INFORME TÉCNICO ENFEN N° 12 - 2014

El análisis de las condiciones oceanográficas, atmosféricas, hidrológicas y biológico-pesqueras correspondiente al mes de diciembre de 2014, realizado por el Comité Multisectorial encargado del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño (ENFEN), indica lo siguiente:

RESUMEN

Durante el mes de diciembre, el Anticiclón del Pacífico Sur (APS) presentó una anomalía de hasta +3 hPa en su núcleo de alta presión, con una configuración normal al sur de 30°S. Hacia la segunda quincena del mes, el acercamiento del APS hacia la costa sudamericana moduló la intensificación del viento costero en el centro y sur del Perú. Además, la persistencia del viento del Este sobre el Pacífico central ecuatorial (región 120°W - 90°W), influenciado por el APS, atenuó el desplazamiento de la onda Kelvin esperada para diciembre sobre el Pacífico oriental.

La Temperatura Superficial del Mar (TSM) frente a las costas del Perú, se mantuvo alrededor de su valor normal con ligeras anomalías negativas. Las Aguas Costeras Frías[1] (ACF) ampliaron su cobertura y desplazaron las Aguas Subtropicales Superficiales[2] (ASS) hacia el oeste. Asimismo, la temperatura del aire y el Nivel Medio del Mar (NMM) presentaron, en promedio, valores alrededor de lo normal.

Las condiciones actuales en el mar peruano continúan favoreciendo el proceso de recuperación de la biomasa de la anchoveta, ampliando su cobertura espacial; sin embargo, en su mayoría, corresponden a ejemplares juveniles.

El Índice Costero El Niño (ICEN), cuyo monitoreo se realiza en la región Niño 1+2, indicó un valor de 0.38°C (condición neutral) para el mes de noviembre, indicando el termino de El Niño costero de magnitud moderada iniciado en mayo y finalizado en octubre de 2014.

Las condiciones hidrológicas de los ríos, tanto de la costa norte como de la costa sur, se han caracterizado por estar dentro de sus valores normales. Los principales reservorios en la costa norte registraron 35 % y en la costa sur 23 % de su capacidad de almacenamiento. Los reservorios continúan entregando recurso hídrico a los valles, reduciendo sus volúmenes de almacenamiento principalmente en la zona sur.

CONDICIONES DE DICIEMBRE DE 2014

1. El APS presentó una configuración zonal con una posición por debajo de los 30°S, presentando una anomalía de hasta +3 hPa en su centro de alta presión. Durante la segunda quincena de diciembre, el APS mostró un ligero repliegue hacia el continente, ocasionando el aumento de la intensidad de los vientos en la costa sur del país (Figura 1).

2. En niveles bajos de la tropósfera (850 hPa) se presentaron ligeras anomalías del Oeste sobre el Pacífico ecuatorial oriental; el debilitamiento de estos pulsos del Oeste fue acompañado de la disminución de las anomalías de la TSM en la región Niño 1+2. En el litoral costero del país, los vientos se presentaron dentro de su comportamiento climatológico, con un ascenso gradual en su magnitud hacia el sur, principalmente durante la segunda quincena de diciembre (Figura 2).

[1] ACF: Aguas Costeras Frías, tipo de agua asociada al afloramiento costero con salinidades de 34,8 a 35,1 unidades prácticas de salinidad (ups).
[2] ASS: Aguas Subtropicales Superficiales, aguas oceánicas cálidas con valores de salinidad mayores de 35,1 ups.

3. Entre niveles medios y altos de la tropósfera (500 y 200 hPa, respectivamente) se presentaron ligeras anomalías del Este sobre el Pacífico ecuatorial central; la configuración descrita, se presentó con mayor intensidad en el nivel de 500 hPa. Por otro lado, continuaron los flujos del Oeste hacia el sur del país, reforzando durante el mes de diciembre, la advección de masa de aire seco sobre los Andes peruanos, modulando la ausencia de lluvias sobre la sierra sur, principalmente durante la primera quincena del mes (Figura 3).

4. La Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) siguió su media climatológica de verano con poca influencia sobre el Pacífico central y oriental. La ZCIT en su proyección hacia el continente sudamericano, ha influido en las precipitaciones sobre la selva y la vertiente oriental de la sierra central, principalmente en la segunda quincena del mes. Sin embargo, cabe señalar que durante el mes de diciembre, los acumulados de precipitación en la sierra sur han sido deficitarios (Figura 4).

5. El último valor mensual del Índice de Oscilación Sur (IOS) fue de -5.5. Valores negativos de este índice se vienen presentando desde junio del 2014 hasta la actualidad, los cuales, en general, se encuentran dentro de sus valores normales; este último valor del índice indica una ligera disminución (aumento) de la presión en la isla Tahití (Darwin) y guarda relación con las condiciones cálidas de la TSM constatadas hasta el momento sobre el Pacífico ecuatorial central (Figura 5).

6. Las anomalías negativas de la Radiación de Onda Larga (ROL) indican que existió mayor (menor) actividad convectiva en la región central del Pacífico tropical sur (norte), así como en la selva norte del país, indicando que la cobertura nubosa sobre estas regiones han aumentado con respecto del mes anterior (Figura 6).

7. En el Pacífico ecuatorial, la anomalía semanal de la TSM alcanzó valores hasta de 2°C en la zona oriental. En las regiones Niño 3 y Niño 4 la anomalía fluctuó entre 0.6° y 1.0°C, en tanto que en la región Niño 1+2, la anomalía (±0.2°C) fue menor respecto a toda la franja ecuatorial y respecto al mes de octubre y noviembre. En promedio mensual, las anomalías para diciembre fueron de +0.08°C en la región Niño 1+2, de 0.80°C en la región Niño 3, de 0.78°C en la región Niño 3.4 y de 0.91°C en la región Niño 4, es decir fueron, en la región central y occidental, ligeramente menores (en 0.1°C) con respecto al mes anterior (Figura 7 y Tabla 1).

8. En la capa sub-superficial del Pacífico ecuatorial, el núcleo alongado de aguas cálidas en la región central ascendió hacia la capa superficial de la región oriental a fines de diciembre, continuando su arribo con anomalías de temperaturas en su núcleo hasta de 4°C, concentrando su mayor energía en los primeros 80 metros bajo la superficie, quedando, en la región central y oriental, una columna de agua casi homogénea con anomalías menores de +1°C (Figura 8).

9. Frente a las costas de Perú, la TSM presentó condiciones de neutras (-0.5°C) a levemente frías, excepto frente a Australia donde predominaron anomalías de +0.5°C. En general, las condiciones térmicas en el Pacífico tropical, continuaron con anomalías positivas (Figura 9).

10. En el Pacífico tropical oriental (al este de 120°W) predominaron condiciones alrededor de lo normal, excepto frente a las costas de Sudamérica donde las condiciones se mantuvieron ligeramente frías. En la región Niño 1+2, las anomalías de TSM fluctuaron durante el mes, manteniéndose dentro del rango de ±0.5°C (Figura 10).

11. La anomalía del NMM en la franja ecuatorial se mantuvo homogénea, con valores menores de 5 cm, excepto en el extremo oriente, frente a la costa sur de Ecuador y norte de Perú, donde se presentaron valores normales (Figura 11).

12. La sección vertical frente a Paita realizada el 19 de diciembre presentó una termoclina moderada (22° – 16°C) sobre los 50 m de profundidad y por fuera de las 50 mn. La isoterma de 15°C se ubicó entre los 70 y 130 metros de profundidad, localizándose la más profunda cerca del borde costero. La estructura halina, mostró sobre los 40 m el predominio de las Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES), y por debajo de ellas, las Aguas Costeras Frías (ACF), desde la zona costera hasta los 100 mn de la costa.

    El oxígeno disuelto, presentó concentraciones mayores a 4 mL/L situándose sobre los 20 metros, asociados a las aguas cálidas del norte (AES), en tanto que, las concentraciones menores de 4 mL/L en la zona costera, indicaron un afloramiento dentro de las 20 mn. Los valores de oxígeno entre 1,2 y 4 mL/L asociados a la isoterma de 15° y 16°C dentro de las 20 mn, indicaron una débil presencia de la Extensión Sur de la Corriente de Cromwell (ESCC). La zona mínima de oxígeno (ZMO, 0.5 mL/L) se ubicó a 230 m de profundidad por el lado costero y a 250 m a las 100 mn (Figura 12 a, b, c).

13. La sección de Chicama, ejecutada el 17 y 18 de diciembre, se caracterizó por presentar una termoclina conformada por las isotermas de 20° a 16°C sobre los 50 m de profundidad y hasta las 80 mn de distancia a la costa, esta termoclina se encontró más superficial cerca del borde costero, debido a la surgencia que se presentó en el área costera. Igualmente, la isoterma de 15°C mostró un comportamiento similar a la termoclina, ubicándose entre los 50 y 80 m de profundidad.

    Las masas de agua estuvieron vinculadas a aguas de mezcla y a ACF con valores de salinidad entre 34.9 y 35.0 ups en toda la zona prospectada. De acuerdo a las características de la temperatura y oxígeno dentro de los 40 mn, se hallaron ACF en toda la columna de agua, en tanto que, por fuera de las 40 mn y sobre los 15 metros, se hallaron aguas de mezcla con aguas oceánicas, y por debajo de estas, ACF.

    El oxígeno presentó un comportamiento característico del afloramiento costero, con iso-oxígenas de 2 a 4 mL/L ubicados entre los 10 y 22 metros de profundidad, que afloraron a la superficie dentro de las 25 mn. Los valores superiores a 5 mL/L (indicadores de aguas oceánicas) se hallaron por fuera de 40 mn sobre los 20 metros de profundidad. La ZMO se encontró entre 22 y 170 m de profundidad, siendo la menos profunda la que se ubicó cerca de la costa (Figura 12 d, e, f).

14. Las fluctuaciones de las condiciones ambientales no habituales durante el 2014, se apreciaron en la estación fija de Paita (Lat: 05°04´S, Long: 81°14.9´W), donde el arribo de ondas Kelvin a la costa peruana, afectó a todos los parámetros oceanográficos, con mayor incidencia en verano y otoño 2014, observándose la mayor profundización de isotermas en mayo 2014, debido a la presencia de las ASS; asimismo, se apreció el efecto de las últimas ondas Kelvin en los meses de septiembre y octubre, mientras que en noviembre, sólo la isoterma de 15°C mostró cierta profundización. De la misma manera, en la segunda quincena de diciembre se observó nuevamente la isoterma de 15°C y la iso-oxígena de 1 mL/L profundizadas, lo que tiene relación con el incremento del NMM y el arribo de una nueva onda Kelvin (Figura 13).

15. La velocidad del viento frente y a lo largo de la costa peruana (aproximadamente 40 km) varió entre 3.0 y 7.0 m/s, produciéndose anomalías de velocidad del viento entre -1.0 y +3.0 m/s, destacando magnitudes mayores a +1.5 m/s en la zona centro-sur (entre 10° y 18°S), desde el 10

hasta el 31 de diciembre. Por otro lado, la dirección del viento fue predominantemente del Sureste (SE), a lo largo de la costa entre Ilo y Paita y de dirección Suroeste (SO) al norte de Talara (Figura 14).

16. En la costa norte se registraron anomalías positivas de la temperatura máxima del aire de hasta 1.5°C en la estación Talara y Chusis (Piura). Se observó que gran parte de la franja costera tuvo tendencia a la normalización respecto de la temperatura mínima del aire (Figura 15).

17. En el litoral peruano, la TSM presentó cambios respecto al mes de noviembre, cambiando de anomalías positivas a negativas. Sólo en las estaciones del norte, Talara y Paita, después de la segunda semana del mes, la TSM aumentó rápidamente, manteniéndose por una semana. En tanto que, el NMM se mantuvo como el mes anterior, con anomalías positivas menores de 5 cm, dentro de su valor climatológico (Figura 16 y Tabla 2).

18. Los modelos oceánicos lineales para la predicción de ondas Kelvin del IGP (Mosquera, 2009[3], 2011) con la profundidad referencial de la termoclina uniforme (LOM1) y profundidad variable (LOM2), fueron forzados con anomalías de vientos superficiales obtenidas de ASCAT hasta el 02 de enero de 2015. Este modelo es luego corrido en modo de pronóstico con las anomalías de viento i) igualadas a cero (LOM1a y LOM2a), y ii) iguales al promedio de los últimos 30 días (LOM1b y LOM2b) (Figura 17).

19. En la actualidad, los productos de JASON-2 (Figura 18d) y del modelo lineal (Figura 18e), muestran la presencia de una onda Kelvin cálida en el Pacífico ecuatorial central, que estaría arribando al extremo este del Pacífico ecuatorial en el mes de febrero. Sin embargo, esto no es claro en los productos de TAO (Figura 18b) y ARGO (Figura 18c). Adicionalmente, por el momento, la intensidad de esta onda Kelvin no sería comparable a las que se presentaron a lo largo del 2014. Con esta información se podría establecer que la onda Kelvin, de lograr alcanzar la costa americana en el mes de febrero, no tendría impacto en la costa peruana. Asimismo, no se observa, hasta la fecha, actividad importante de los vientos del oeste en el Pacífico central y occidental que puedan generar más ondas Kelvin cálidas (Figura 18).

20. El modelo oceánico implementado en el Instituto del Mar del Perú (IMARPE, 2014), forzado con anomalías de vientos superficiales obtenidos del NCEP hasta el 31 de diciembre de 2014, simula la propagación de ondas Kelvin a lo largo del Pacifico ecuatorial hasta el 28 febrero de 2015 sin el forzante de anomalías de vientos. La simulación muestra que una onda Kelvin cálida (modo 1+2) se generó en diciembre 2014, debido a las anomalías de los vientos del oeste en el Pacífico ecuatorial central, y llegaría a las costas de Sudamérica entre enero y febrero de 2015. Finalmente, una onda Kelvin fría (modo 2) se generó en diciembre 2014, debido a los alisios en el Pacífico ecuatorial occidental y llegaría a las costas de Sudamérica entre febrero y marzo 2015 (Figura 19).

21. Utilizando los datos de TSM promediados sobre la región Niño 1+2, actualizados hasta el mes de diciembre de 2014 del producto ERSST v3b generados por el Climate Prediction Center (CPC) de la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA, EEUU), se ha calculado el Índice Costero El Niño (ICEN; ENFEN 2012) hasta el mes de noviembre de 2014. Para los meses más recientes se generan versiones preliminares y temporales de este índice (ICENtmp) combinando

[3] Mosquera, K., 2009: Variabilidad Intra-estacional de la Onda de Kelvin Ecuatorial en el Pacífico (2000-2007): Simulación Numérica y datos observados. Tesis para optar el grado de Magíster en Física - Mención Geofísica en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

ERSST con el promedio de los pronósticos de los modelos de NMME para enero 2015.

