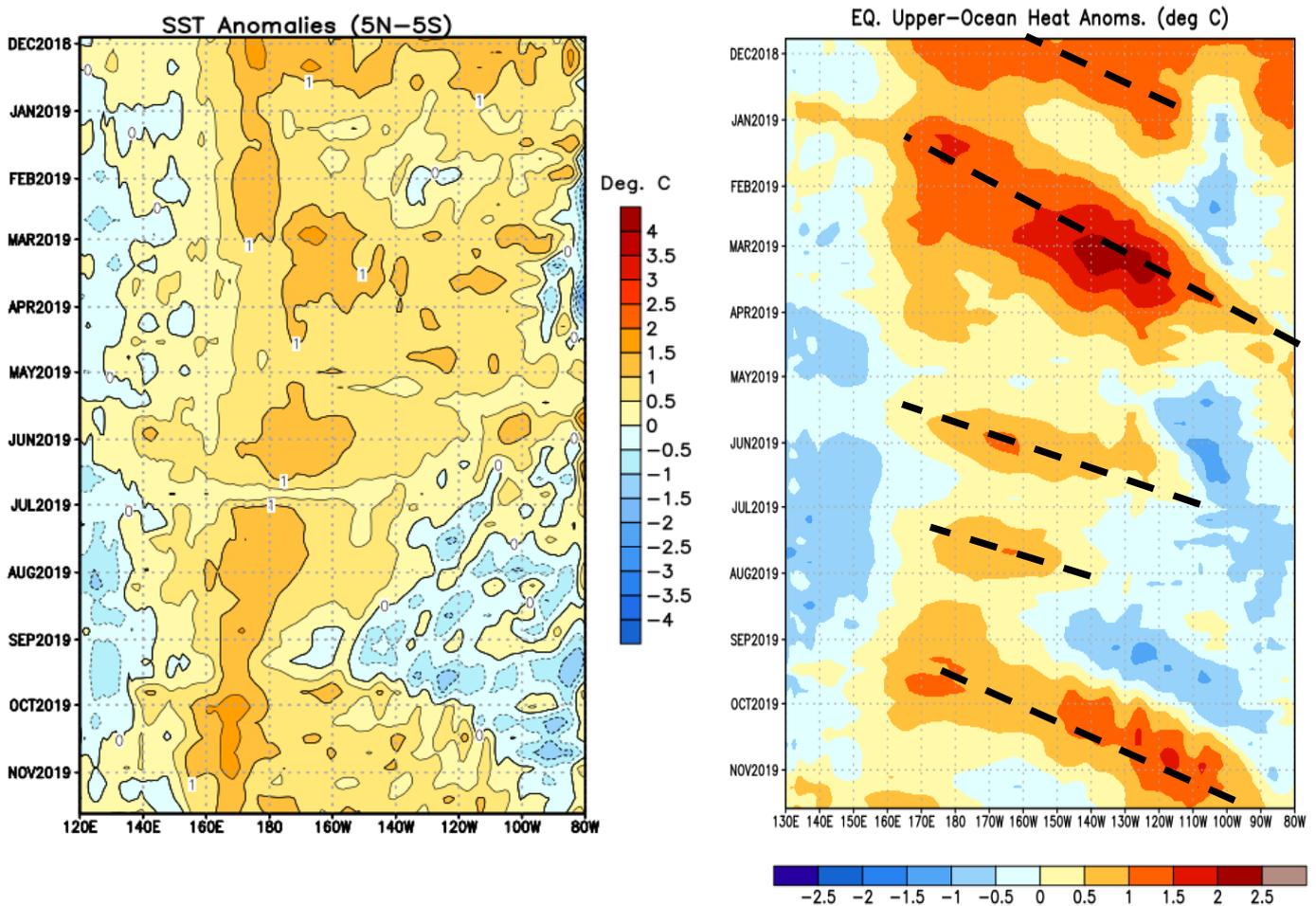


Fig. 4) Ondas Kelvin en el Pacífico Ecuatorial (NOAA, 2019)

En la **Figura 5** se presenta la evolución de las anomalías térmicas desde hace 12 meses, en las cuatro Regiones del Pacífico Ecuatorial.

En la **Región Niño 3.4**, donde la **NOAA** define el Fenómeno El Niño/a, el calentamiento alcanza su máximo en diciembre, para disminuir en febrero del 2019 e intensificarse en marzo, disminuyendo sostenidamente desde junio hasta mediados de setiembre. **El 8 de Agosto, la NOAA estableció el fin del Fenómeno El Niño 2018-19, y solo se ha presentado un ligero calentamiento desde mediados de setiembre.**

En la **Región Niño 1+2** cerca a Sudamérica, donde el **ENFEN** define El Niño /a Costero, la temperatura tiene un comportamiento errático en el verano y otoño del 2019, colapsando en agosto y setiembre, manteniéndose un enfriamiento hasta noviembre.

