INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

Presupuestal por Resultados N°068

"Reducción de la Vulnerabilidad y Atención de emergencias por Desastres"

Producto: Estudios para la estimación del riesgo de Desastres

Actividad 4: Generación de Información y Monitoreo del Fenómeno El Niño

INFORME DE LAS CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS Y BIOLÓGICO-PESQUERAS DE MARZO AL 16 ABRIL 2024



MARZO-16 ABRIL 2024

INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

GRUPO DE TRABAJO INSTITUCIONAL EL NIÑO

Informe de las Condiciones Oceanográficas y Biológico Pesqueras 01 de marzo al 16 de abril 2024

Condiciones en el Pacífico ecuatorial

A nivel superficial en la franja ecuatorial del Pacífico, los vientos alisios ecuatoriales presentaron velocidades (VV) fuertes (> 6,8 m s-1) en la primera quincena de marzo y en la primera quincena de abril entre los 120°W hasta los 170°E, lo que generó el predominio anomalías negativas de velocidad de viento zonal. En la segunda quincena de marzo, predominaron vientos alisios débiles (< 4,1 m s-1) desde los 80°W hasta los 170°E y desde los 150°E a los 120°E, configurando un predominio de anomalías positivas de velocidad de viento zonal (Figuras 1 y 2).

Respecto a la temperatura superficial del mar (TSM), en marzo, en el Pacífico ecuatorial central continuaron debilitándose las condiciones cálidas. En la región Niño 3, se expandió el área de las condiciones neutras, mientras que, en la región Niño 1+2 aparecieron anomalías de condición negativa (Figura 3). Las anomalías promedio de TSM (ERSST v5) en las regiones Niño 1+2 y Niño 3.4 fueron de +0,54 y +1,16 °C, respectivamente, disminuyendo respecto a febrero 2024 (Figura 4). En la región oriental, las condiciones térmicas cálidas continuaron declinando, presentando anomalías negativas desde mediados de marzo (Tabla 1). En la capa sub-superficial, las anomalías negativas que se desarrollaron y proyectaron hacia el este durante febrero, terminaron por disiparse en el extremo oriental por encima de los 50 m; sin embargo, alrededor de los 170°W y 150 m de profundidad, se presentó otra celda de anomalía negativa que tendió a expandirse y proyectarse hacia el continente sudamericano. En tanto, en el extremo occidental se presentaron condiciones de neutras a ligeramente frías (Figura 5). Las anomalías del contenido de calor, en el lado oriental y occidental cambiaron a una fase negativa desde mediados de febrero y marzo, respectivamente (Figura 6).

El ONI (Oceanic Niño Index) para enero-marzo 2024, indicó una condición El Niño entre moderado y fuerte en el Pacífico central (+1,50). El ICEN en el mismo periodo presentó en promedio condiciones cálidas débiles en la región Niño 1+2 (+0,98) (Tabla 2 y ver Figura 25).

Condiciones atmosféricas a escala regional y local

Para el trimestre FMA 2024, el Anticiclón del Pacífico Sur (APS) se encontró en el rango normal de intensidad (+0,1 hPa, valor preliminar) y se ubicó desplazado al este de su posición normal. Con respecto al trimestre EFM, el APS mostró un fortalecimiento en su intensidad y un desplazamiento al sur en su posición (Figuras 7 y 8). En lo que va de abril, el APS se ubicó en promedio en los 90,0°W y 40,0°S, desplazado al sur de su posición habitual, alcanzando una intensidad de 1023,9 hPa y una anomalía de +2,3 hPa.

Durante el mes de marzo del 2023 y la primera quincena de abril, en la franja ecuatorial frente a las costas de América, entre los 5°S a 5°N, predominaron VV moderadas a débiles, que evidenciaron la transición de la Zona de Convergencia Inter Tropical (ZCIT) desde el hemisferio sur hacia el norte, a partir de la última semana de marzo, cambiando su configuración de doble banda a la de una sola banda.