El ICEN para el mes de noviembre fue de 0.38°C (neutro). Por lo tanto, el evento El Niño costero moderado iniciado en mayo 2014 culminó en el mes de octubre 2014. El ICENtmp basado parcialmente en los pronósticos de los modelos para el mes de diciembre es de 0.48°C, en el rango de cálida débil (Tabla 3).

22. Para los próximos tres meses, los pronósticos de la anomalía de la TSM en el Pacífico central (región Niño 3.4) de los modelos numéricos de las agencias internacionales, continúan indicando una tendencia hacia condiciones alrededor de cálidas débiles, sin embargo, hay algunos modelos que pronostican condiciones cálidas moderadas.

    Para el periodo que va más allá del verano 2015, indican condiciones alrededor de cálidas débiles. Es importante señalar, que los pronósticos de los modelos más allá del mes de febrero, debido a la barrera de predictibilidad asociada a la estacionalidad, resultan de baja confiabilidad (Figura 20).

23. Para los próximos meses, que incluye el verano 2015, los pronósticos de la anomalías de la TSM en el Pacífico oriental (región Niño 1+2, ICEN) pronostican principalmente condiciones entre cálidas débiles y neutras.

    Para el periodo que va más allá del verano 2015, indican una tendencia positiva, pero aún dentro de las condiciones débiles. Es importante señalar que los pronósticos de los modelos más allá del mes de febrero, debido a la barrera de predictibilidad asociada a la estacionalidad, resultan de baja confiabilidad (Figura 21).

24. No se puede descartar que la costa sea ligeramente más cálida, normal o ligeramente más fría que lo normal este verano. Estos casos, junto con las condiciones cálidas en el Pacífico central, favorecerían precipitaciones reducidas en la costa norte y en los Andes, este verano (Lavado & Espinoza 2014; Machuca et al., 2014).

25. El desembarque, proveniente de la flota industrial, de los principales recursos pelágicos en el litoral peruano del 01 de enero al 31 de diciembre del 2014 fue de 2 325 835 toneladas (t), correspondiendo a la especie *Engraulis ringens* "anchoveta" el 96.7 %, seguido de *Trachurus Murphyi* "jurel" con 1.8 % y *Scomber japonicus* "caballa" con 1.5 % (Tabla 4).

26. La primera temporada de pesca de anchoveta del norte-centro y sur culminaron con 62.1 % (agosto 2014) y 5,8 % (septiembre 2014) respectivamente. Durante el mes de diciembre, el desembarque proveniente de embarcaciones de menor escala y artesanales fue de 5 104 toneladas (t), correspondiendo a la anchoveta el 90.11 %, seguidos de caballa y samasa "*Anchoa nasus*" (Tabla 5).

27. Durante el crucero 1411-12, se registró la presencia de especies del zooplancton indicadoras de ACF, copépodos *Centropages brachiatus* y *Eucalanus inermis*, dentro de las 50 mn a lo largo del área evaluada, por fuera se observaron especies indicadores de ASS como *Oncaea conifera* y *Arcatia danae*, y frente al perfil Paita (5°S) se presentó *Centropages furcatus* indicadores de AES (Figura 22). También se registró una amplia cobertura espacial de huevos y larvas de anchoveta (Figura 23).

28. Con información del seguimiento de la pesquería pelágica, se observó que la flota anchovetera de menor escala y artesanal, se distribuyó dentro de las 10 mn de distancia a la costa, en tres (03) núcleos: Chicama (7°S) y Chimbote (9°S) por el norte y Pisco (13°S) en el centro (Figura 24).

29. La estructura por tamaños de anchoveta fue predominantemente adulta, con modas en 13.0 cm (Pisco); 14.0 y 12.5 cm (Chimbote) y frente a Chicama presentó una moda de 13.5 cm longitud total (LT). Sin embargo, frente a Chimbote se registraron ejemplares juveniles, representando el 15.1% (Figura 25).

30. En la flota de menor escala y artesanal, aún se registraron especies de aguas cálidas. La especie *Anchoa nasus* "samasa" indicadora de AES se evidenció frente a Chimbote y *Decapterus macrosoma* indicadora de ASS. Además se visualizó la presencia de especies transzonales jurel y caballa (Figura 26).

31. En el área de evaluación de Ático (16°S) a Paita (5°S) la captura realizada (BIC Olaya y LP IMARPE IV) fue de 12 160 kilos. El recurso de mayor captura fue *Engraulis ringens* "anchoveta" con 8 100 k (67%), seguido del crustáceo *Pleuroncodes monodon* "munida" con 2 275 k (19 %), los organismos del macrozooplancton (medusa) *Aequoria sp* con 650 k (5%), el recurso costero "bagre" *Galeichthys peruvianus* con 280 k (2.3 %), el mesopelágico *Vinciguerria lucetia* "vinciguerria" con 150 k (1,2 %), en menor proporción los recursos demersales, entre ellos "falso volador", indicador de aguas cálidas, con 115 k entre otros recursos (Figura 27).

32. La biomasa del Stock Norte–Centro de anchoveta presentó núcleos principales de concentración, los cuales se localizaron frente a Punta Falsa (5°S) y Chimbote (9°S) dentro de las 10 mn, frente a Huarmey (10°S) hasta las 20 mn, entre Huacho (11°S) y Chancay (11°S) de 10 a 20 mn, frente a Pisco entre las 0 y 30 mn y un importante núcleo de alta densidad ubicado entre las 10 y 90 mn frente a San Juan de Marcona (14°S).

    La biomasa del Stock Norte – Centro de anchoveta, estimada por el Crucero biológico de noviembre y diciembre de 2014, fue de 4.39 millones de toneladas (t) mostrando una recuperación a la observada durante el invierno del presente año, donde alcanzó 1.45 millones de t. Esta recuperación del recurso se debió al cambio en las condiciones ambientales frente a la costa (Figura 28).

33. El rango de tallas del recurso anchoveta está conformado por individuos que fluctúan entre los 3.0 y 17.0 cm de LT. En términos de abundancia (número de individuos), el porcentaje de juveniles asciende a 97 % y en biomasa (toneladas) el porcentaje de juveniles alcanza el 65 %. La moda principal es de 4.5 cm LT, (nacidos en el último proceso reproductivo de invierno que se inició en julio y que actualmente está declinando). Las otras modas son de 8.0, 10.0, 12.5 a 13.0 y 14.5 cm LT (Figura 29).

34. La situación reproductiva de la anchoveta, observada a través del Índice Gonadosomático (IGS) y la Fracción Desovante (FD) mantuvo, a pesar del bajo número de individuos adultos, un desove a un nivel superior al promedio, desde que se inició el proceso reproductivo de invierno en julio del presente año (Figura 30 a, b). Este comportamiento ha sido desarrollado por la especie, como una estrategia para enfrentar las condiciones ambientales adversas y el bajo nivel poblacional.

    La condición somática de la anchoveta, analizada a partir del Contenido Graso (CG) y el Factor de Condición (FC), mostró una disminución drástica de las reservas energéticas a partir de julio. La

disminución de la condición somática de la anchoveta, se explica por el prolongado proceso de desove y por los movimientos realizados en busca de mejores condiciones para su subsistencia, con lo cual su consumo de grasa fue mayor (Figura 30 c, d).

35. Las condiciones hidrológicas de los ríos tanto de la costa norte como la costa sur, se han caracterizado por estar dentro de sus valores normales, para el mes de diciembre (Figura 31).

36. Los principales reservorios en la costa norte registraron 35 % y en la costa sur 23 % de capacidad de almacenamiento. Los reservorios están entregando recurso hídrico a los valles, reduciendo sus volúmenes de almacenamiento (Tabla 6).

PERSPECTIVAS

En el océano Pacífico ecuatorial, se observa la propagación de una onda Kelvin cálida, que podría arribar entre fines de enero e inicios de febrero de 2015. Sin embargo, por su baja intensidad actual, no se espera impacto relevante en la costa peruana.

Durante el verano, frente a las costas del Perú se espera que la temperatura superficial del mar y la temperatura del aire, presenten condiciones de normales a ligeramente cálidas; mientras que el nivel medio del mar presente valores alrededor de su normal.

En la región Niño 1+2, para esta misma temporada, los modelos numéricos globales indican condiciones entre neutras y cálidas débiles, pero los pronósticos más recientes indican una mayor probabilidad de ocurrencia de condiciones neutras. Mientras tanto, para la región Niño 3.4 indican condiciones cálidas débiles.

Por otro lado, no se descarta que las condiciones previstas en el océano Pacífico tropical, ocasionen precipitaciones deficientes en los Andes.

El Comité Multisectorial ENFEN, de acuerdo con el análisis de las condiciones actuales y los resultados de los modelos numéricos globales, prevé condiciones entre neutras y ligeramente cálidas en la región Niño 1+2 para el verano.

El Comité ENFEN continuará monitoreando e informando sobre la evolución de las condiciones actuales.

Callao, 13 de enero de 2015

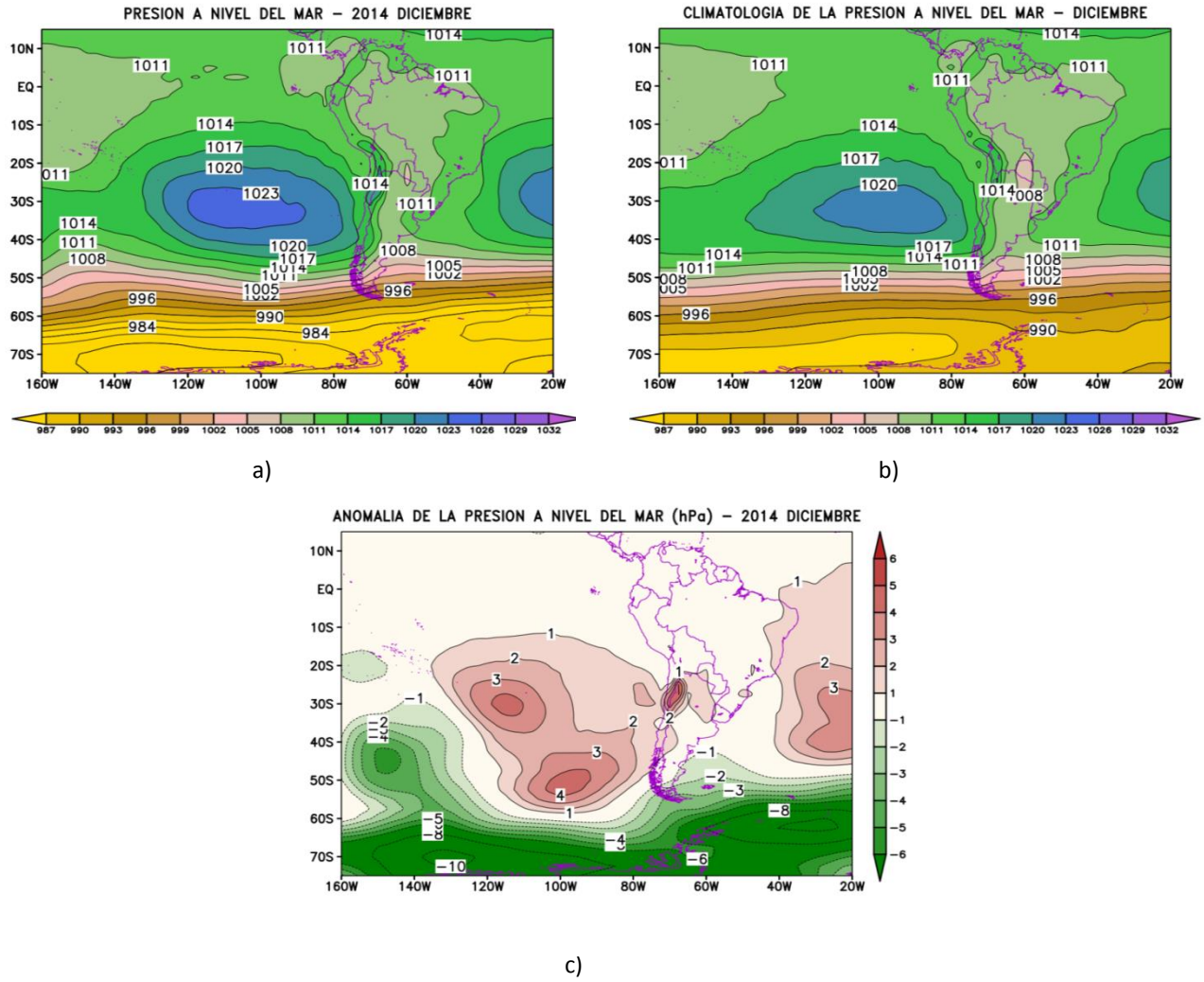


Figura 1. Presión atmosférica (hPa) a nivel del mar para el mes de diciembre de 2014. a) Promedio mensual (hpa), b) Climatología y, c) Anomalía (hPa). Fuente: SENAMHI con datos de NCEP/NOAA.

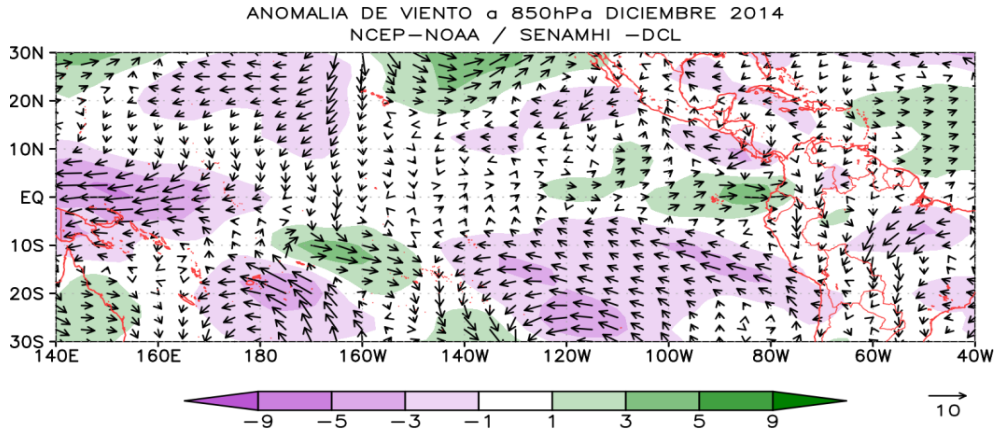


Figura 2. Anomalía del viento (m/s) a nivel de 850 hPa para diciembre 2014. El área sombreada en matices de colores indica anomalías de viento zonal. **Fuente:** NCEP-NOAA/SENAMHI.