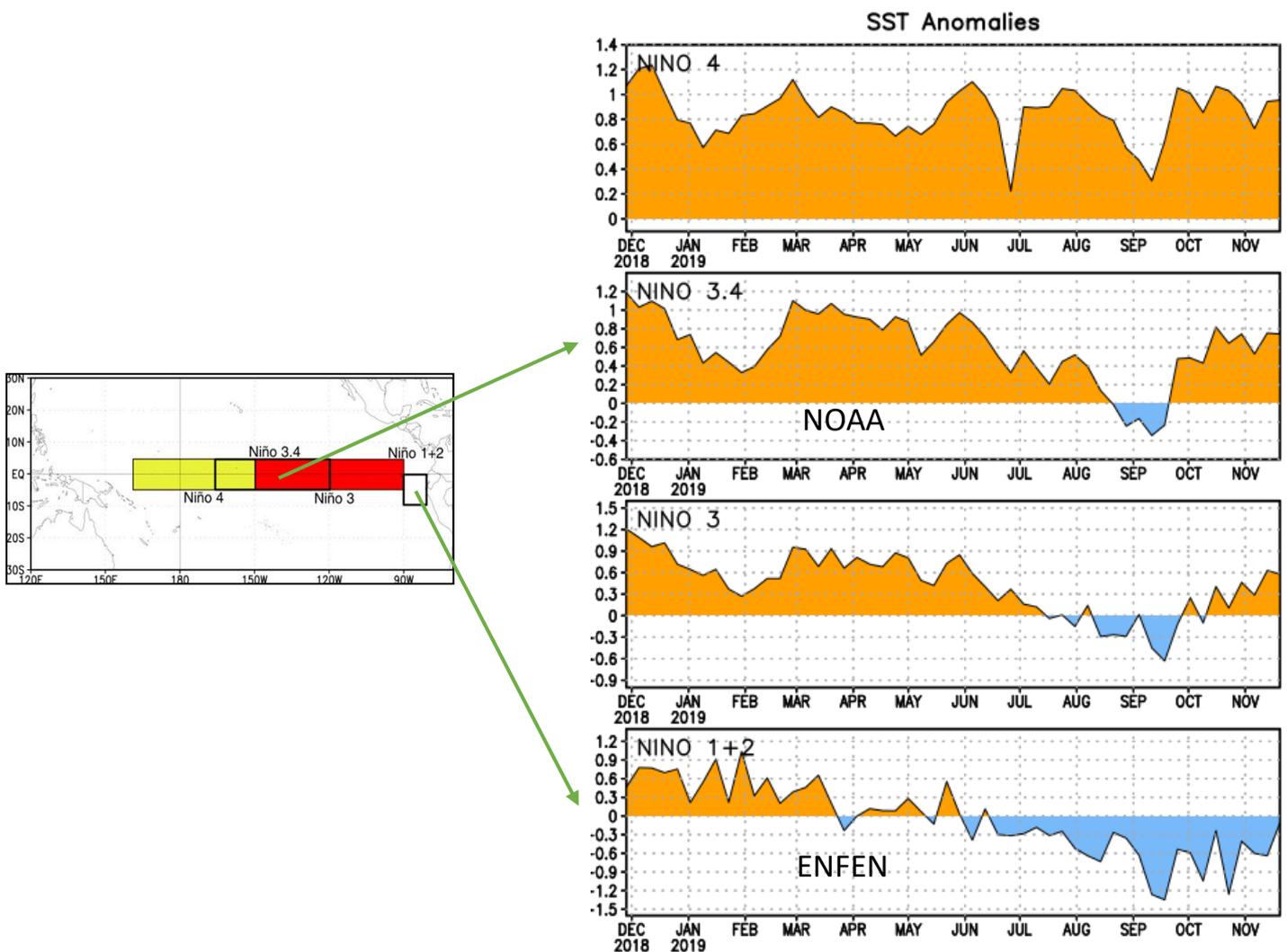


Fig. 5) Anomalías térmicas en las cuatro Regiones del Pacífico Ecuatorial (NOAA, 2019)

En la **Figura 6** se observa la evolución de las anomalías térmicas superficiales en el Pacífico Ecuatorial, durante noviembre del 2019.

Durante la **primera quincena** de octubre en la **Región Niño 3.4** (rectángulo) donde la NOAA define El Niño, se presenta un ligero calentamiento y bastante disperso (manchas amarillas). En la **Región Niño 1+2** (cuadrado) se presenta un **calentamiento superficial frente a las costas de Ecuador, rodeado de aguas más frías (morado)**.

En la **segunda quincena** las condiciones se han mantenido en la **Región Niño 3.4**, mientras que en la **Región Niño 1+2** el calentamiento frente a Paita se ha intensificado, como ocurrió desde octubre, **debido a la presencia de la Corriente Costera Peruano Ecuatoriana EPCC que fluye pegada a la costa, de norte a sur**.