En la zona oceánica predominaron vientos moderados, con anomalías de VV en el rango negativo (< - 1,0 m s⁻¹) a neutral, específicamente los días del 01 al 10 de marzo, del 16 al 30 de marzo y del 01 al 05 abril; mientras que, entre los días del 11 al 15 de marzo y del 06 al 15 de abril, frente a la mayor parte de la costa y a la zona central y sur, respectivamente, se registraron VV de magnitud fuerte, con anomalías de VV de dirección sudeste (> +2.0 m s⁻¹) (Figuras 9 y 10). En la franja de 110 km adyacente a la costa, siguieron registrándose vientos moderados (de 4,1 a 6,8 m s⁻¹) a fuertes (> 6,8 m s⁻¹), con anomalías de VV en el rango neutral a positivas (> +1,0 m s⁻¹), principalmente desde Tumbes a San Juan de Marcona, mientras que, de San Juan de Marcona hacia el sur, se registraron vientos débiles con anomalías de VV en el rango neutral a negativo (< -1,0 m s⁻¹), a excepción del 13 al 15 de abril, período en el cual se registraron vientos fuertes desde Callao hacia el sur (Figura 11). El afloramiento costero se mantuvo intenso frente y entre Talara y San Juan de Marcona (> 200 m³ s⁻¹ 100 m), alternando entre periodos de anomalías positivas a negativas, asociados a las condiciones de viento. De San Juan de Marcona hacia el sur, el índice de afloramiento costero se mantuvo en condiciones débiles, con anomalías negativas. Respecto al bombeo de Ekman, se registró una predominancia de anomalías negativas (Figura 12).

Condiciones oceanográficas a escala regional y local

Las anomalías del nivel de mar (ANM) en el sector de Galápagos, a partir de la segunda semana de marzo presentaron un ascenso significativo de sus valores asociado al paso de una onda Kelvin cálida, hasta alcanzar +10,6 cm el 1 de abril. Posteriormente, las ANM disminuyeron 3 cm en promedio hasta el 15 de abril (Figura 13). Del mismo modo, en la franja de 60 mn adyacente a la costa entre el sector ecuatorial y el norte de Chile, las ANM durante marzo aumentaron paulatinamente hasta inicios de abril, pasando de valores promedio de +5 cm a +12 cm en el sector norte-centro y centro-sur, respectivamente (Figura 14). Durante la primera semana de abril las ANM continuaron presentando valores mayores a +10 cm al sur de Chimbote, mientras que, en la segunda semana comenzaron a disminuir, mostrando una tendencia a la normalización entre Talara y San Juan de Marcona, posiblemente asociado al efecto de los vientos en el afloramiento y la finalización del paso de la onda Kelvin cálida (Figura 15).

La actividad de mesoescala frente a la costa norte y centro, fue favorecida por el incremento del nivel del mar, principalmente en el sector oceánico donde se registró una mayor presencia de remolinos anticiclónicos que fueron incrementando su radio y energía, especialmente en abril y frente a Paita-Punta Falsa, Chicama, Huarmey-Huacho, sectores donde el radio alcanzó los 100 km. Al sur de Callao, destacó un remolino ciclónico frente a Pisco-San Juan de Marcona que se generó desde la tercera semana de marzo y fue incrementado su tamaño hasta alcanzar los 80 km de radio durante abril (Figuras 15 y 16). Asimismo, en la Tabla 3, se corrobora el incremento tanto en el radio como la energía promedio de los remolinos detectados entre marzo y febrero y aún más en abril 2024, donde se aprecia el mayor valor de energía desde julio 2023.

La circulación superficial estimada por geostrofía, presentó para la primera quincena de marzo, corrientes marinas moderadas de dirección nor-oeste paralelas a la línea de costa. Estas corrientes se ubicaron entre llo y Puerto Pizarro y dentro de las 60~80 mn, y mostraron valores menores de 20 cm s⁻¹. Por fuera de las 80 mn, principalmente por fuera de las 120 mn al sur de San Juan, se detectaron algunos flujos mayores de 25 cm s⁻¹, asociados a remolinos anticiclónicos.

Para la segunda quincena, los flujos mostraron cambios; el área fue ocupada por movimientos ciclónicos y anticiclónicos con valores menores de 20 cm s⁻¹ principalmente al sur de Paita. Para la primera quincena de abril, los movimientos ciclónicos y anticiclónicos se incrementaron respecto a la última quincena de marzo, formándose cuatro núcleos intensos al norte de Pisco por fuera de las 100 mn y velocidades mayores de 25 cm s⁻¹ (Figura 15).