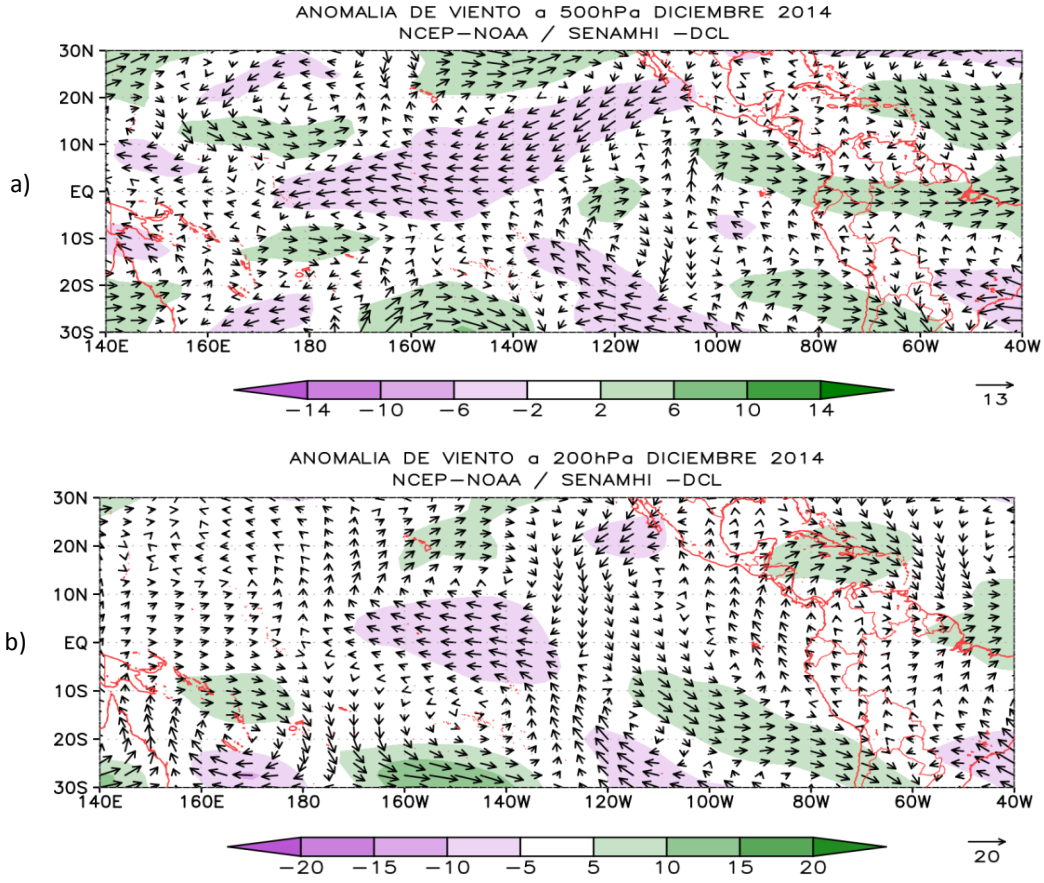


Figura 3. Anomalía del viento (m/s) a a) 500 hPa y b) 200 hPa para el mes de diciembre de 2014. El área sombreada en matices de colores indica las anomalías del viento. **Fuente:** NCEP-NOAA/ SENAMHI.

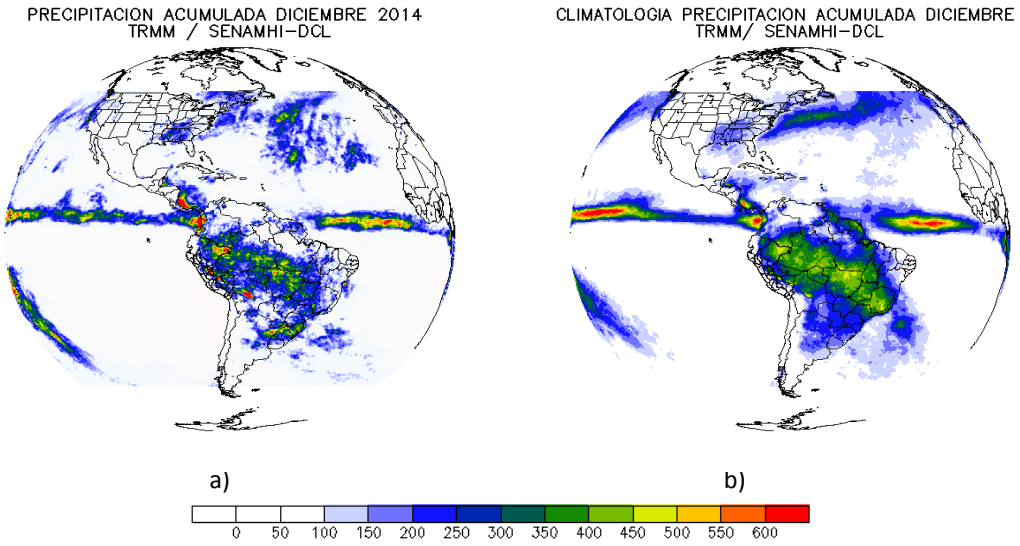


Figura 4. a) Precipitación acumulada (mm/mes) estimada por satélite y zona de convergencia intertropical (ZCIT) principal para el mes de diciembre de 2014 y b) Climatología. **Fuente:** TRMM/SENAMHI-DCLNCEP/NOAA – SENAMHI.

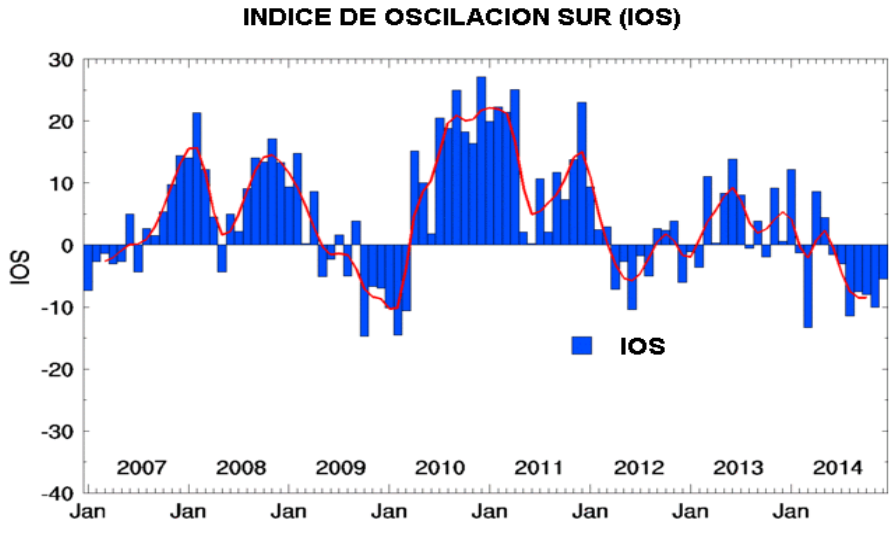


Figura 5. Evolución del Índice de Oscilación Sur (IOS) de enero 2007 a diciembre de 2014. **Fuente:** Bureau of Meteorology.

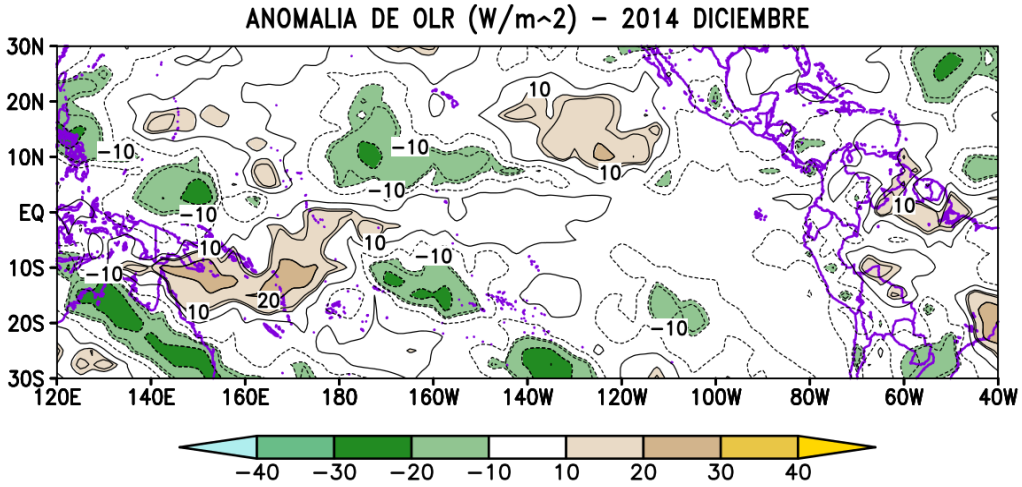


Figura 6. Anomalía de la radiación de onda larga (w/m^2) del mes de diciembre de 2014. **Fuente:** SENAMHI con datos de la NCEP/NOAA**.**

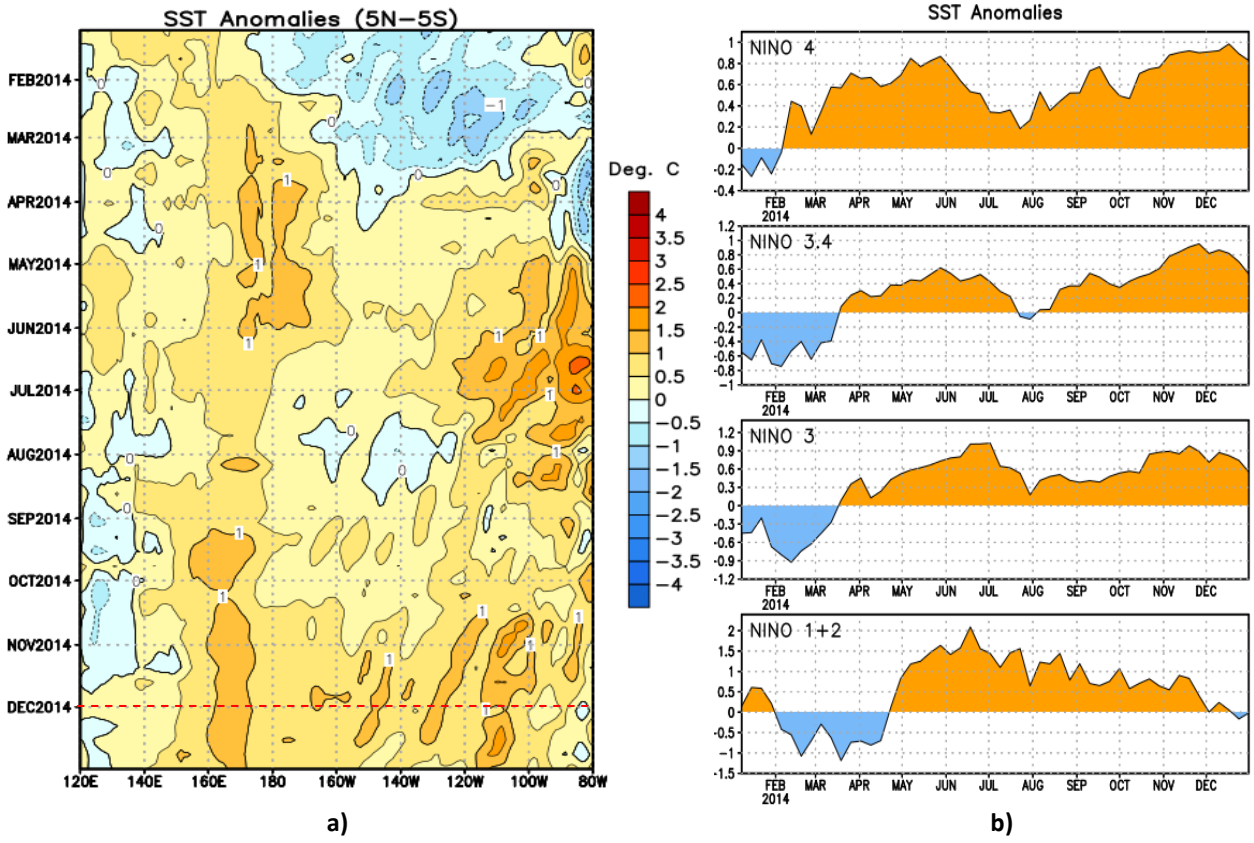


Figura 7. a) Anomalías de la temperatura superficial del mar (°C) en el océano Pacífico ecuatorial (5°N-5°S), b) Anomalías de la temperatura superficial del mar (°C) en las regiones Niño de diciembre de 2013 a diciembre de 2014. **Fuente:** NCEP/NOAA.

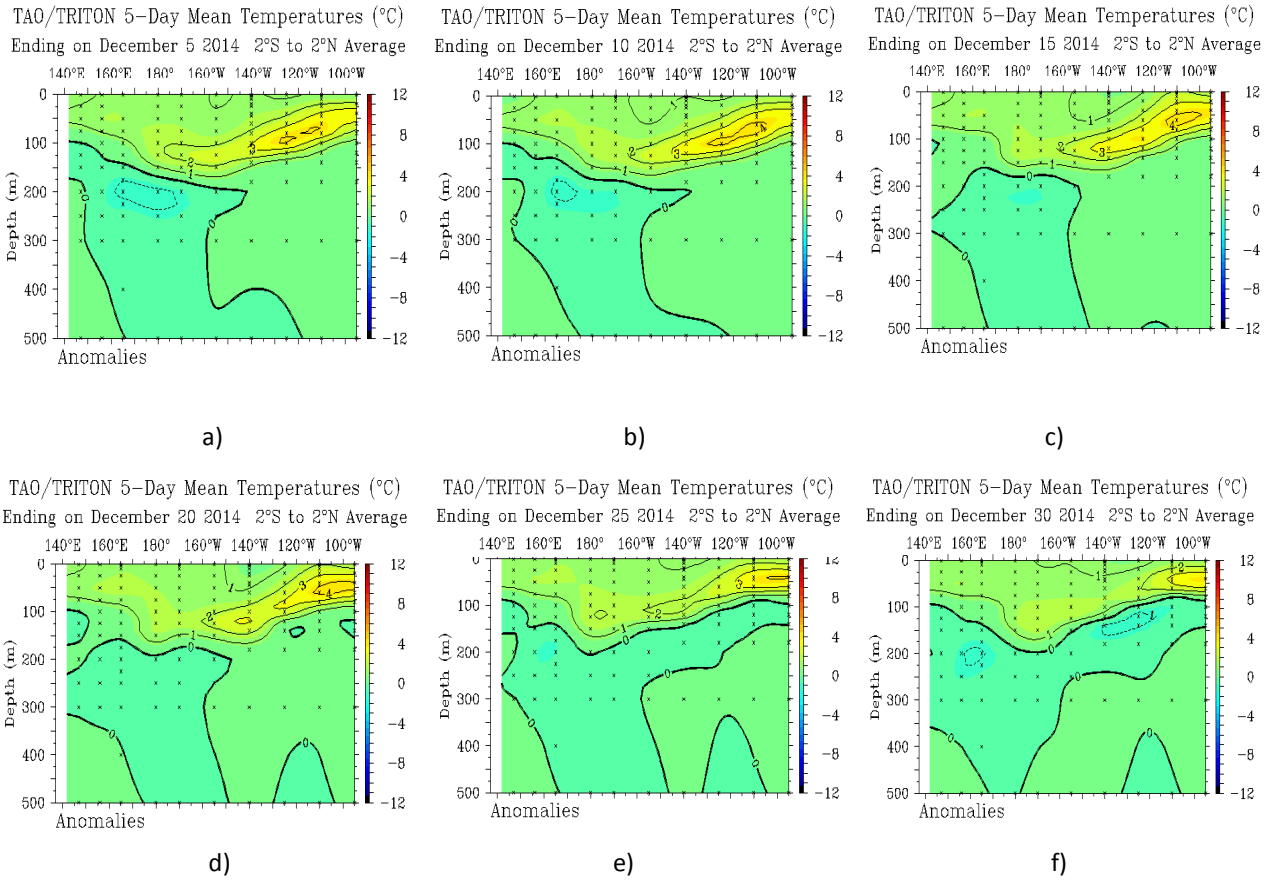


Figura 8. Anomalías de la temperatura sub-superficial del mar (°C) en el océano Pacífico ecuatorial entre los 2°N y 2°S promediadas cada cinco días finalizando los días a) 5 de diciembre, b) 10 de diciembre, c) 15 de diciembre, d) 20 de diciembre, e) 25 de diciembre y f) 30 de diciembre de 2014. **Fuente**: Modificado de TAO/PMEL/NOAA.