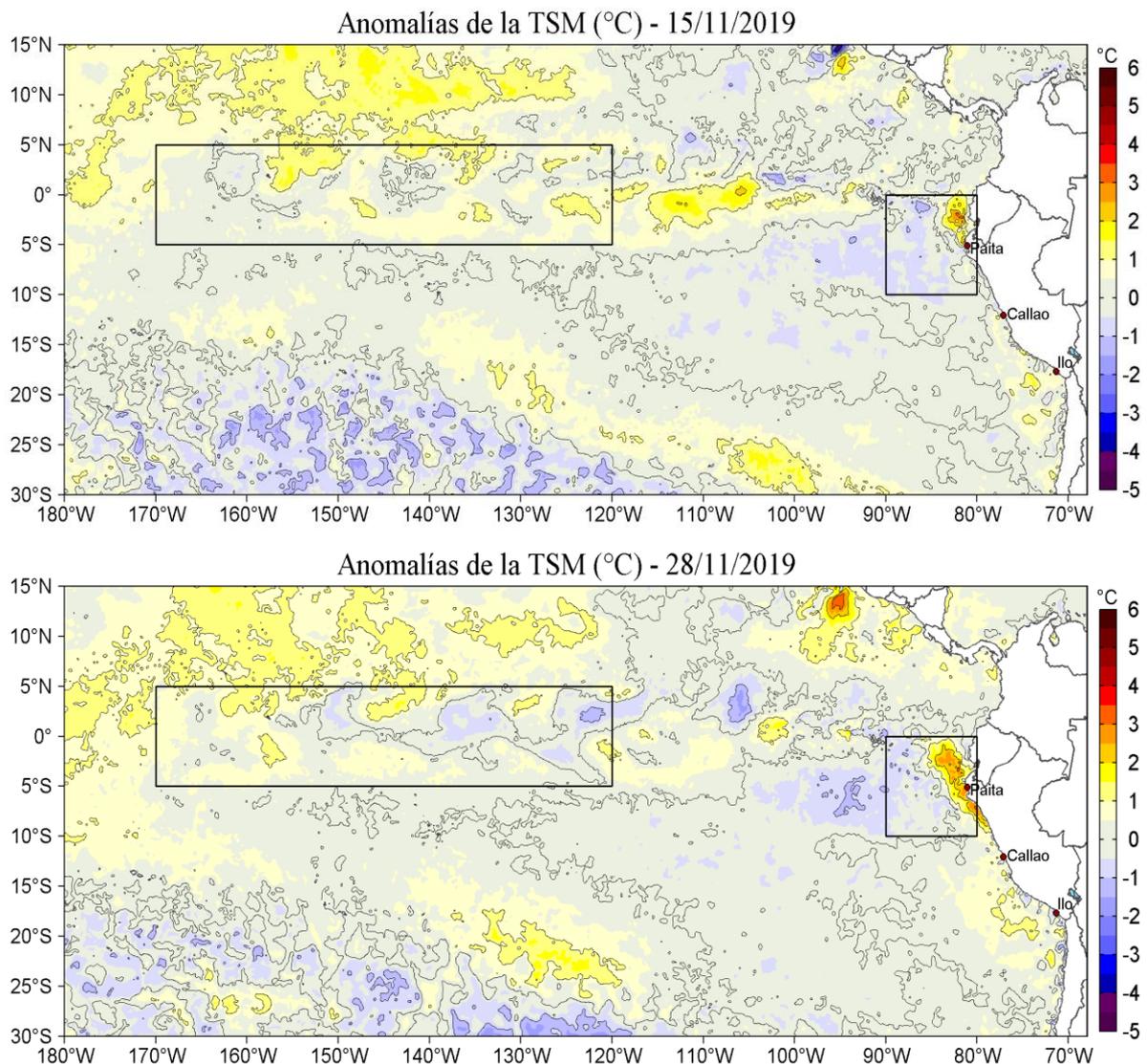


Fig. 6) Anomalías térmicas superficiales en el Pacífico durante octubre (IMARPE, 2019)

En la **Figura 7**, se presenta la evolución de las anomalías térmicas subsuperficiales en el Pacífico Ecuatorial, durante noviembre del 2019.

Estando Indonesia a la izquierda y Sudamérica a la derecha.

A fines de setiembre aparece un núcleo calientes a 150 m de profundidad en el Pacífico Central Ecuatorial 170 W, el cual se reforzó y generó *una Onda Kelvin cálida (flecha negra) propagándose hacia Sudamérica, la cual ha llegado a fines de noviembre, reforzando el calentamiento local frente a Ecuador.*

En noviembre se presenta un núcleo frío (celestes) a 150 m de profundidad en el Pacífico Central Ecuatorial, el cual debe estar llegando a inicios del próximo año.

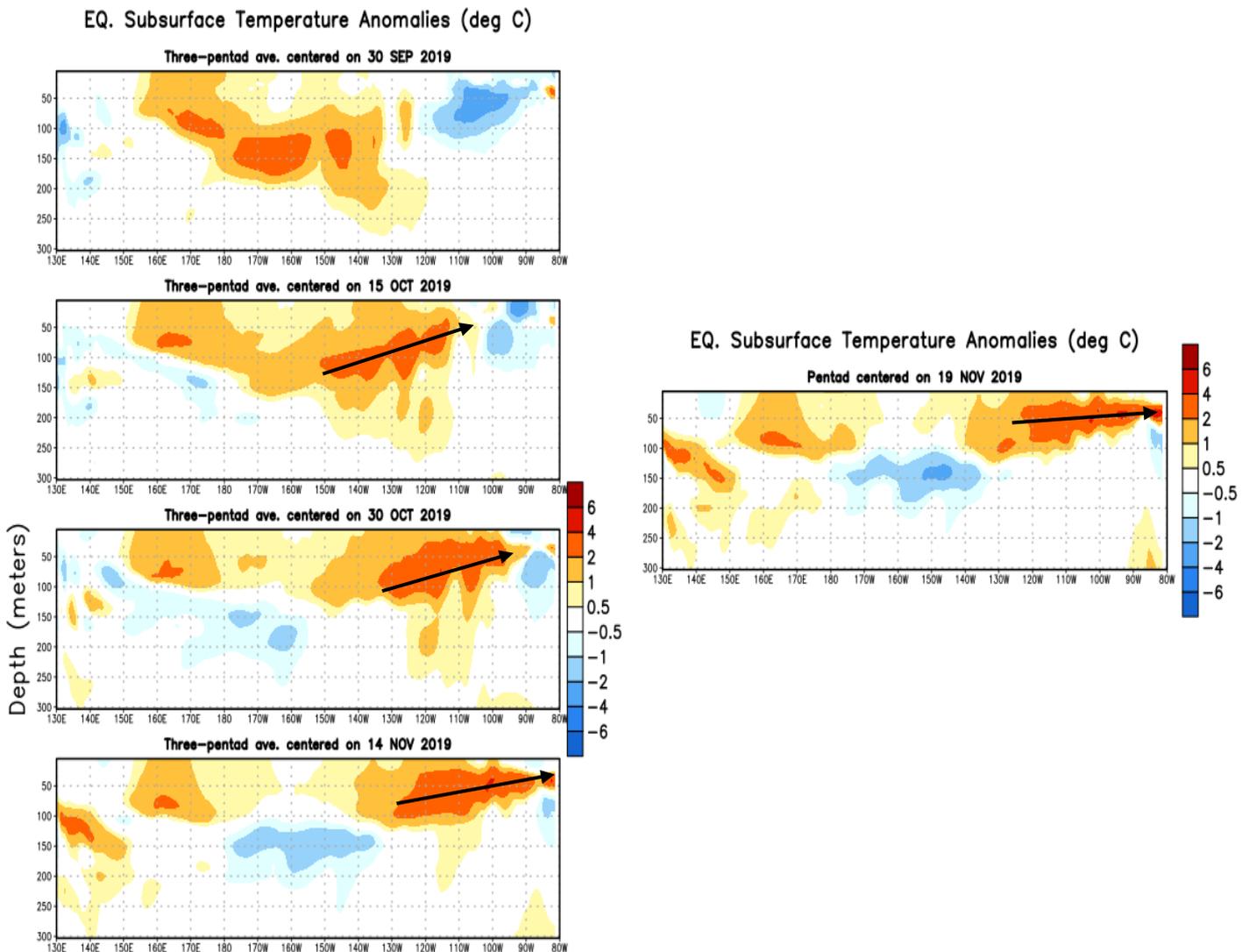


Fig. 7) Anomalías térmicas subsuperficiales en el Pacífico Ecuatorial (NOAA, 2019)