Respecto a la TSM en el mar peruano, de marzo a la primera guincena de abril se evidenciaron cambios sustantivos en la configuración de la TSM: la proyección de las aguas de 20-25 °C desde la costa norte de Perú hasta el ecuador geográfico de la primera a la segunda quincena de marzo, condición que se fortaleció en la primera mitad de abril; fortalecimiento de la banda costera con temperaturas menores de 20 °C, situación que se acentuó en abril frente a la costa central y sur; y, el repliegue de las aguas de 25 °C de la costa sur del Perú hacia el oeste, con permanencia de zonas con temperaturas de 24 °C frente a la costa sur (Figura 17 a-c). A una escala pentadal (Figura 18), las isotermas menores de 25 °C exhibieron una proyección desde la costa norte del Perú hacia el noroeste desde la pentada 16 (16-20 de marzo), con presencia de núcleos de 20 °C presentes de forma intermitente frente a Paita-Talara en las pentadas 18 (26-30 de marzo), 19 (31 de marzo-04 de abril), 20 (05-09 de abril) y 22 (15 de abril). La presencia de aguas de 20 °C en la costa central y sur fue más evidente a partir de la pentada 18 (26-30 de marzo) ampliando su distribución hasta Talara y el extremo sur en la pentada 22 (Figura 18). La proyección hacia el noroeste de aguas desde la costa norte del Perú favoreció el enfriamiento del mar observado en la segunda quincena de marzo (Figura 19 b) y primera quincena de abril (Figura 19 c), con presencia de condiciones cálidas de +1 °C y neutras. A una escala pentadal, el enfriamiento costero frente a Ecuador y costa norte del Perú se intensificó paulatinamente hacia el término del periodo analizado (pentada 22), siendo también evidente la disminución de la amplitud del calentamiento entre las pentadas 19 (31 de marzo al 04 de abril) a la 22 (15 de abril) (Figuras 20 y 21). Las variaciones semanales de la TSM (Figura 22) indican, sobretodo, cambios constantes en el sector ecuatorial asociado con el desplazamiento de aguas más cálidas procedentes desde la Cuenca Pacífica Colombiana o a una mayor proyección de aguas relativamente más frías procedentes desde la costa norte del Perú. El mayor enfriamiento ocurrió entre la semana del 04-10 de marzo y la semana del 11-17 de marzo.

De acuerdo con información *in situ* de la TSM, en los primeros once días de marzo, de Pimentel a Callao, la TSM a 80 mn varió entre 24 °C y 27 °C en promedio, mientras que dentro de las 10 mn varió entre 20 °C y 21 °C. Las ATSM variaron de valores cercanos a cero hasta +3°C en promedio, presentándose las anomalías más altas entre Casma y Callao. Entre el 14 y el 25 de marzo, frente a Callao las temperaturas estuvieron entre 21 °C y 22 °C, mientras que, al sur de Pisco y cerca de la costa se registraron temperaturas inferiores a 20 °C. Entre Callao y Bahía Independencia las anomalías estuvieron entre 0 y +1 °C, mientras que, al sur de esta, las anomalías alcanzaron valores de hasta +2 °C (Figura 23). En las estaciones costeras del IMARPE, la TSM promedio mensual para marzo del 2024 presentó valores entre 29,5 °C (Tumbes) y 18,6 °C (Huacho) con máximas anomalías mensuales en las estaciones de Tumbes (+1,6 °C) y Paita (-1,56 °C). Condiciones térmicas dentro del rango neutro ocurrieron en las estaciones de Huacho y Chimbote (Figura 24 y Tabla 4).

El índice LABCOS (Quispe & Vásquez, 2015), basado en la media móvil de tres meses de las anomalías mensuales de TSM registradas en estaciones costeras seleccionadas, exhibió un valor temporal de +0,28 °C para abril del 2024, manteniendo una condición "cálida débil", mientras que, el índice ITCP, basado en las anomalías mensuales de TSM satelital para la banda de 40 km adyacente a la costa, presentó el valor temporal de -0,2 para abril del 2024 que indica una "condición neutra" (Tabla 2 y ver Figura 25).

En las últimas semanas, entre marzo y abril, se observado el fin de una ola de calor marina, así como el inicio y desarrollo de otra ola de calor marina. Para el 13 de marzo finalizó la OCM que se desarrolló durante el verano. No se observó ningún área significativa en condición de OCM entre el 14 de marzo y el 29 de marzo dentro de las 150 mn costeras peruanas entre los 4°S y 18,5°S. El 30 de marzo se inició el desarrollo de una OCM en la zona frente a llo fuera de las 50 mn de distancia a la costa, que luego se mantuvo con pocas variaciones hasta el 12 de abril (Figura 26).