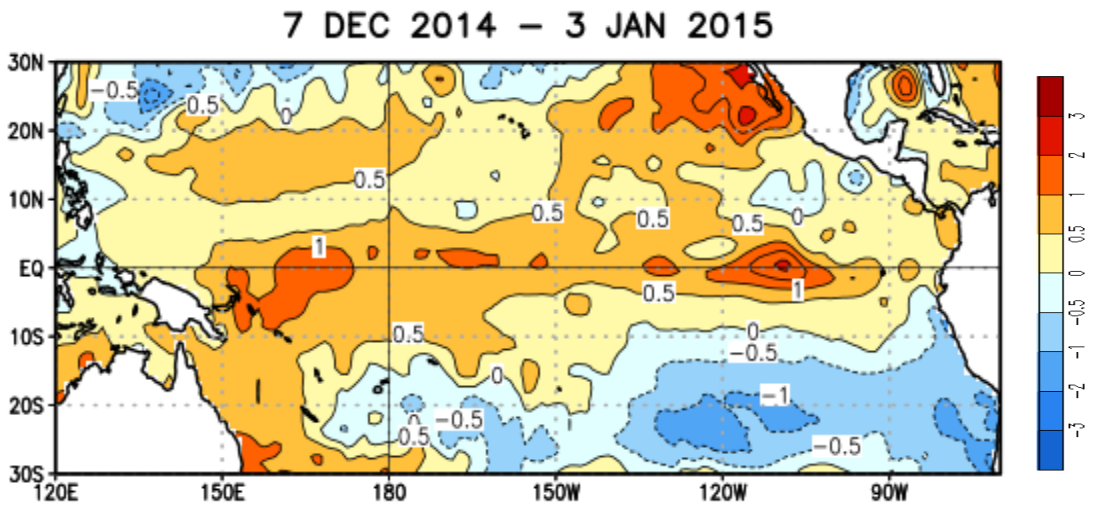


Figura 9. Promedio de anomalías de la temperatura superficial del mar (°C) en el océano Pacífico tropical del 7 de diciembre al 2 de enero de 2014. **Fuente**: NCDC/NCEP/NOAA.

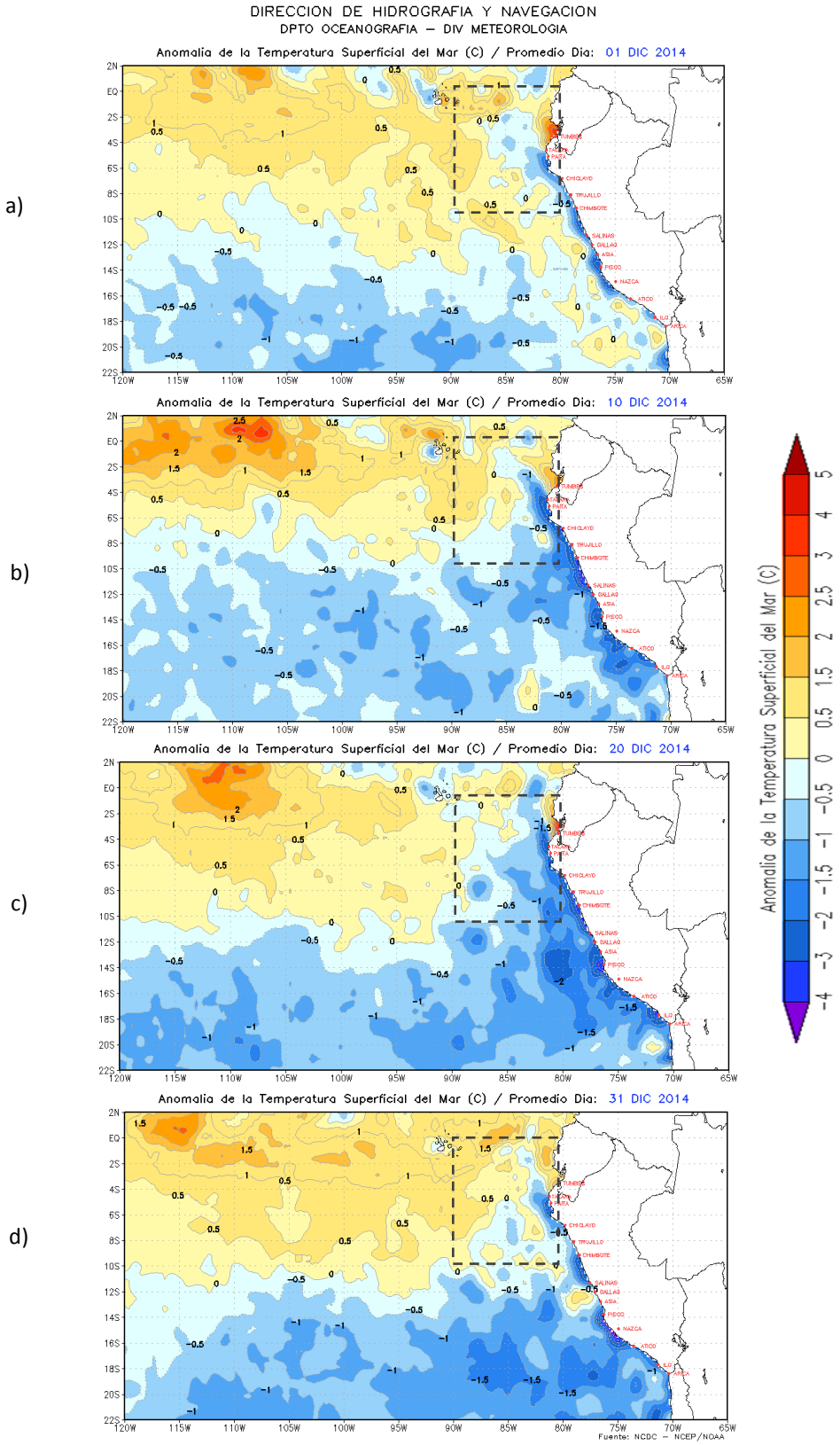
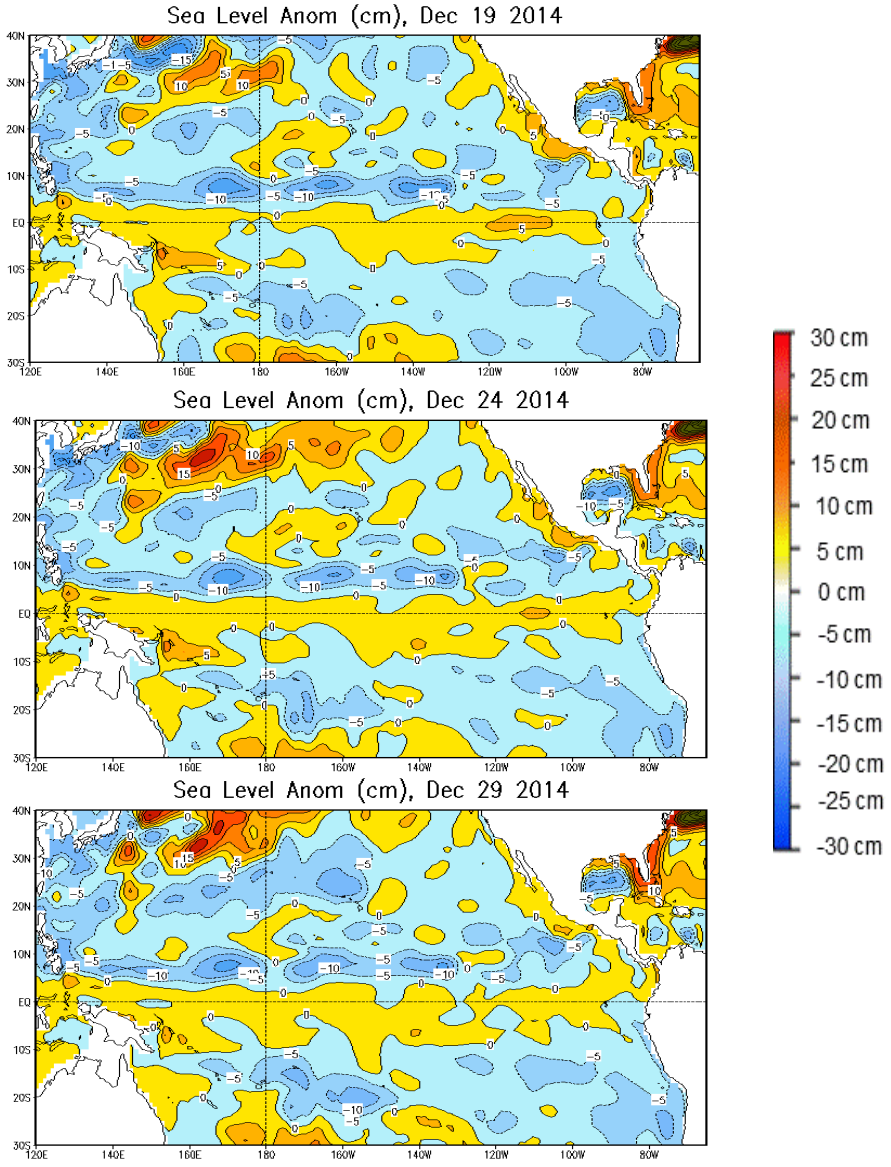


Figura 10. Anomalías de la temperatura superficial del mar (°C) en el océano Pacífico oriental para los días a) 01 de diciembre, b) 10 de diciembre, c) 22 de diciembre, y d) 31 de diciembre de 2014. La línea discontinua en color negro indica el límite externo de la región Niño 1+2. **Fuente:** DHN con datos de NCDC/NCEP/NOAA.

a)



b)

c)

Figura 11. Anomalías del nivel medio del mar (cm) en el océano Pacífico tropical para los días a) 19 de diciembre, b) 24 de diciembre y c) 29 de diciembre de 2014. **Fuente:** CPC/NCEP/NOAA.

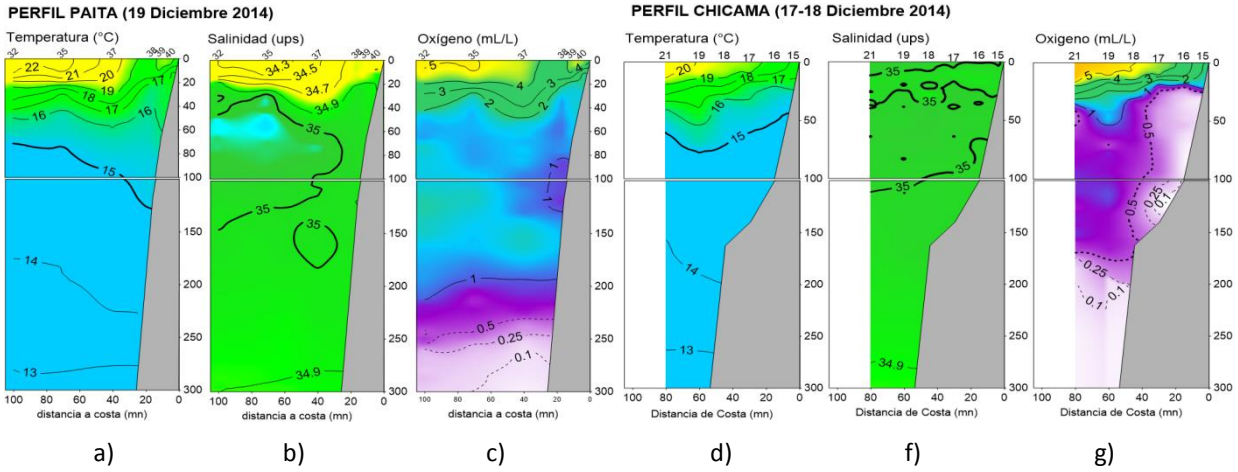


Figura 12. Distribución vertical de la: a, d) Temperatura (°C) y b, f) Salinidad (UPS) y c, g) Oxígeno (mL/L) frente a Paita y Chicama, respectivamente. **Fuente:** IMARPE.