En la **Figura 8** se muestra la anomalía del nivel del mar en el Pacífico(cm), y las anomalías térmicas (°C) en la columna de agua (0 a 300 m), entre los 180 a 100 W.

En la figura superior se puede observar el hundimiento del nivel del mar en cm (celeste), frente a Perú en áreas oceánicas, asociadas al enfriamiento; sin embargo en las áreas costeras las condiciones que se presentan son normales. **En el Pacífico Oriental Ecuatorial frente a Ecuador, se observa claramente una elevación (amarillo) producida por el arribo de la Onda Kelvin subsuperficial.**

En la figura inferior, la anomalía de la temperatura promedio de la columna de agua hasta 300 m en la zona ecuatorial, entre los 100W y los 180 (Línea de Tiempo), muestra que luego del calentamiento que duró hasta el mes de abril, se presentó un **enfriamiento a mediados de setiembre, y un ligero calentamiento durante octubre, disminuyendo en noviembre..**

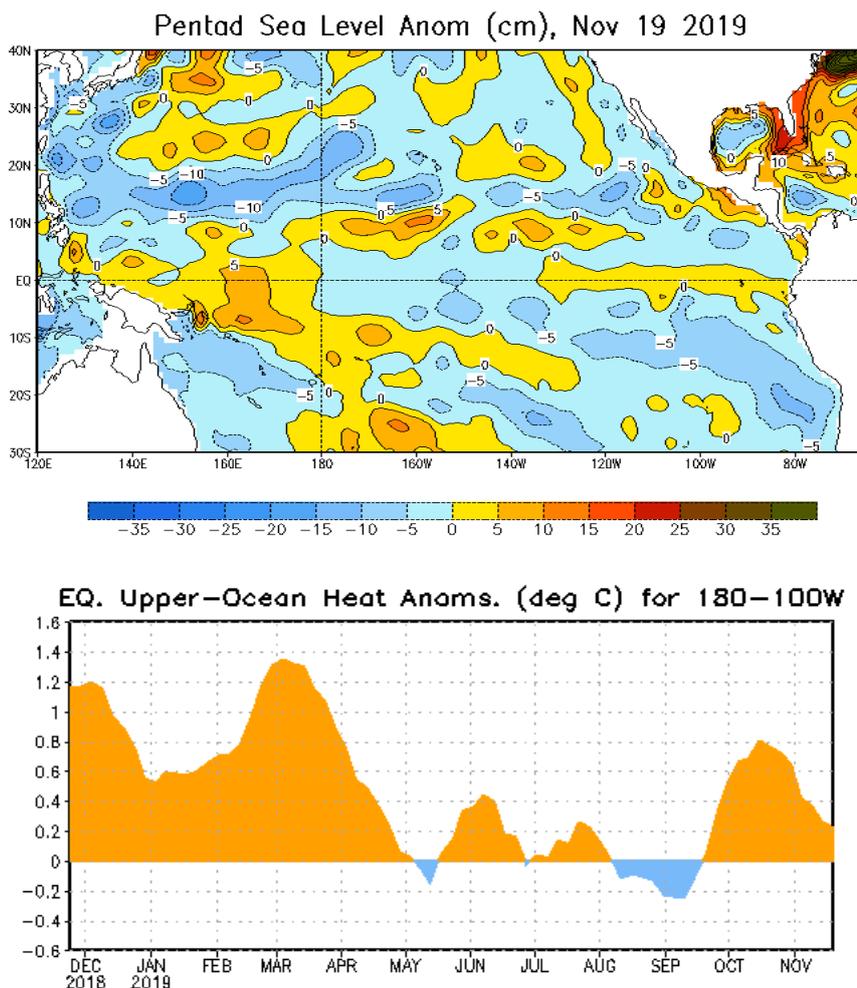


Fig. 8) Anomalías del nivel del mar y de la temperatura de la columna de agua en el Pacífico Ecuatorial (NOAA, 2019)

En las **Figura 9**, se muestran las anomalías de temperatura superficial en el mar peruano, en noviembre del 2019.

En la **primera quincena** del mes de noviembre, durante los primeros días se observa la presencia de un marcado enfriamiento (morado) en las aguas ecuatoriales, y posteriormente **un calentamiento frente a Ecuador (rojo)**, asociado a la llegada de la **Onda Kelvin**. Este calentamiento ingresa hasta Paita, con Aguas Ecuatoriales Superficiales AES transportadas por la Corriente Costera Peruano Ecuatoriana EPCC. En el resto de la costa las condiciones son normales.

En la **segunda quincena**, el calentamiento producido por la Onda Kelvin se ha extendido en la costa norte hasta Huanchaco, alcanzando un máximo el día 25 de noviembre, para luego disminuir paulatinamente. Del mismo modo un calentamiento (amarillo) se hace presente en la costa sur, proveniente de Chile, llegando hasta el Callao, para luego disminuir a fin de mes.