Respecto a la temperatura subsuperficial, para el mes de marzo y primeros quince días de abril, entre Tumbes y Piura y dentro de las 200 mn frente a la costa se observó anomalías negativas, principalmente, sobre los 500 m de profundidad, con núcleos de hasta -2 °C, asociado al paso de la onda Kelvin fría (Figuras 27 y 28 y 30). Entre Chicama y Atico, dentro de las 100 mn frente a la costa, se observó anomalías entre +0,5 °C y +2 °C sobre los 100 m de profundidad, principalmente; mientras que por debajo de esta capa hasta los 500 m de profundidad se observaron anomalías con núcleos de hasta -1 °C, asociado al paso de la onda Kelvin fría (Figuras 27 a 30).

La profundidad de la termoclina, a fines de marzo, frente a Paita y Chicama indicaron, en promedio dentro de las 100 mn, una posición ligeramente por debajo y por encima de su climatología, respectivamente. Este cambio en la posición de la termoclina respecto a meses anteriores se asociado al arribo del tren de ondas Kelvin frías (Figura 31).

Considerando los registros de boyas Argo frente a la costa norte, a partir de la segunda semana de marzo hasta la primera semana de abril, se detectaron anomalías negativas sobre los 500 m, en promedio; con núcleos de -2 °C y -1 °C sobre los 50 m y entre los 200 y 400 m de profundidad, respectivamente. Este tipo de variabilidad también se observó en mayo de 2016, durante la fase final de El Niño 2015-2016 (Figura 32).

Respecto a los flujos geostróficos en subsuperficie, en las secciones de Paita y Chicama durante la última semana de marzo, se detectaron flujos hacia el sur con velocidades menores de 30 cm s⁻¹ dentro de las 80 mn de costa y alrededor de las 40 mn respectivamente, probablemente asociados a la Corriente Sub-Superficial Perú–Chile (CSPCh); sin embargo, también se encontraron flujos hacia el norte sobre los 50 m de profundidad alrededor de las 20 a 30 mn y por fuera de las 60 de costa con velocidades menores de 20 cm s⁻¹ (Figura 30). Por otro lado, los flujos geostróficos integrados desde el primero de marzo hasta la quincena de abril calculados en la línea de monitoreo Negritos Talara (~4,6° S) del glider, muestra una prodominancia inicial de flujos hacia el norte con velocidades máximas de 50 cm s⁻¹. Posteriormente, se observó un cambio en dirección, mostrando principalmente flujos hacia el sur de hasta 40 cm s⁻¹ similar a las encontradas en la sección Paita entre el 25-26 de marzo. Este comportamiento en las corrientes se mantuvo hasta la primera quincena de abril (Figura 28 b).

De acuerdo con MERCATOR, la salinidad superficial del mar (SSM) desde la segunda quincena de marzo y hasta abril, indicó el repliegue paulatino de las Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES, 33,8 < S < 34,8) hacia el norte, disminuyendo ampliamente su influencia frente a la costa norte del Perú y permitiendo el predominio de aguas de mezcla entre las aguas costeras frías (ACF), que habrían aflorado desde la última semana de marzo. v las Aguas Subtropicales Superficiales (ASS), que mantuvieron su acercamiento hacia la costa norte (Figura 33). Estas aguas de mezcla se detectaron a 215 mn de Tumbes, dentro de las 80 mn frente a Talara y 100 mn frente a Paita, principalmente en los 100 m de profundidad para las 3 localidades (Figuras 30, 33 y 34). Entre Huanchaco y San Juan de Marcona, de acuerdo con MERCATOR, se mantuvo una amplia distribución de las ASS con valores halinos de hasta 35,3 por fuera de las 40 mn entre Chimbote-Callao (Figura 33), mientras que, información in situ registra estos valores por fuera de las 80 mn de Chicama (Figura 30). Al sur de San Juan de Marcona se mantuvo el predominio de ACF, con presencia de celdas de aguas de mezcla con baja salinidad debido a la influencia de las Aguas Intermedias del Pacífico Sur (AIPSE) al sur de Atico, de acuerdo con MERCATOR (Figura 33). En el litoral peruano (Figura 35), entre marzo y lo que va de abril se detectó una mayor presencia de ACF frente a San José e Ilo, mientras que, entre Chicama y Callao ocurrieron aguas de mezcla (ACF+ASS) con valores halinos que oscilaron alrededor de 35, por encima de su valor climatológico.