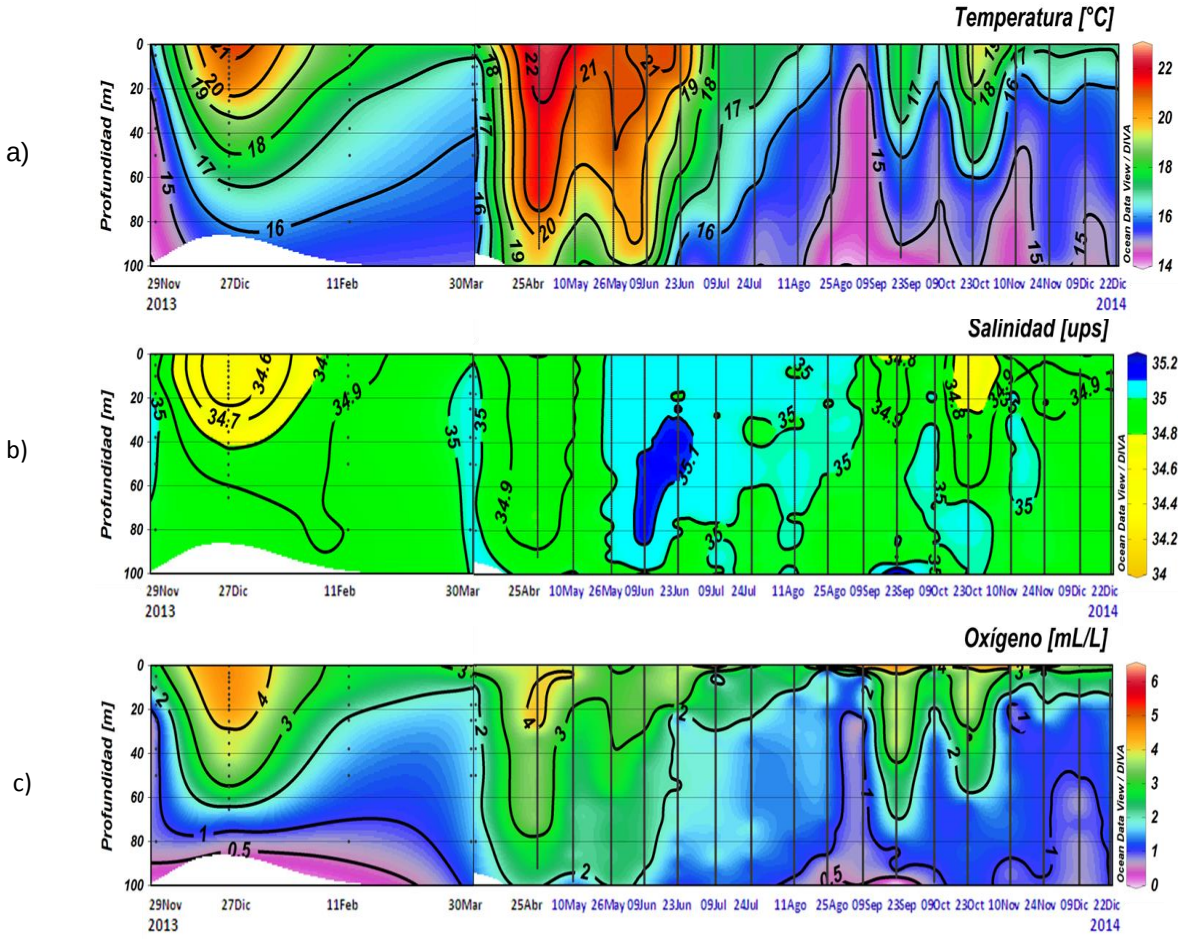


Figura 13. Series de tiempo de la: a) Temperatura (°C), b) Salinidad y c) Oxígeno (mL/L) para la estación oceanográfica fija frente a Paita para el periodo del 29 de noviembre de 2013 al 22 de diciembre de 2014. **Fuente:** IMARPE.

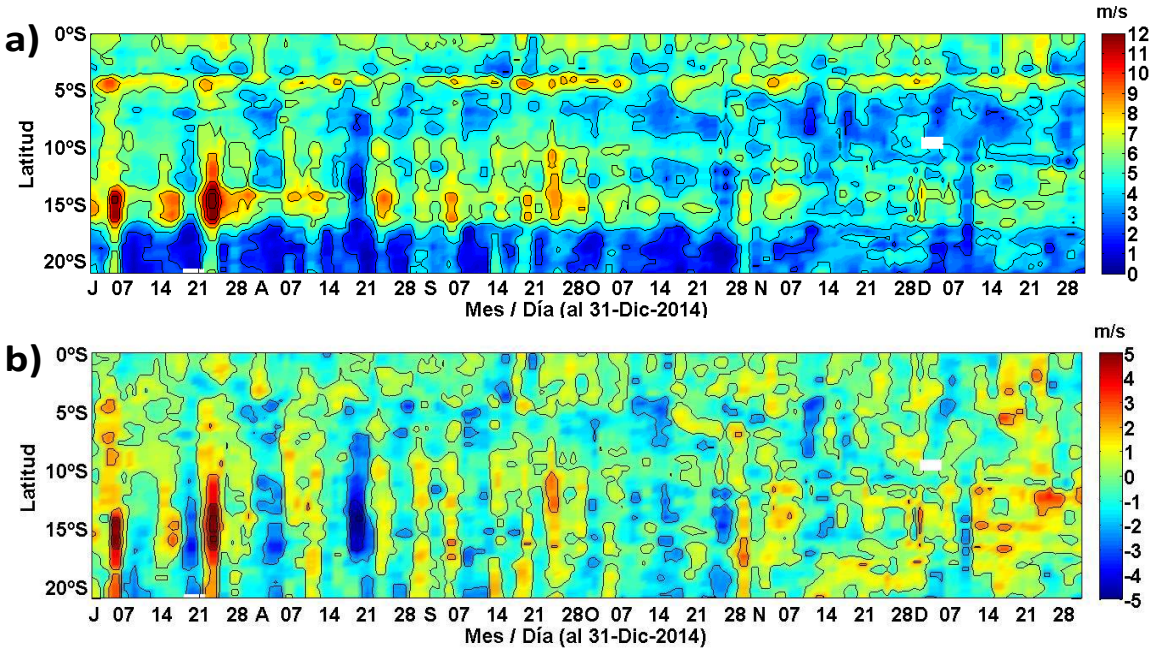
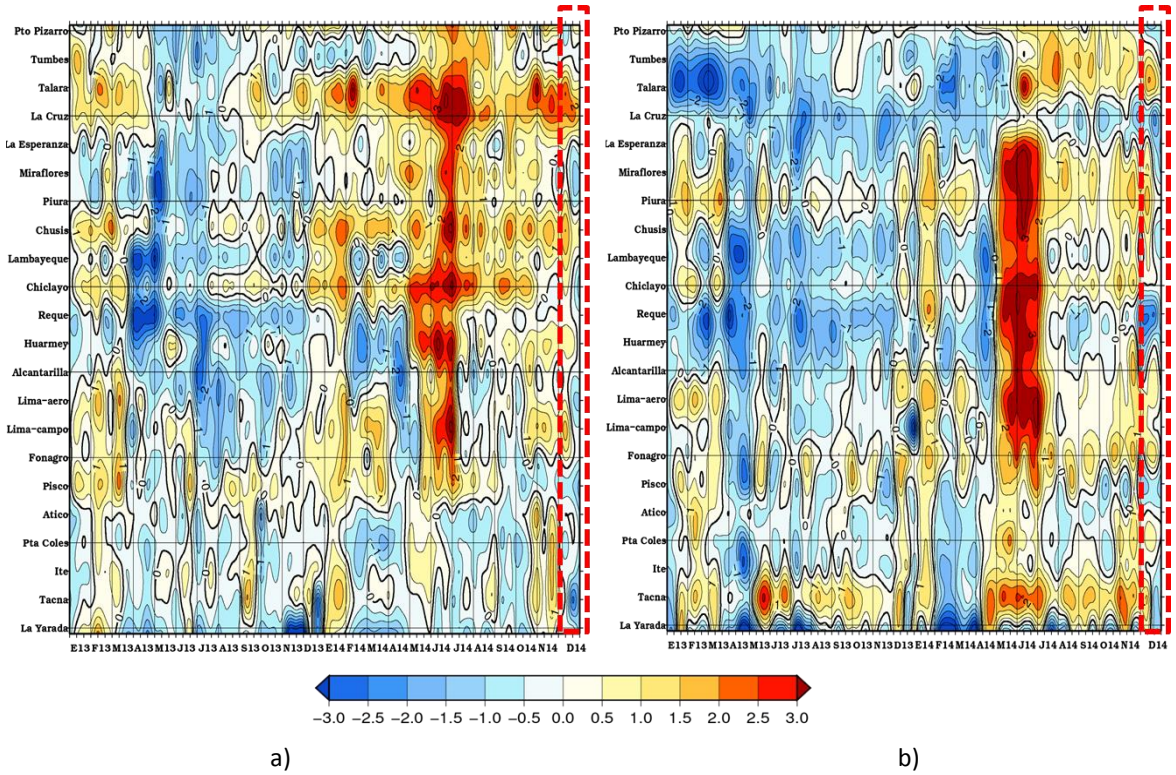


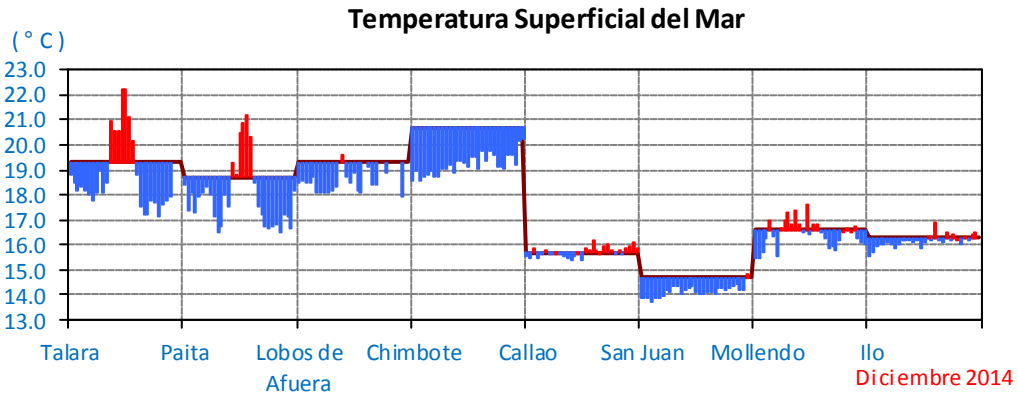
Figura 14. a) Velocidad del viento (m/s) y, b) Anomalía del viento (m/s) en la zona costera desde los 2°S hasta 20° S en el periodo de junio a diciembre de 2014. **Fuente:** IMARPE.



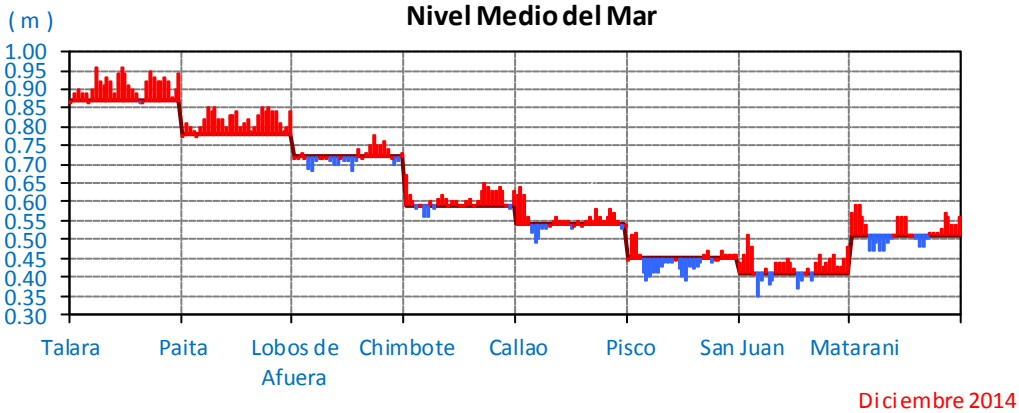
a) b)

Figura 15. Anomalías de las temperaturas extremas del aire (°C) en la costa peruana desde enero 2013 hasta diciembre de 2014. a) Temperatura máxima (°C) y b) Temperatura mínima (°C). **Fuente:** SENAMHI.

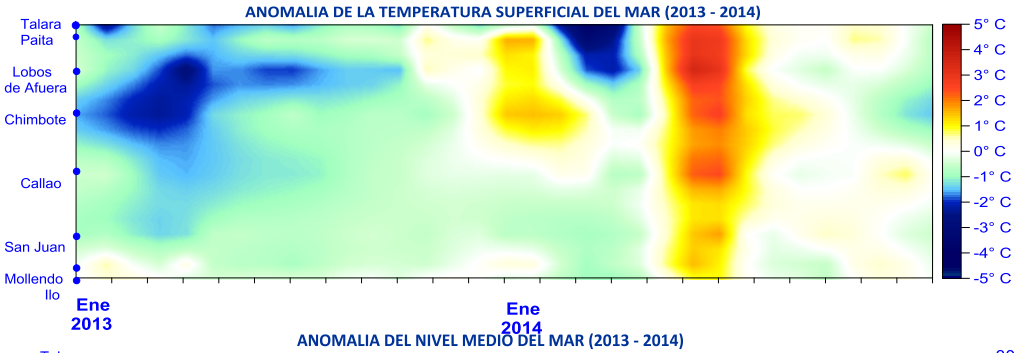
a)



b)



c)



d)

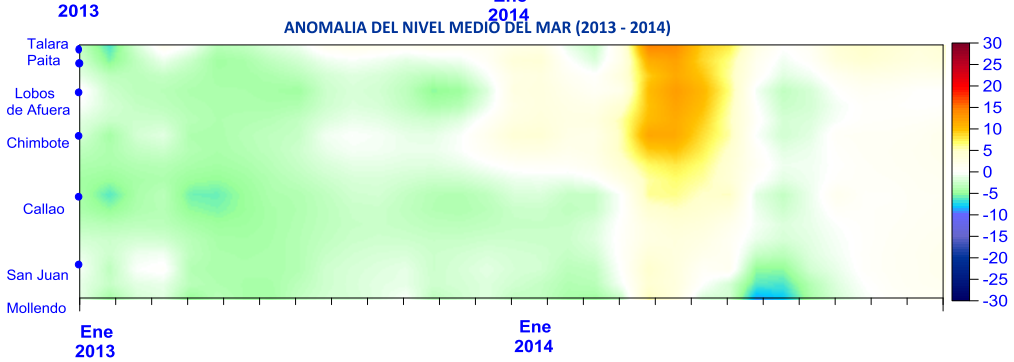


Figura 16. Serie de tiempo diaria de: a) Temperatura superficial del mar (°C) y b) Nivel medio del mar (cm) en el litoral peruano durante el mes de diciembre de 2014. Series de tiempo de las c) anomalías mensuales de la temperatura superficial del mar (°C), y d) anomalías mensuales del nivel medio del mar en las estaciones costeras y mareográficas en el litoral peruano para el período de enero 2013 a diciembre de 2014. **Fuente:** Estaciones Costeras – DHN.