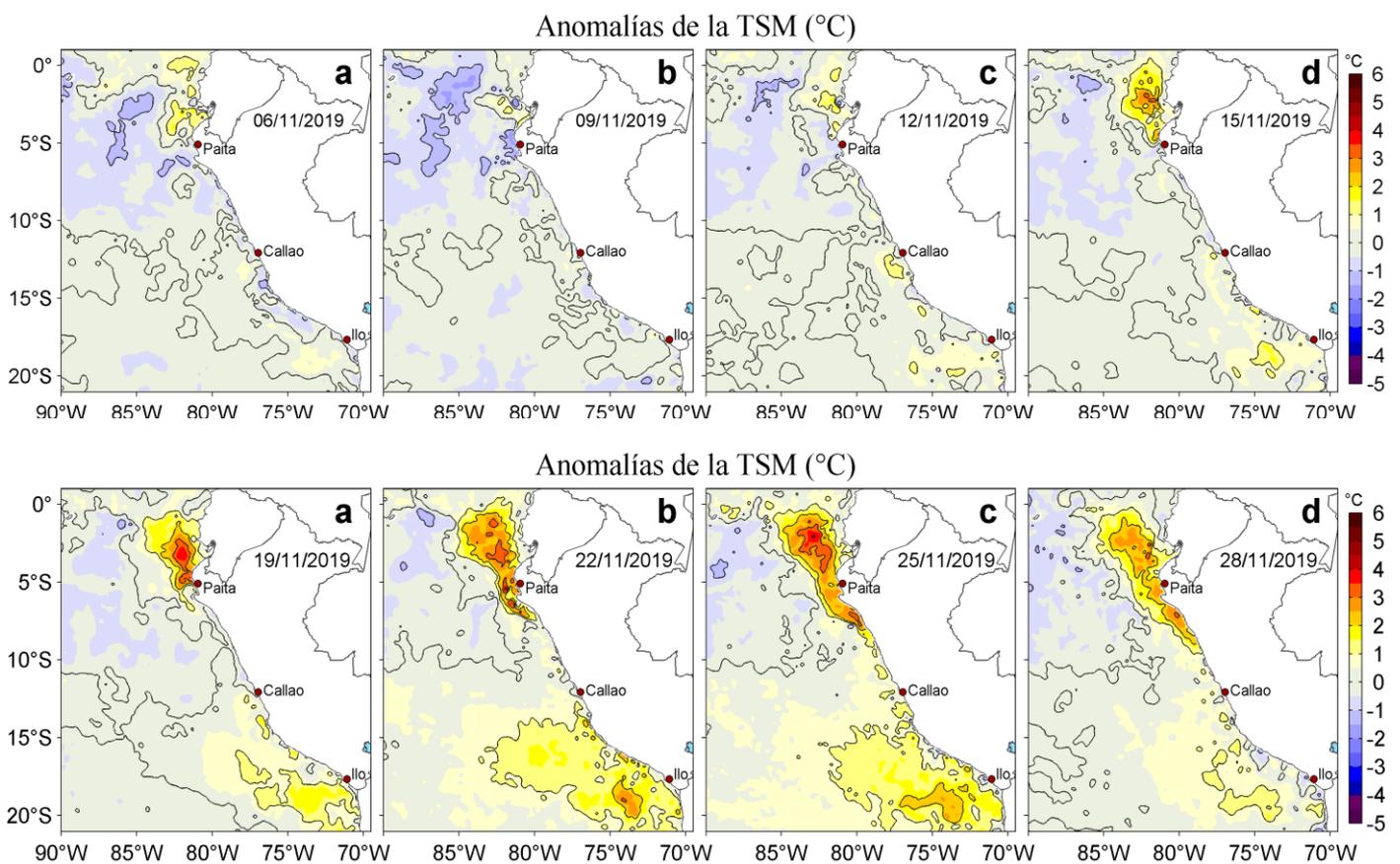


Fig. 9) Anomalías térmicas en la costa peruana en noviembre 2019 (IMARPE, 2019)

En la **Figura 10**, se presenta la evolución de las anomalías térmicas superficiales, a lo largo de la costa peruana.

En setiembre el enfriamiento disminuyó acercándose a condiciones normales. A inicios de octubre se presentó un calentamiento en Paita, ya en octubre y a los inicios de noviembre nuevamente se produjeron dos calentamientos, y a fines de noviembre aparece un cuarto, extendiéndose hasta Chicama y Huanchaco. **Los tres primeros calentamientos en la costa norte, fueron debidos a la invasión de aguas cálidas provenientes de la costa ecuatoriana, transportadas por la Corriente Costera Peruano Ecuatoriana EPCC; mientras que el cuarto calentamiento fue reforzado por el arribo de la Onda Kelvin.** En el resto de la costa peruana, las condiciones fueron normales.