Respecto al oxígeno disuelto (OD), a fines de marzo 2024, la profundidad de la iso- oxígena de 1 mL L⁻¹, considerada como indicador de la oxiclina, se ubicó entre los 40 m a 150 m en la sección Paita (25 – 26 de marzo), y en la sección Chicama (23 – 24 de marzo) se ubicó entre los 10 a 70 m de profundidad, dentro de las 100 mn. Asimismo, el límite superior de la zona de mínimo de oxígeno (ZMO, OD <0,5 mL L⁻¹) se ubicó desde los 150 m a 200 m frente a Paita y en Chicama desde los 10 m a 115 m de profundidad. Se observó una mayor expansión del sector conformado por las iso-oxígenas entre 1,0 a 2,0 mL L⁻¹ con un espesor máximo de 125 m en Paita y de 40 m en Chicama. (Figura 30). A las 16 mn de la costa frente a Paita se observó a las iso-oxígenas de 2,0 a 4,0 mL L⁻¹ con tendencia al afloramiento, a diferencia de la serie a 30 mn de Chicama en la que se registraron iso-oxígenas de 5,0 a 7,0 mL L⁻¹, posiblemente por influencia de la actividad fotosintética (Figura 36). Por otro lado, la ubicación de la oxiclina en la columna de agua indicó una posición ligeramente por encima de su posición climatológica, en promedio dentro de las 100 mn (Figura 31).

Los nutrientes de la sección Paita presentaron concentraciones generalmente bajas en la capa de los 10 metros hacia la superficie y por fuera de las 25 mn de costa, registrando valores cercanos a 0,5 µmol L⁻¹ de fosfatos, 2,5 µmol L⁻¹ de silicatos y nitratos. Las concentraciones más elevadas se obtuvieron por dentro de las 25 mn, con fosfatos alrededor de 1,0 µmol L⁻¹ y silicatos - nitratos de 5,0 a 15,0 µmol L⁻¹. En la sección Chicama también se encontraron concentraciones pobres nutrientes, en una capa superficial de 25 m de profundidad por la presencia de aguas cálidas con temperaturas de 23 °C a 25 °C; sin embargo, dentro de las 20 mn de costa, se observó el afloramiento de las isopletas de 1,0 a 1,5 µmol L⁻¹ y entre 5,0 a 10,0 µmol L⁻¹ de silicatos – nitratos (Figura 37). En cuanto a la variación temporal, a las 16 mn de Paita y 30 mn de Chicama, hacia marzo 2024 se observó una tendencia a la recuperación de las concentraciones habituales de nutrientes, aunque todavía afectadas por las condiciones cálidas de febrero e inicio de marzo 2024, con valores de fosfatos de 1,0 a 1,5 µmol L⁻¹ y silicatos - nitratos de 5,0 a 15,0 µmol L⁻¹ (Figura 38).

La clorofila-a, indicador de la producción de fitoplancton, de acuerdo con la información satelital, presentó en promedio concentraciones de 3 a 10 μ g L⁻¹ dentro de las 60 mn a lo largo de la costa en marzo, ubicándose la zona más productiva entre San José y Pisco (>10 μ g L⁻¹) (Figura 39).

En las primeras dos semanas de abril, las concentraciones disminuyeron respecto a marzo (Figura 40), predominando valores entre 1 a 3 µg L⁻¹, con núcleos de 10 µg L⁻¹, dentro de las 50 mn, entre San José y Paita y entre Huacho y Pisco. Respecto a las anomalías de clorofilaa, en marzo se observaron anomalías positivas de +1 a +12 µg L⁻¹ a lo largo de la costa, las cuales se atenuaron durante la primera quincena de abril, predominando anomalías positivas de +1 a +6 µg L⁻¹, dentro de las 60 mn, entre el norte de Paita y Chimbote, entre Huacho y Callao, y frente a Pisco, aunque en esta última zona estuvieron más replegadas a la costa (<30 mn). Cabe mencionar que en las dos primeras semanas de abril también se presentaron anomalías negativas de -1 a -2 µg L⁻¹, principalmente entre Chimbote y Huacho, desde la costa hasta las 60 mn, y frente a Pisco entre las 30 a 60 mn de la costa (Figura 39). De acuerdo a información in situ, durante fines de marzo 2024 en la sección Paita se observaron núcleos productivos de 5,0 y 10,0 µg L⁻¹ sobre la capa de los 25 m de profundidad, mientras que, debajo de los 30 m de profundidad se determinaron concentraciones inferiores a 1,0 µg L^{-1} . Así también, en la sección Chicama se observaron núcleos productivos similares a Paita, aunque con una menor amplitud (Figura 37). La alta producción primaria, por encima de su patrón climatológico, estaría asociada al arribo de ondas de Kelvin de afloramiento, aunado a una baja nubosidad; mientras que las anomalías negativas observadas en las dos primeras semanas de abril podrían obedecer a a la presencia de remolinos anticiclónicos (Figura 15). Las condiciones ambientales también favorecieron la continuación de floraciones algales nocivas (FAN), especialmente en la costa central, destacando el evento frente a Bahía Miraflores – Callao, que se extendió del 5 al 25 de marzo (Tabla 5). A estos eventos se suma la ocurrencia de una FAN en la bahía Paracas en abril del 2024.