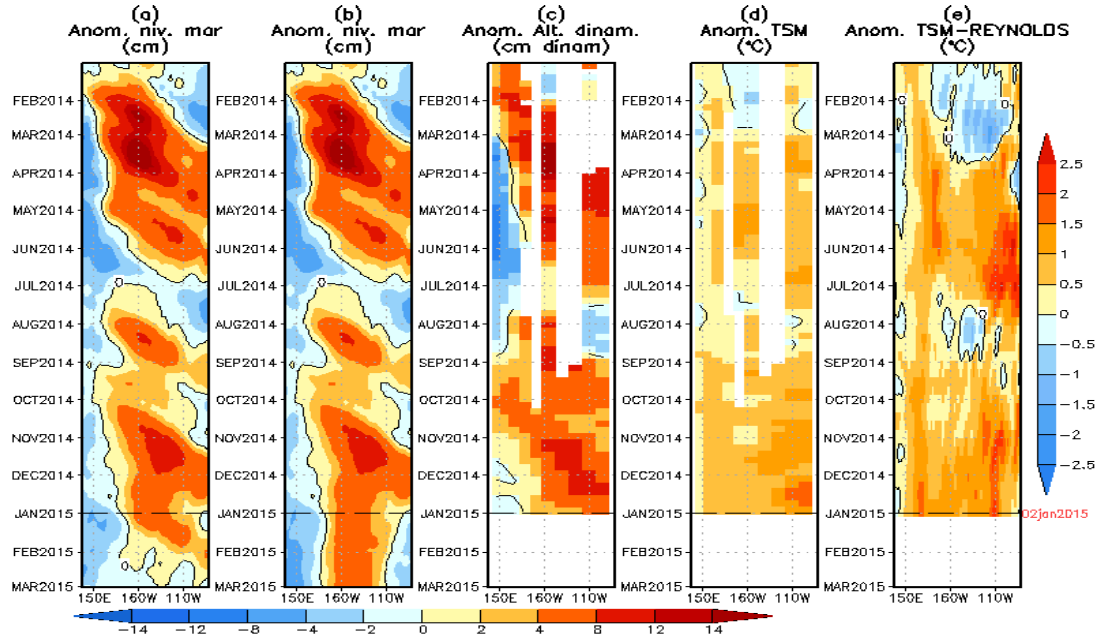


Figura 17. Anomalías (a y b) del nivel medio del mar simulado con LOM1 (termoclina uniforme), (c) de la altura dinámica (TAO), (d y e) de la temperatura superficial del mar observada de TAO y Reynolds, respectivamente, en la región ecuatorial (2°S y 2°N). En (a) y (b) la línea cortada de color negro, indica el momento en que el modelo empieza a utilizar el esfuerzo de viento igual a cero (LOM1a) y persistida (LOM1b), respectivamente, para la predicción (ver fecha en color rojo a la derecha). La escala de (a), (b) y (c) se ubica abajo en forma horizontal, mientras que la escala de (d) y (e) está a la derecha. **Fuente:** IGP, ASCAT, climatología: 2008-2013.

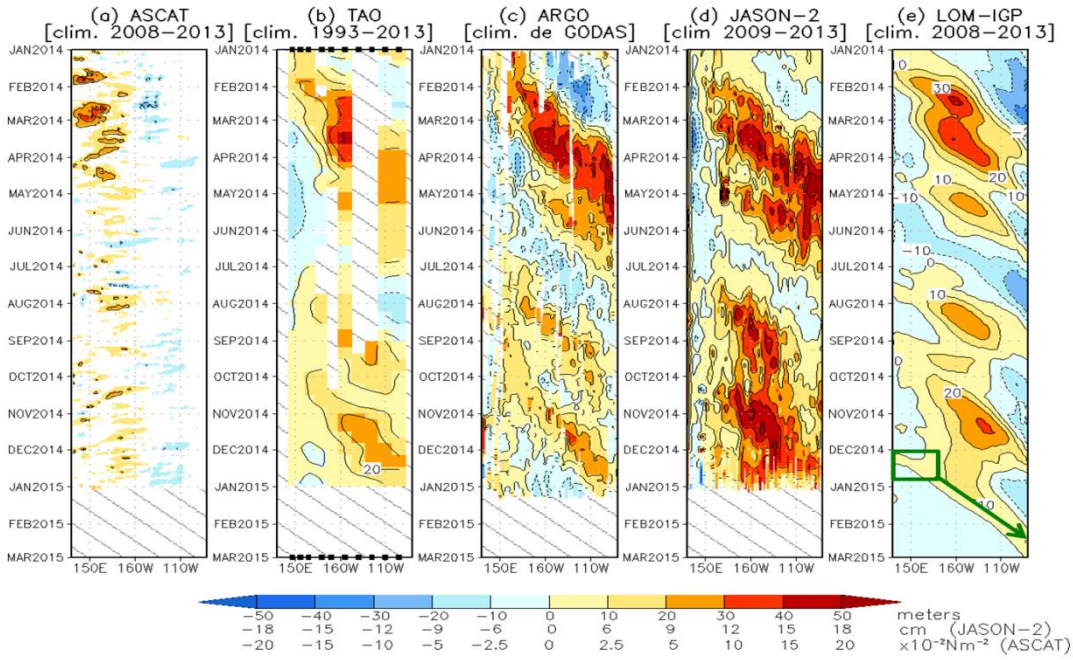


Figura 18. Diagrama longitud-tiempo a lo largo de la línea ecuatorial de la anomalía de la profundidad de la isoterma de 20°C (a, b, y d) y del nivel del mar (c). Los datos son de a) esfuerzo de viento zonal, b) las boyas TAO/TRITON, c) los derivadores Argo, d) el altímetro satelital JASON-2 y e) el modelo LOM-IGP (forzado por ASCAT, y taux=0 para el pronóstico). Las líneas diagonales representan una propagación hacia el este con velocidad de 2.6 m/s. **Fuente:** IGP.

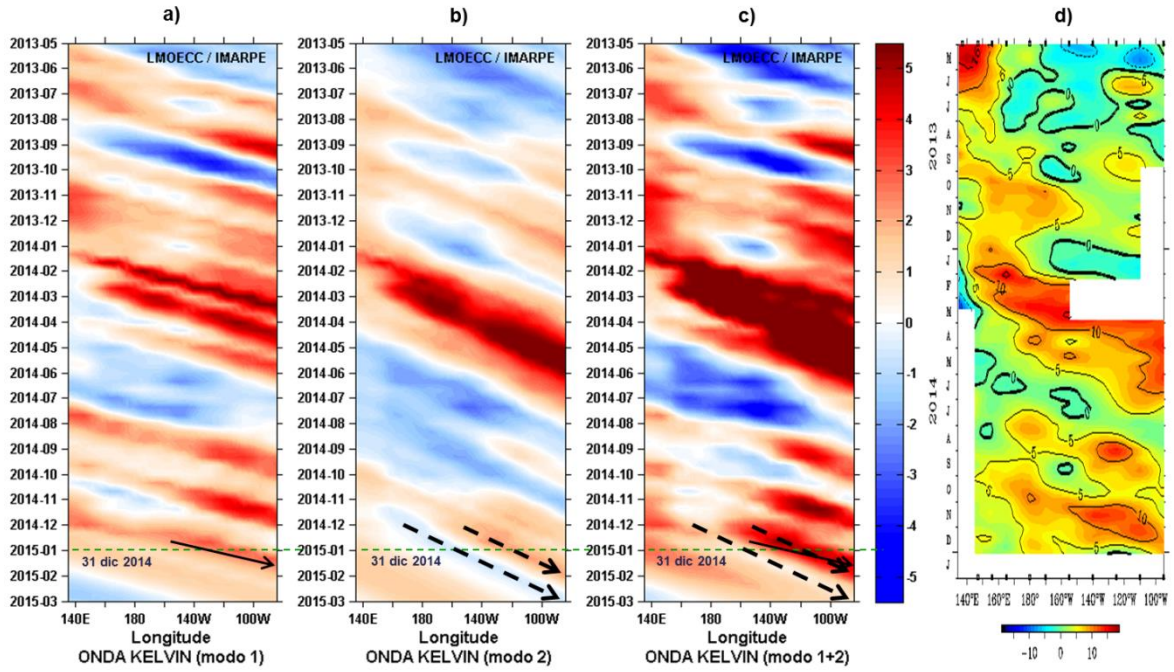


Figura 19. Diagrama Hovmöller longitud-tiempo de las ondas Kelvin en el océano Pacífico ecuatorial (0°N): a) Modo 1, b) Modo 2, c) Modos 1+2 y d) Anomalías de la altura dinámica (db.dyn cm) en la Pacífico ecuatorial (2°S y 2°N). La línea discontinua horizontal, en verde, indica el inicio del pronóstico sin el forzante de vientos. **Fuente:** IMARPE, forzado con vientos de NCEP (Figuras a-c) y adaptación de TAO/PMEL/NOAA (Figura d).

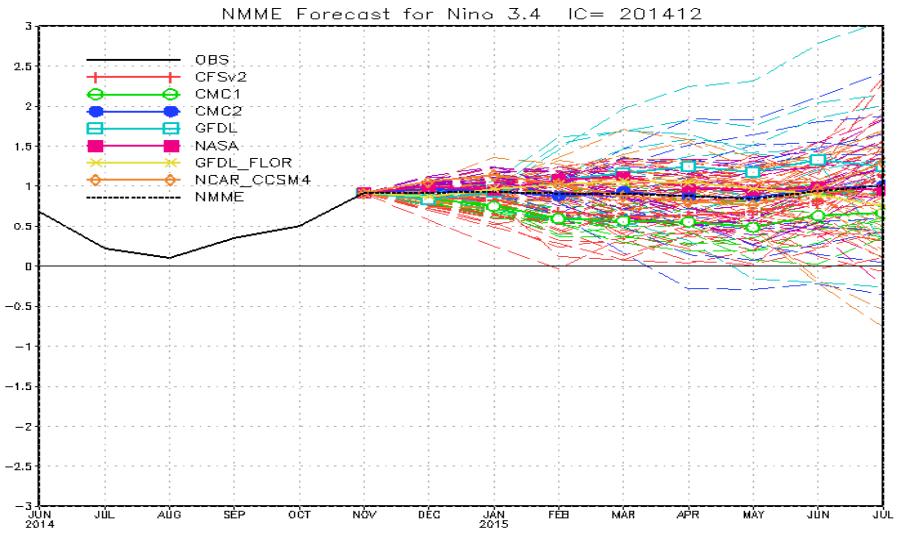


Figura 20. Índice Niño 3.4 mensual observado y pronosticado por los modelos de NMME. **Fuente:** CPC/NCEP/NOAA.

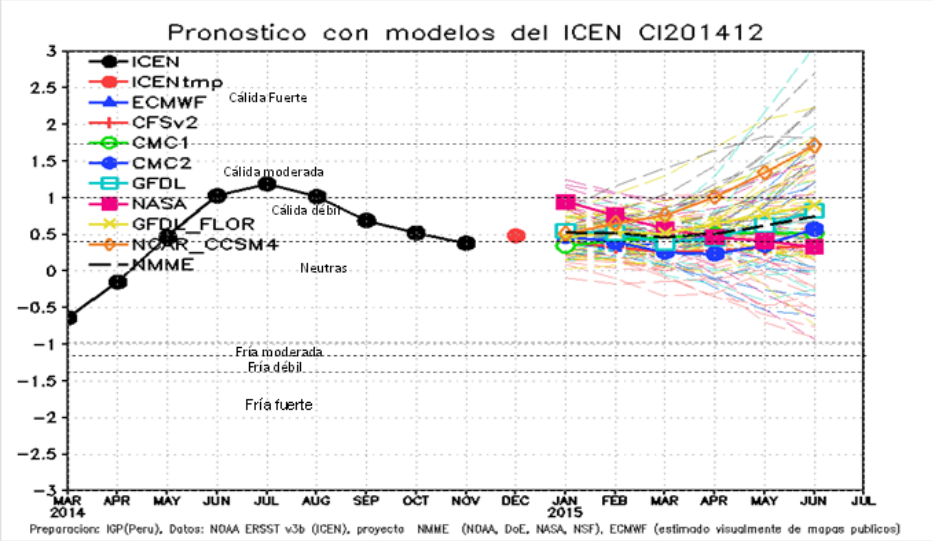


Figura 21. Índice Costero El Niño (ICEN, círculos llenos en color negro) y sus valores temporales (ICENtmp, círculos llenos en color rojo). Además, pronósticos numéricos del ICEN (media móvil de 3 meses de las anomalías pronosticadas de TSM en la región Niño 1+2) por diferentes modelos climáticos. Las líneas entrecortadas corresponden a los miembros de los "ensembles". Los pronósticos de los modelos CFSv2, CMC1, CMC2, GFDL, NASA y NCAR tienen como condición inicial el mes de diciembre de 2014. El modelo ECMWF tiene como condición inicial el mes de diciembre de 2014. **Fuente:** IGP, NOAA, proyecto NMME, ECMWF.

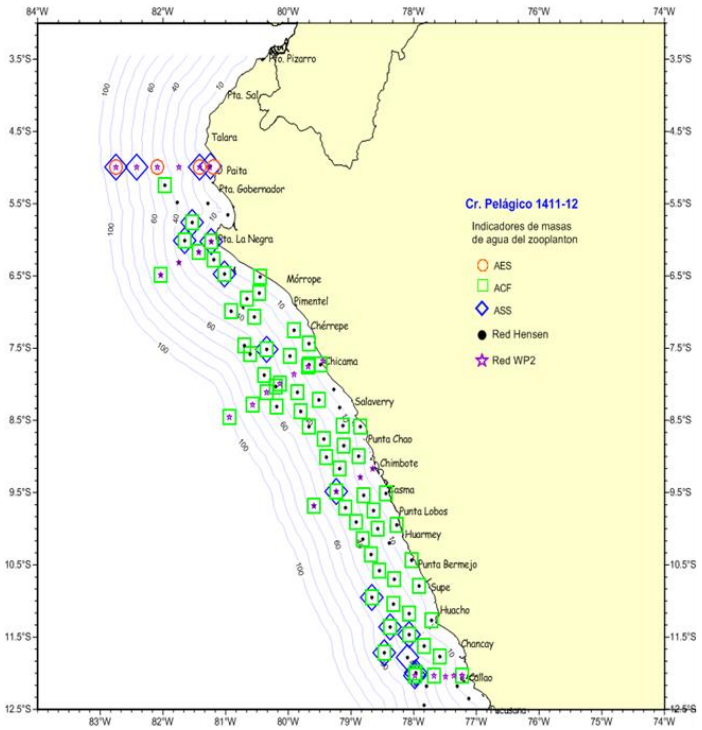


Figura 22. Presencia de indicadores biológicos del zooplancton registradas en el crucero 1411-12. **Fuente:** DIOCC/IMARPE.

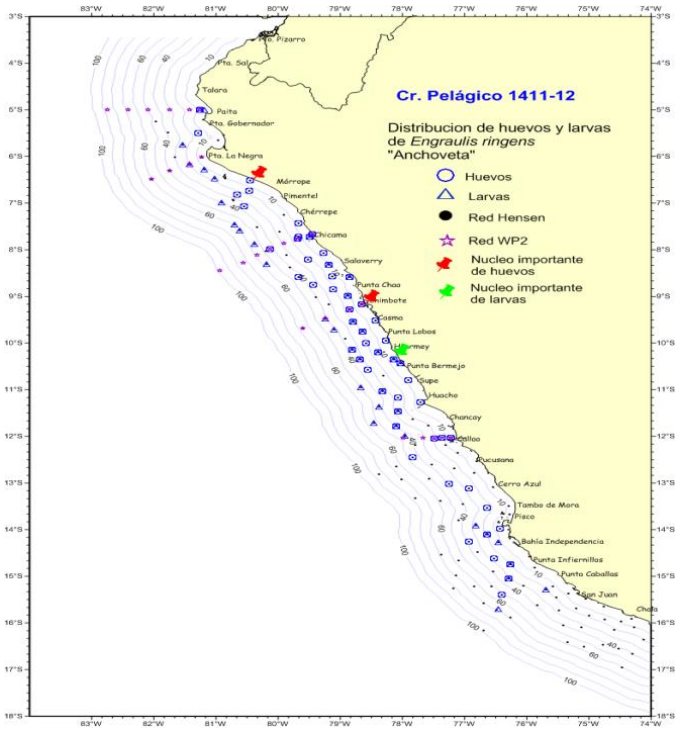


Figura 23. Presencia de huevos y larvas de anchoveta registradas en el crucero 1411-12. **Fuente:** DIOCC/IMARPE.