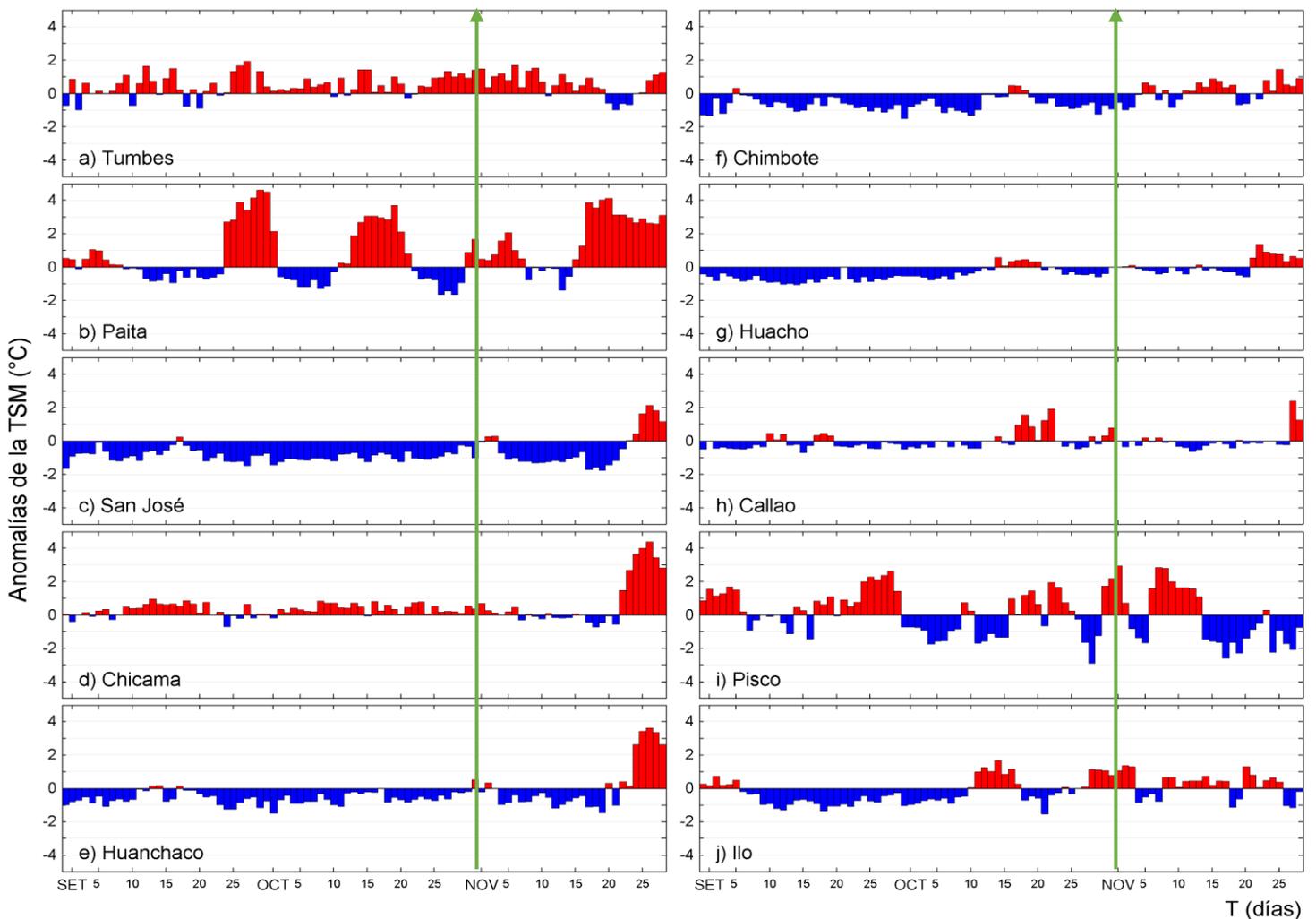


Fig. 10) Anomalías Térmicas superficiales a lo largo de la costa del Perú (IMARPE, 2019)

En la **Figura 11** se observa la predicción del modelo NCEP Coupled Forecast System model Version 2 (CFSv2) de la NOAA, en el Pacífico Ecuatorial.

En el **Pacífico Central (Región Niño 3.4)**, y luego de que la NOAA estableciera el final del Fenómeno El Niño el 8 de agosto, **el modelo predice en promedio, una tendencia a la normalización durante la primavera, e inclusive el verano del 2020.**

En la **Región Niño 1+2** donde se define El Niño/a Costero por el ENFEN, **se predice una tendencia a la normalización durante la primavera, y un ligero calentamiento en enero disminuyendo durante el verano, aunque la dispersión del modelo es bastante grande y errática.**

La línea negra discontinua indica el promedio de los pronósticos. La dispersión nos muestra la consistencia del modelo, cuanto menos dispersión, mejores pronósticos.