Indicadores ecológicos y biológico pesqueros

Respecto al volumen del plancton, del 23 al 26 de marzo frente a Paita, se registró un promedio de 0,769 mL m⁻³, con alto predominó del fitoplancton de 5 mn a 100 mn. En Chicama el valor medio fue de 1,034 mL m⁻³, observándose un similar comportamiento a 5, 30 y a 45 mn con predominancia del fitoplancton; mientras que a 15, 80 y 100 mn se presentó un predominio del zooplancton (Figura 41).

En cuanto al fitoplancton, para marzo, frente a Paita solo se observó a *Protoperidinium obtusum*, indicador de ACF a 5 mn relacionado a una TSM 19,6 °C, a comparación con febrero 2024 donde se registró a Ceratium *breve*, indicador de AES de 5 a 100 mn. En marzo, frente a Chicama, fue evidente la ausencia de indicadores en todo el perfil, donde el rango de TSM fluctuó entre 20,1 y 24,2 °C a comparación del mes anterior donde se registró a *Tripos praelongus*, indicador de ASS de 45 a 100 mn (Figura 42). La composición del fitoplancton durante marzo en ambas áreas se muestra en la Tabla 6.

Frente a Paita, aproximadamente a 90 mn se produjo una FAN producido por del dinoflagelado tecado *Gonyaulax spinifera* (Pouchet) cuya concentración celular fue de 10,26 10⁶ cel L⁻¹ asociado a una TSM de 23,8 °C. Esta especie es altamente tóxica (yesotoxinas, PSP) (Rhodes et al., 2006).

Respecto al zooplancton a fines de marzo frente a Paita, se registró la presencia de los copépodos *Acartia danae* y *Calocalanus pavo*, indicadores de ASS, en toda el área evaluada, mientras que el copépodo *Centropages furcatus*, asociado a AES, se determinó entre las 60 y 80 mn de la costa. Frente a Chicama el copépodo *C. brachiatus*, indicador de ACF, se localizó a 5 mn, mientras que, el copépodo *Acartia danae* (ASS) se registró por fuera de las 15 mn, localizándose hasta las 100 mn, en tanto la especie *C. furcatus* (AES) se localizó por fuera de las 45 mn de la costa (Figura 43).

Respecto a los recursos pelágicos pesqueros, los resultados del Crucero de Evaluación Hidroacustica de la anchoveta y otros recursos pelágicos (Cr 2402-04), muestran que la anchoveta se distribuyó de manera continua, a lo largo del litoral entre Paita (5°S) y Atico (16°S), con importantes núcleos de concentración frente a Paita-isla Lobos de Tierra, Pacasmayo-Huarmey, Huacho–Pisco, Bahía Independencia y Atico. Según distancia a la costa, a la anchoveta se la registró hasta las 52 mn frente a Salaverry-Chimbote y Huarmey-Supe. Los individuos con tallas menores a 12 cm se presentaron principalmente dentro de las 20 mn y los ejemplares adultos, entre 20 a 52 mn (Figura 44). La distribución vertical de los cardúmenes presentó una importante regularización en su profundidad, acorde con la normalización de las condiciones térmicas en la columna de agua. En cuanto a los indicadores reproductivos de la anchoveta del stock norte-centro al 15 de abril, el Índice Gonadosomático (IGS) y la Fracción Desovante (FD) mostraron procesos de maduración gonadal y desove, acorde a lo esperado para esta época del año (Figura 45).

En el caso de las especies transzonales jurel (*Trachurus murphyi*), caballa (*Scomber japonicus peruanus*), bonito (*Sarda chiliensis chiliensis*) y de la fauna panameña sierra (*Scomberomorus sierra*), continuaron disponibles a la flota de cerco con una distribución costera dentro de las 20 mn en el caso de jurel y caballa y dentro de las 50 mn para el bonito. El pez oceánico perico (*Coryphaena hippurus*) continuó presentando una distribución alejada de la costa (entre 70 mn y 200 mn) y por lo tanto, tuvo una menor accesibilidad para la pesca (Figura 46).