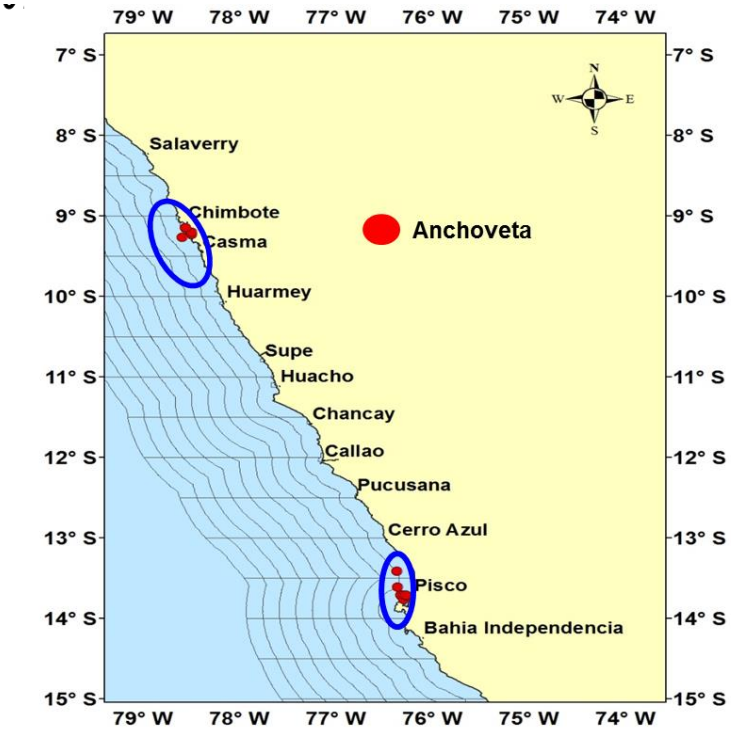


Figura 24. Distribución espacial de anchoveta. Flota artesanal y de menor escala. Diciembre 2014. **Fuente:** AFIRNP/IMARPE.

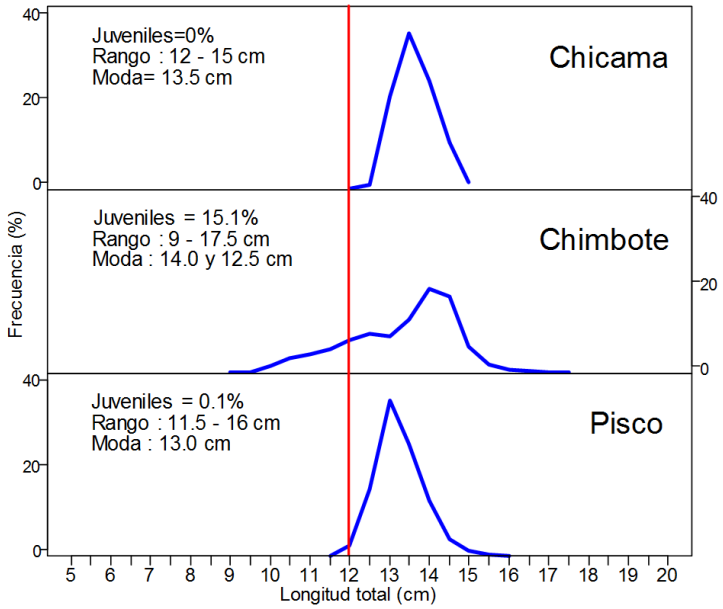


Figura 25. Estructura por tallas de anchoveta según puerto. Flota artesanal y de menor escala de diciembre de 2014. **Fuente:** AFIRNP/IMARPE.

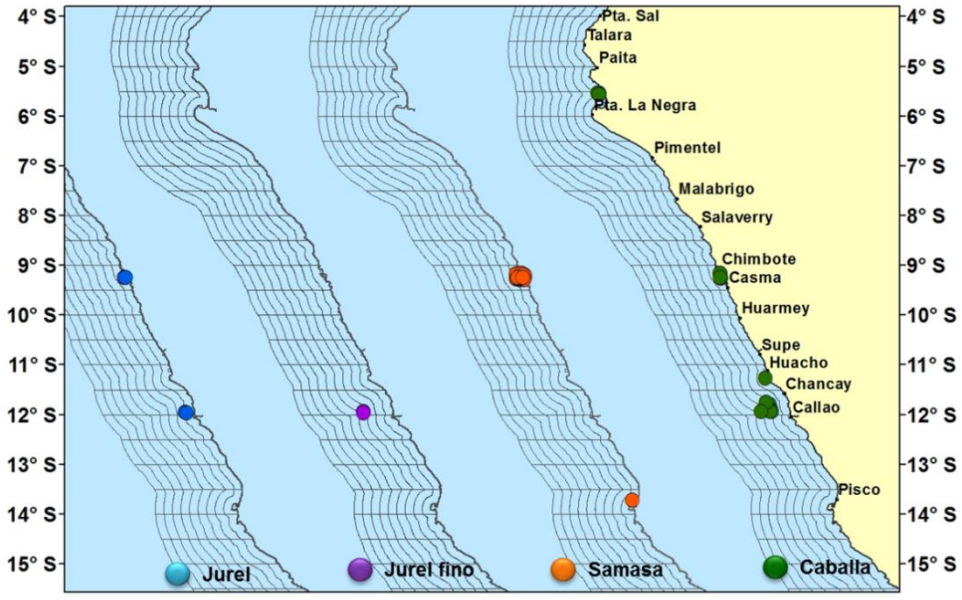


Figura 26. Otras especies en la pesquería artesanal y de menor escala durante diciembre 2014. **Fuente:** AFIRNP/IMARPE

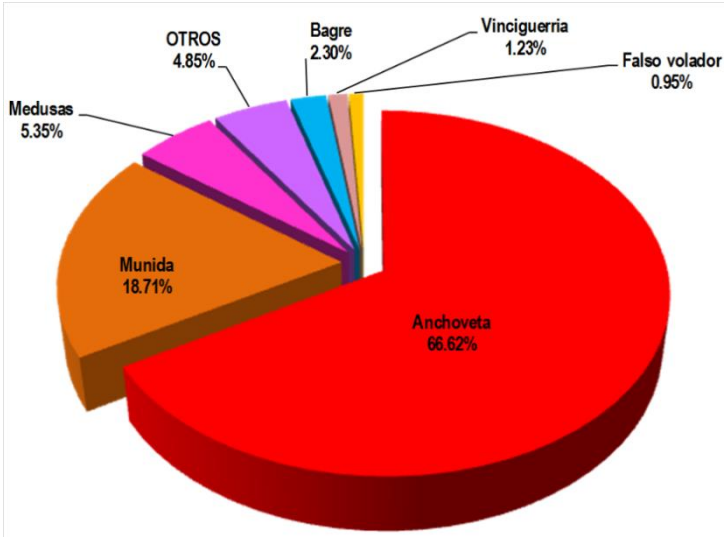


Figura 27. Composición por especies durante el Crucero 1411-12. **Fuente:** IMARPE.

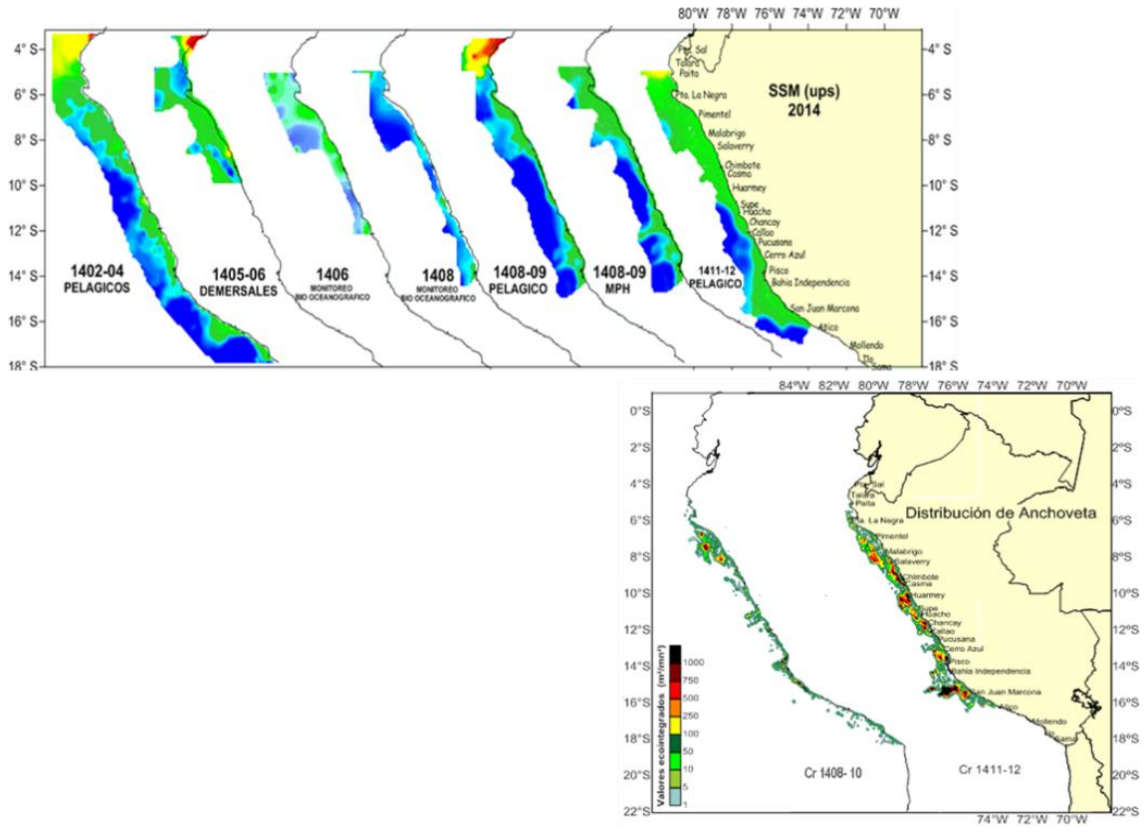


Figura 28. Distribución de anchoveta y su relación con las condiciones de salinidad (masas de agua) durante el Crucero 1411-12. **Fuente:** IMARPE.

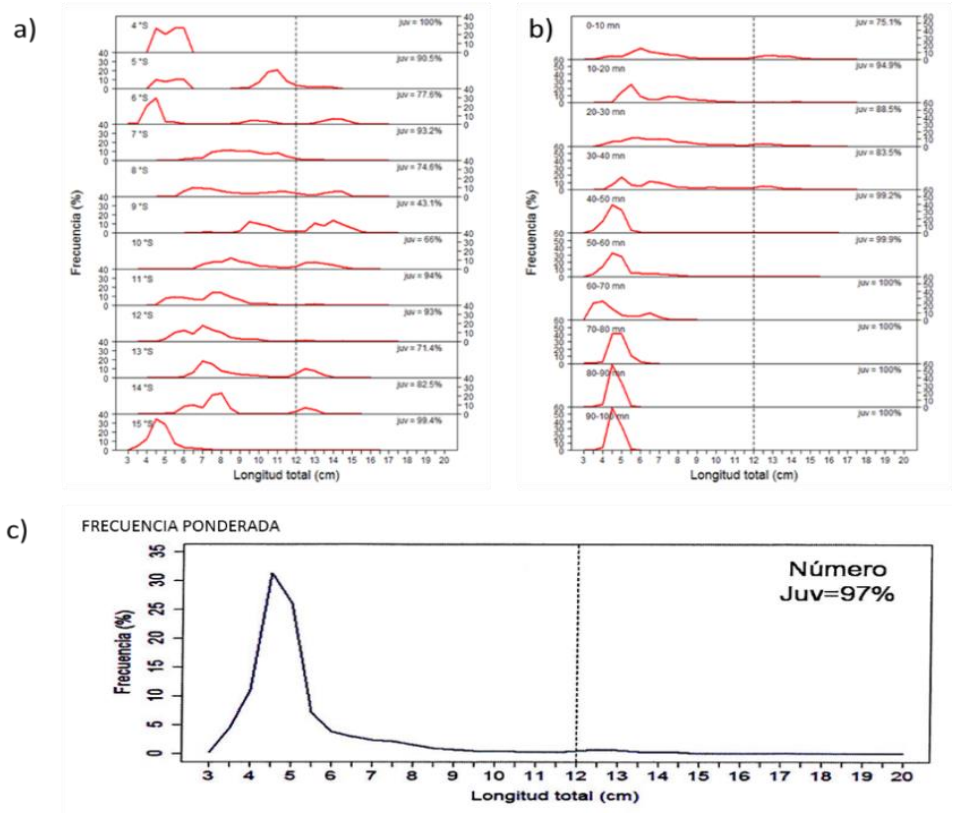
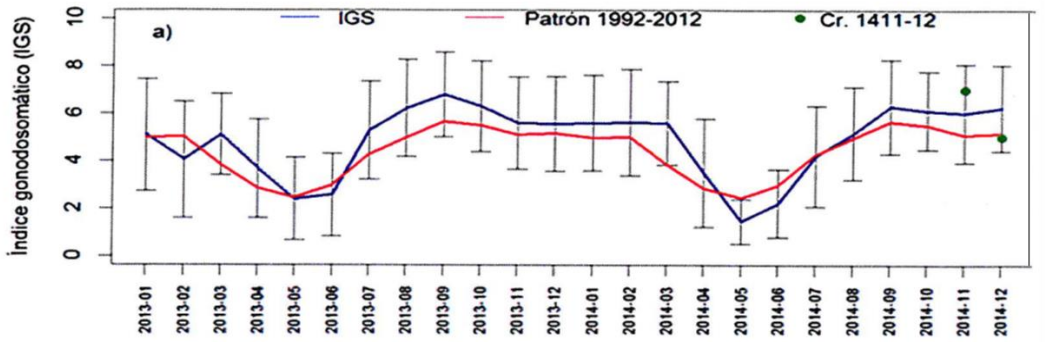
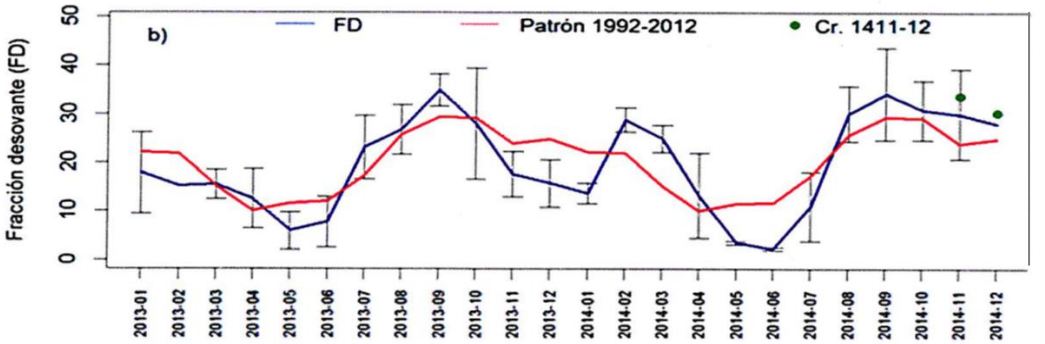


Figura 29. Estructura de tamaños de anchoveta. a) Latitudinal, b) Distancia a la costa y c) total durante el Crucero 1411-12. **Fuente:** IMARPE.