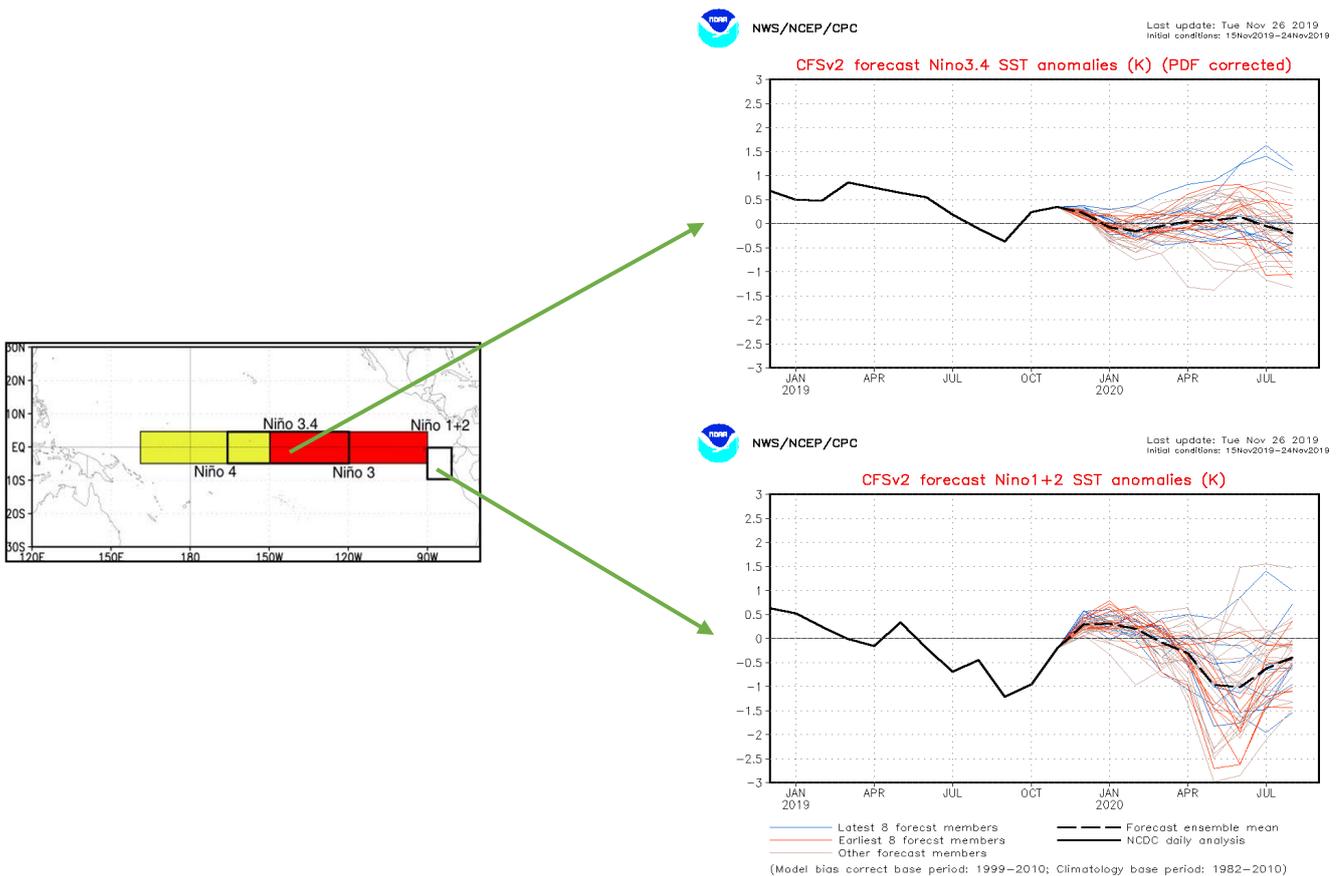


Fig. 11) Predicciones del modelo CFSv2 en el Pacífico Ecuatorial (NOAA, 2019)

En la **Figura 12** se muestran las predicciones de acuerdo al IRI/CPC, en el Pacífico Central Ecuatorial (Región Niño 3.4), donde se define El Niño y La Niña (NOAA).

Presento las predicciones del mes de noviembre, para el **Pacífico Central Ecuatorial**. En la figura superior se observa que **durante el siguiente trimestre (DJF) las probabilidades de presencia de El Niño (barras rojas) son del 38 %, mientras que las probabilidades de Condiciones Normales (gris) es del 60 % la que aumenta durante el verano 2020.**

En la figura inferior, **el consolidado de los modelos dinámicos y estadísticos (línea gruesa azul), predice una tendencia a la normalización de la temperatura en el Pacífico Central Ecuatorial durante el próximo trimestre (DJF), y también en el verano 2020.**

Se debe aclarar, que estos pronósticos **no son para la costa peruana**, sino para el Pacífico Central Ecuatorial (Región Niño 3.4), donde se define El Niño/a.

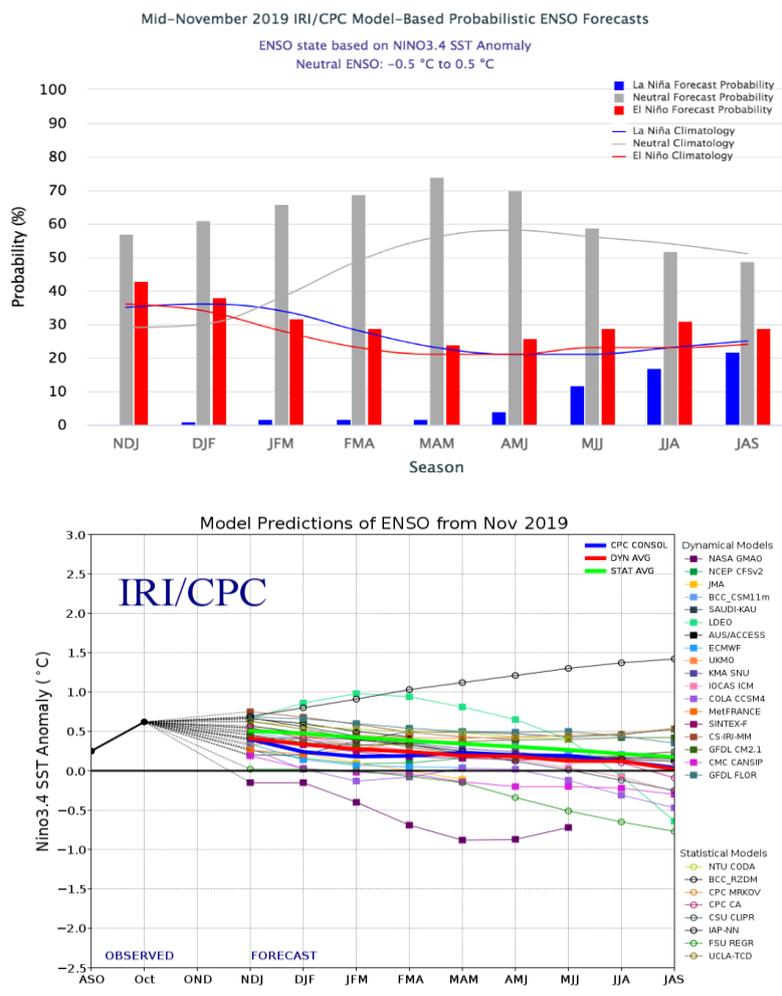


Fig. 12) Predicciones de los modelos en el Pacífico Central Ecuatorial (IRI-CPC, 2019)

En la **Figura 13** les presento las predicciones del modelo ECMWF-C3S (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts – C3S) de las anomalías de la temperatura superficial del mar, y de las precipitaciones.

Durante el próximo trimestre (DJF), en la figura superior, el modelo pronostica la disminución del calentamiento (naranja) en el Pacífico Norte (The Blob), y **un enfriamiento en el área oceánica frente a la costa peruana (celeste). También predice un ligero calentamiento en la costa norte**

En la figura inferior, el modelo pronostica lluvias sobre el Pacífico Norte lejos de Sudamérica, también en Ecuador y Brasil (verde). Se puede observar **la temporada de lluvias en la sierra y selva del Perú (verde)**.