Respecto a los recursos demersales, del 01 de marzo al 14 de abril 2024, la actividad de la flota industrial arrastrera de merluza (*Merluccius gayi*) se desarrolló principalmente desde el extremo norte del litoral peruano hasta frente a Paita. Durante ese periodo, los valores más altos de Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE) se encontraron entre el extremo norte del litoral peruano y los 4°S, por lo que se podría inferir una mayor concentración del recurso en esas latitudes (Figura 47). Asimismo, los valores de la CPUE de ese periodo son ligeramente más altos en comparación con los registrados en febrero (Figura 48). Además, se mantuvo la presencia de ejemplares entre 1 a 2 años los cuales sin embargo han mostrado un crecimiento en tamaño desde que se observó su presencia en el extremo norte del litoral peruano (Figura 49).

Para los recursos invertebrados, se observó la disminución de los desembarques de los recursos, calamar gigante (*Dosidicus gigas*), pulpo (*Octopus mimus*), concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) y langostino café (*Penaeus californiensis*). El calamar gigante se encontró distribuido entre los 12°S - 16°S, y 100 - 200 mn de la costa. Se esperaría que la disponibilidad del recurso calamar gigante a la flota pesquera siga sujeta a las condiciones climáticas, que condicionan su amplitud en su distribución (Figura 50).

Respecto a las especies indicadoras de aguas cálidas, desde marzo a la primera quincena de abril 2024, Se registró en la región de Lambayeque a las especies de peces: Aluterus monoceros "pez lija", Abudefduf troschelii "castañeta manchada" y Eupreprocaranx dorsalis "pámpano de hebra". En tanto, en la región de La Libertad, se reportó a Umbrina xanti "polla rayada", Kyphosus elegans "chopa", Caranx caninus "cocinero", Synodus scituliceps "pez iguana", Eupreprocaranx dorsalis "pámpano de hebra", Larimus acclivis "bereche", Prionotus stephanophrys "falso volador", Scarus perrico "loro", Echiophis brunneus "anguila pecosa", Lutjanus argentiventris "pargo" y Selene brevoortii "jorobado". Para la región Ancash, se registró a las especies Anisotremus interruptus "chita dorada", Epinephelus labriformis "merito de peña", Abudefduf troschelii "castañeta manchada.

Para la región Lima se registró *Eucinostomus currani* "mojarra cola de bandera", *Balistes polylepis* "pez coche", *Polydactylus opercularis* "barbudo amarillo", *Prionotus stephanophrys* "falso volador", *Peprilus snyderi* "chiri, *Caranx caninus* "cocinero", *Polydactylus approximans* "barbudo azul", *Scomberomorus sierra* "sierra", *Sphyraena ensis* "picuda", *Xenichthys* xanti "chulita", *Caranx caballus* "cocinero", *Kyphosus elegans* "chopa" y *Chaetodon humeralis* "pez mariposa". Finalmente, en la región Arequipa se registró a las especies *Seriola rivoliana* "fortuno" y *Caranx caballus* "cocinero" (Figura 51 y Tabla 7).

Pronósticos oceanográficos y perspectivas biológico pesqueras

A gran escala, para los meses de mayo a octubre 2024, en el Pacifico ecuatorial central, según las agencias internacionales de centros de modelado de Norteamérica (NMME), usando los modelos climáticos de El Niño Oscilación Sur (ENOS), inicializados a inicios de abril, muestran en promedio una transición de una condición El Niño hacia las condiciones neutras del ENOS entre abril y mayo 2024 en el Pacífico ecuatorial central (Figuras 52 a y 53). Asimismo, el multi-modelo MME del APEC Climate Center (APCC), difundido el 15 de marzo 2024, indicó que las condiciones El Niño en el Pacífico ecuatorial central se debilitará hacia las condiciones neutras del ENOS durante abril y mayo 2024 (Figuras 52 b). A escala regional, frente a Sudamérica, para los meses de abril a setiembre 2024, en la región Niño 1+2, el multi-modelo MME del APCC, muestra que, en promedio, persistirán las condiciones neutras del ICEN durante el mes de abril, y posteriormente disminuirá y cambiaría hacia las condiciones frías entre mayo y setiembre 2024 (Figura 52 c).

La simulación del modelo de ondas aplicado por el IMARPE, forzada con anomalías del esfuerzo zonal de los vientos hasta el 10 de abril 2024 y pronosticada con condiciones climatológicas de esfuerzo zonal de los vientos, indica que entre abril y mayo 2024 se espera la llegada a las costas Sudamericanas de tres ondas Kelvin (OKE) frías. En lo que resta de abril, se espera la llegada a Sudamérica de una onda Kelvin fría (modo 2). En mayo, se espera la llegada a Sudamérica de dos ondas Kelvin frías (modo 2 y modo 1), cabe señalar que la de modo 1 fue forzada por las anomalías de vientos del este en el Pacífico ecuatorial occidental en marzo, mientras la de modo 2 fue reforzada por las anomalías de vientos del este en el Pacífico ecuatorial central (Figura 54). El paso de estas ondas Kelvin frías contribuirán a superficializar la termoclina en el Pacífico ecuatorial y frente a las costas de Sudamérica.