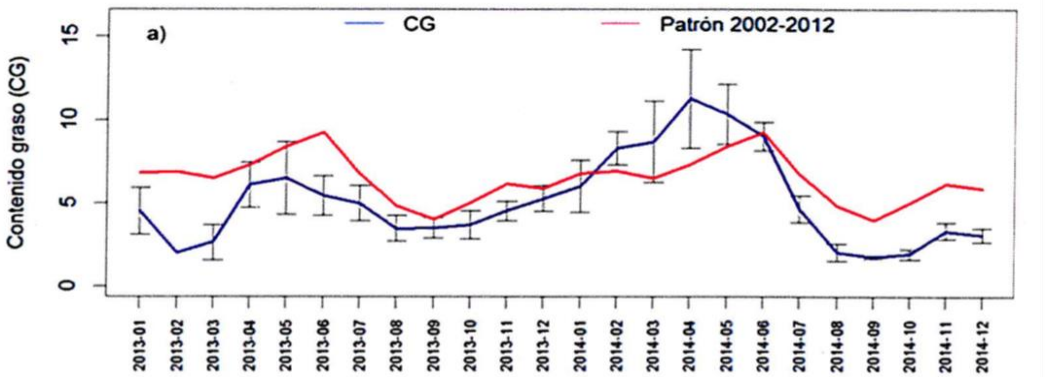
a)



b)



c)



d)

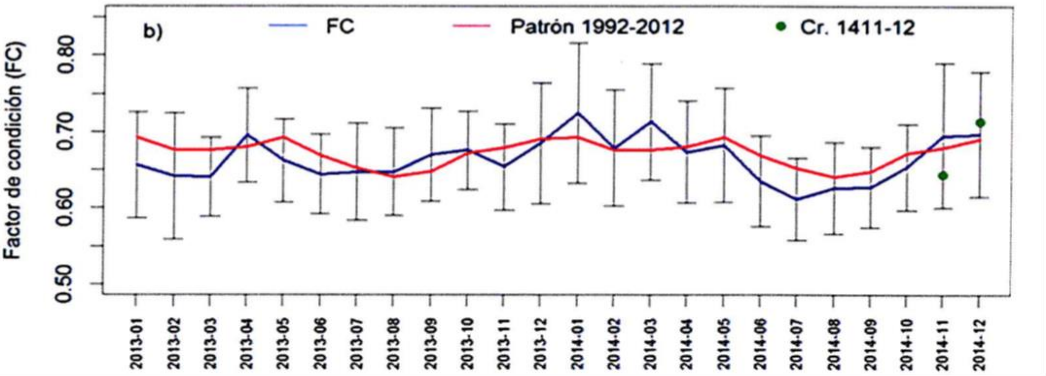
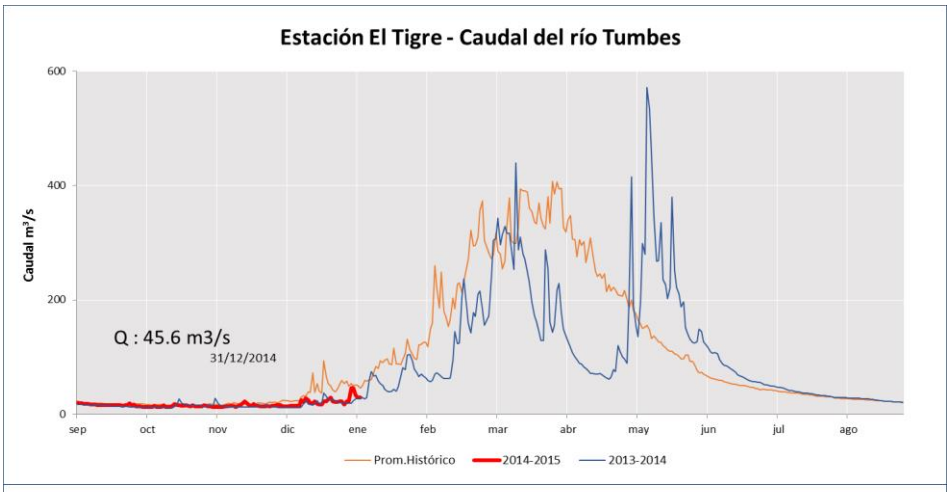
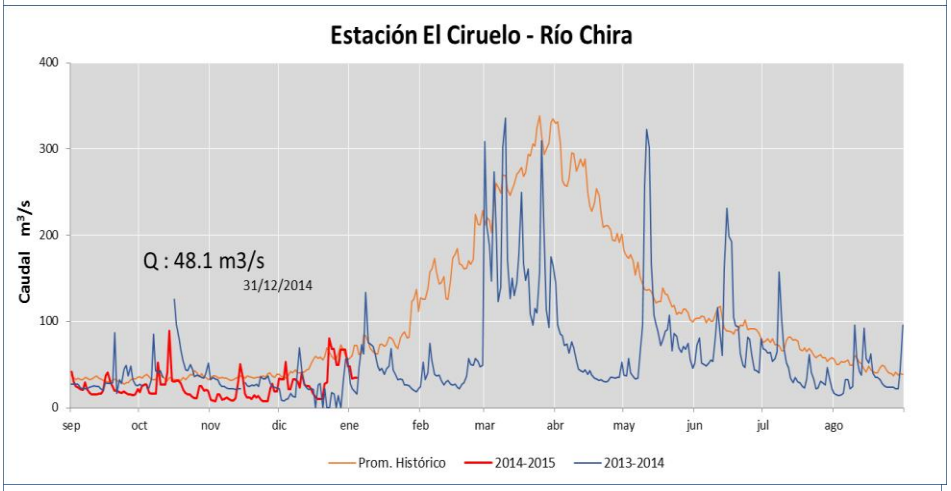


Figura 30. Indicadores reproductivos del stock norte – centro de anchoveta. a) Índice gonadosomático (IG), b) Fracción desovante (FD), c) contenido graso (CG) y d) Factor de Condición (FC). Serie mensual: Enero 2013 – diciembre 2014. **Fuente**: LBR/AFIRNP/IMARPE.

a)



b)



c)

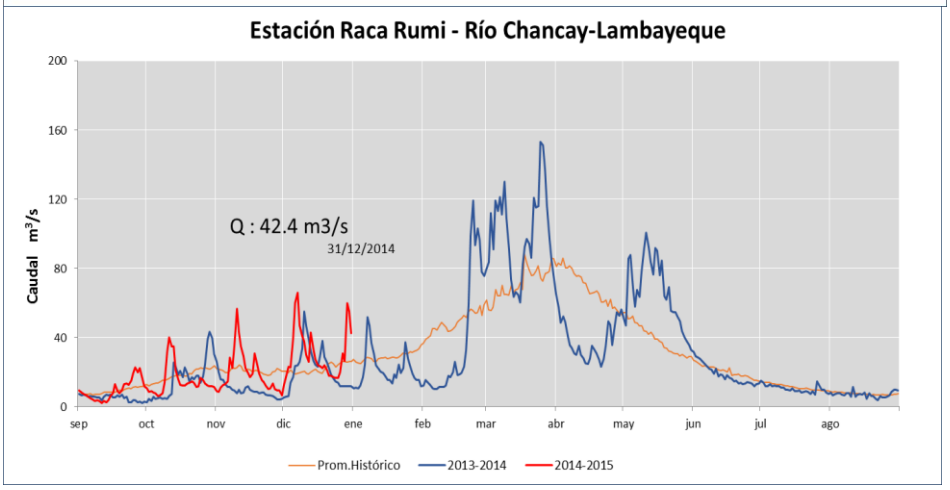


Figura 31. Serie de tiempo de los caudales (m^3/s) de los ríos a) Tumbes, b) Chira y c) Lambayeque en la zona norte de Perú. **Fuente:** ANA.

Regiones Niño	ATSM			
	Niño 1+2	Niño 3	Niño 3.4	Niño 4
10 Dic. 2014	0.2	0.9	0.9	0.9
17 Dic. 2014	0.1	0.8	0.8	1.0
24 Dic. 2014	-0.2	0.7	0.7	0.9
31 Dic. 2014	0.0	0.6	0.5	0.8
Promedios mensuales 2014				
Regiones Niño	ATSM			
	Niño 1+2	Niño 3	Niño 3.4	Niño 4
Abril	-0.37	0.23	0.24	0.63
Mayo	1.30	0.61	0.46	0.77
Junio	1.68	0.89	0.46	0.59
Julio	1.36	0.65	0.18	0.29
Agosto	1.27	0.52	0.20	0.46
Septiembre	0.96	0.45	0.45	0.65
Octubre	0.75	0.66	0.49	0.64
Noviembre	0.74	0.91	0.88	0.85
Diciembre	0.08	0.80	0.78	0.91

Tabla 1. Anomalías semanales (centrados en los días 10, 17, 24, 31 de diciembre) y mensuales (de abril hasta diciembre) de la temperatura superficial del mar (°C) en las regiones Niño. **Fuente:** NCEP/NOAA. Los números en color rojo indican anomalías positivas.

Estación	Anomalías de la TSM (° C)				Anomalías del NMM (cm)			
	2014							
	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Talara	0.1	0.5	0.1	-0.5	4	5	3	4
Paita	-0.1	1.1	0.2	-0.8	4	5	3	4
Isla Lobos de Afuera	-0.6	0.1	-0.2	-0.8	0	1	0	0
Chimbote	0.4	-	-1.2	-1.5	1	1	1	2
Callao	-0.1	-0.1	1.1	0.0	2	0	1	1
San Juan	0.5	0.3	-0.3	-0.5	-1	1	1	2
Mollendo	-0.7	0.5	0.4	-0.2	-2	0	- 1	1
Ilo	-0.1	0.2	0.3	-0.1	-	-	-	-

Tabla 2. Anomalías mensuales de la temperatura superficial del mar (°C) y nivel medio del mar (cm) de julio Septiembre a diciembre de 2014. **Fuente:** Estaciones costeras – DHN. Los números en color rojo indican anomalías positivas.

Mes	ICEN	Categoría
02/2014	-0.54	Neutro
03/2014	-0.64	Neutro
04/2014	-0.15	Neutro
05/2014	0.47	Cálida Débil
06/2014	1.03	Cálida Moderada
07/2014	1.19	Cálida Moderada
08/2014	1.02	Cálida Moderada
09/2014	0.69	Cálida Débil
10/2014	0.52	Cálida Débil
11/2014	0.38	Neutro

Mes	ICENtmp	Categoría
12/2014	* 0.48	Cálida Débil

Tabla 3. Valores del Índice Costero El Niño (ICEN) de febrero a diciembre de 2014. **Fuente**: IGP, datos ERSST (Nov. Dic. 2014) y NMME (Ene. 2015).

Región		Norte	Centro	N+C	Sur	Total	%
Anchoveta	FI Acero	397 945	1178 010	1575 955	320 000	1895 955	81.52
	FI Madera	212 369	125 117	337 486	16 344	353 830	15.21
Sub-total		610 314	1303 127	1913 442	336 344	2249 786	96.73
%		27.13	57.92	85.05	14.95	100.00	
Sardina		0	0	0	0	0	0.00
Jurel		5 317	35 299	40 616	20	40 636	1.75
Caballa		15 264	19 526	34 790	4	34 794	1.50
Samasa		0	0	0	0	0	0.00
*Otros		235	308	543	77	620	0.03
Total		631 130	1358 261	1989 391	336 444	2325 835	100.00
%		27.14	58.40	85.53	14.47	100.00	

*Otros incluye: Pota, bagre, jurel fino, bonito y munida.
** Cifras preliminares para uso científico.

Tabla 4. Desembarques (t) de la flota industrial de los principales recursos pelágicos de enero-diciembre de 2014. **Fuente**: IMARPE.

Spp./Región	Norte	Centro	N+C	Sur	Total	%
Anchoveta	529.3	4069.8	4599.1	0.0	4599.1	90.11
Sardina	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
Jurel	0.4	1.1	1.5	0.0	1.5	0.03
Caballa	126.1	50.6	176.7	0.0	176.7	3.46
Samasa	322.6	2.0	324.6	0.0	324.6	6.36
Otros	0.9	16.8	17.7	0.0	2.0	0.04
Total	979.3	4140.3	5119.6	0.0	5103.9	100
Porcentaje	19.19	81.12	100.31	0.00	100.00	

Tabla 5. Desembarques (t) de la flota artesanal y de menor escala de los principales recursos pelágicos del 01 al 31 de diciembre de 2014. **Fuente**: IMARPE.

Zona	Nombre del Reservorio	Fecha Reporte	Departamento de Influencia	Capacidad Hidráulica (hm^3)		Capacidad Hidráulica Disponible (%)	Capacidad Hidráulica Disponible Regionalizada(%)
				Total	Disponible		
Costa - Norte	POECHOS	31-dic	Piura	490.0	151.2	31	35
	SAN LORENZO	31-dic	Piura	193.0	40.1	21	
	TINAJONES	31-dic	Lambayeque	330.0	137.7	42	
	GALLITO CIEGO	31-dic	La Libertad	372.0	176.3	47	
Costa - Sur	CONDOROMA	31-dic	Arequipa	259.0	26.9	10	23
	EL PAÑE	31-dic	Arequipa	99.6	40.5	41	
	LOS ESPAÑOLES	31-dic	Arequipa	9.9	0.7	7	
	PILLONES	31-dic	Arequipa	78.5	0.2	0	
	EL FRAYLE	31-dic	Arequipa	127.2	17.3	14	
	AGUADA BLANCA	31-dic	Arequipa	30.4	15.1	50	
	PASTO GRANDE	23-dic	Moquegua	185.0	75.4	41	

Tabla 6. Volumen de agua almacenado en los principales reservorios. **Fuente**: ANA.