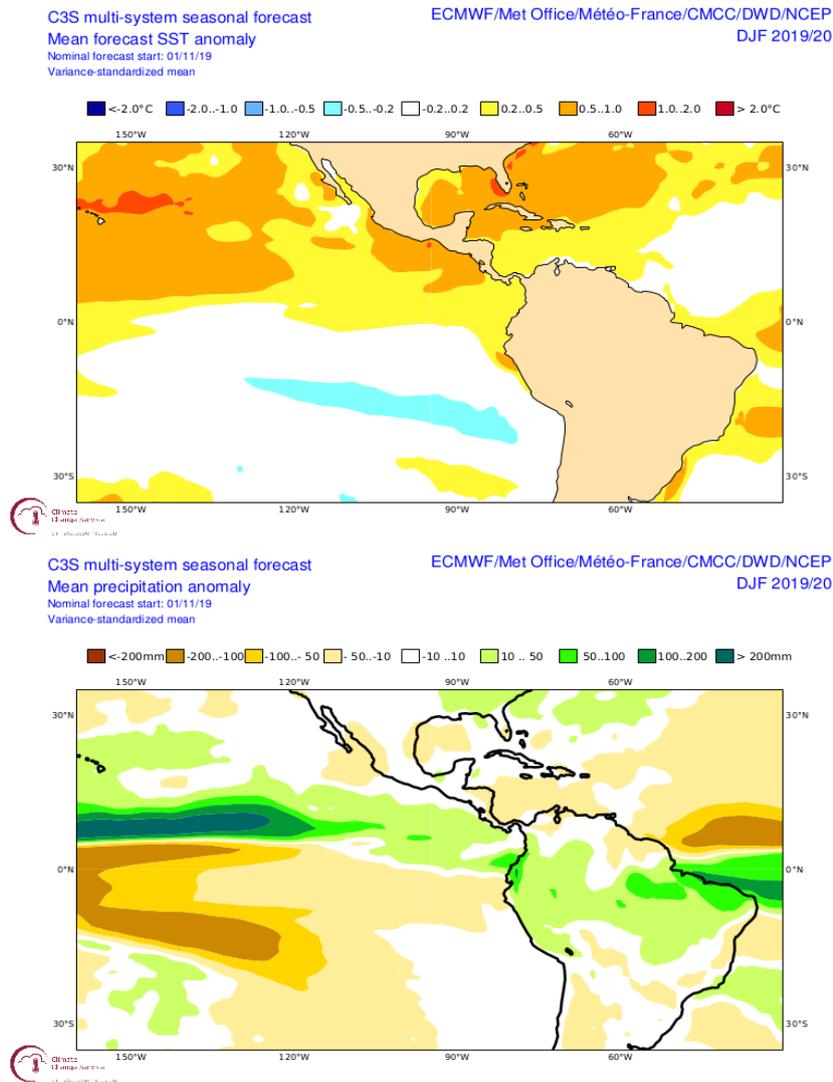


Fig. 13) Predicciones del modelo ECMWF-C3S en el Pacífico (ECMWF, 2019)

Presento a continuación, el **Resumen** del último *Comunicado Oficial de La Comisión Multisectorial encargada del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño (ENFEN)*, que analiza la información de las condiciones atmosféricas, oceanográficas, biológico-pesqueras e hidrológicas, en el mar peruano.

## **COMUNICADO OFICIAL ENFEN N° 14-2019**

Callao, 14 de noviembre de 2019

### **Estado del sistema de alerta: No Activo**

La Comisión Multisectorial ENFEN mantiene el sistema de Alerta “No Activo”, debido a que se observan, en promedio, condiciones neutras en la temperatura superficial del mar frente a la costa peruana y considera más probable que estas se mantengan durante el próximo verano.

Se espera la llegada de una onda Kelvin fría a fines de diciembre, la cual podría contribuir a ligeras variaciones en la temperatura del mar, del aire, así como del nivel del mar frente de la costa peruana. Para el próximo verano, en el Pacífico central (región Niño 3.4) son más probables las condiciones Neutras (65%), seguidas de condiciones El Niño débil (21%); en tanto que, para el Pacífico oriental (región Niño 1+2, que incluye la costa peruana) son más probables las condiciones Neutras (66%), seguidas de condiciones El Niño débil (18%).

Si bien actualmente no se observa la presencia de un evento El Niño o La Niña, es oportuno recomendar que se realicen las labores de reducción y prevención del riesgo que permitan disminuir la vulnerabilidad frente a estos fenómenos naturales.





## RESUMEN

51 Boletín ASP, al 01 de diciembre del 2019

M. Sc. Antonio J. Salvá Pando



1. *El 4 de noviembre pasado, el presidente Donald Trump confirmó el retiro de los Estados Unidos del Tratado de París firmado en el 2015, para hacer frente al Cambio Climático.*
2. *En el Pacífico Oriental se presenta un calentamiento frente a Ecuador, debido al arribo de una Onda Kelvin a fines de noviembre.*
3. *En la costa norte del Perú se han presentado intrusiones de agua caliente AES desde la costa ecuatoriana, transportadas por la Corriente Costera Peruano Ecuatoriana EPCC. La última de ellas es la más caliente, al estar reforzada por la presencia de la Onda Kelvin, alcanzando su máximo el 25 de noviembre, habiéndosele detectado hasta en Chicama y Huanchaco*
4. *En el Pacífico Central Ecuatorial, IRI-CPC pronostican que durante el próximo trimestre, la probabilidad de la presencia de El Niño es del 38 %, y de condiciones normales es del 60 % la que aumenta durante el verano 2020.*
5. *Según el modelo europeo, durante el próximo trimestre, en las aguas de la costa norte se espera un ligero calentamiento, así como la presencia de la temporada de lluvias en la sierra y selva; además de la persistencia de sequías en el noreste del Brasil y también en Centroamérica.*



*Si es Ud. un nuevo lector, y desea recibir mensualmente y sin costo alguno el presente Boletín, escríbame a mi correo [antoniosalva2002@yahoo.es](mailto:antoniosalva2002@yahoo.es)*