Para la franja adyacente a la costa peruana, usando un modelo estadístico basado en el volumen de agua ecuatorial y en el índice del APS, siguiendo la metodología descrita en Quispe-Ccalluari et al. (2017), se pronostica que los valores del ITCP disminuirán y alcanzarían el rango de las condiciones frías entre abril y mayo 2024 y posteriormente retornarían hacia las condiciones neutras entre junio y julio 2024. El modelo dinámico acoplado océano-atmosfera de complejidad intermedia del Pacífico ecuatorial (Dewitte et al., 2002; Quispe-Ccalluari et al. (2017), también pronostica que los valores del ITCP disminuirán, pero dentro de sus condiciones cálidas entre abril y julio 2024 (Figura 55).

TABLAS

Tabla 1. Temperatura superficial del mar (TSM) y sus anomalías (ATSM) semanales (centrados en el día indicado), de las regiones Niño, procedentes de OISST v2.1. Periodo base 1991-2020. Fuente CPC-NCEP-NOAA.

C	ISST v2	.1	TSM y ATSM en regiones Niño							
Año	Mes	dia	Niño) 1+2	Niñ	io 3	Niño	o 3.4	Niñ	io 4
2024	2	28	27.4	0.9	28	1.3	28.2	1.3	29.2	1.1
	3	6	27.5	1	27.9	1	28.4	1.4	29.2	1.1
	3	13	27	0.4	28	0.9	28.3	1.1	29	0.8
	3	20	26.3	-0.1	28.3	1	28.6	1.3	29.2	1
	3	27	25.9	-0.4	28.3	0.9	28.5	1	29.1	0.8
	4	3	26	-0.1	28.5	1	28.8	1.2	29.3	0.9
	4	10	25.6	-0.2	28.1	0.6	28.5	0.9	29.1	0.7

Tabla 2. Valores promedio mensuales de los índices LABCOS, Índice Térmico Costero Peruano (ITCP), Índice Costero El Niño (ICEN), Índice Niño Oceánico (ONI; <u>https://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ONI_v5.php</u>) e Índice Multivariado ENOS (MEI.v2, <u>https://psl.noaa.gov/enso/mei/</u>). Las estimaciones se obtuvieron de Quispe y Vásquez (2015), Quispe et al (2016), Huang et al, 2017 (J. Climate). El Índice Multivariado ENOS se obtuvo de Wolter y Timlin (1993, 1998 y 2011) y Kobayashi et al., 2015).

ÍNDICE		LABCOS	ITCP	ICEN	ONI	MEI v2
REGION		Litoral Peruano	Banda	Región	Región	30°S-30°N
AÑO	MES		Afloramiento, Perú	Niño 1+2	Niño 3.4	100°E-70°W
2022	10	-0,50	-1,2	-1,39	-0,99	-1,76
	11	-0,27	-1,0	-1,24	-0,93	-1,53
	12	-0,13	-1,2	-0,81	-0,83	-1,26
2023	1	0,12	-0,9	-0,27	-0,71	-1,11
	2	0,78	-0,2	0,42	-0,45	-0,91
	3	2,11	1,4	1,51	-0,16	-0,76
	4	2,89	2,1	2,19	0,14	-0,37
	5	3,54	2,3	2,55	0,47	-0,05
	6	3,31	2,2	2,62	0,77	0,43
	7	3,46	2,3	2,94	1,06	0,50
	8	2,97	2,0	2,91	1,32	0,51
	9	2,22	1,5	2,70	1,54	0,69
	10	1,46	0,9	2,27	1,78	0,48
	11	1,07	0,5	1,96	1,94	0,91
	12	1,06	0,4	1,61	1,97	1,13
2024	1	1,22	0,6	1,29	1,80	0,71
	2	1,08	0,5	0,98	1,50	0,70
	3	1,02	-0,2	0,45 ³	1,15 ³	
	4	0,28 ¹	-0,2 ²			

¹ Valor preliminar.

² Valor preliminar de la primera componente.

³ Valor temporal (ENFEN, 2024)

⁴ Valor del MEI.v2 (https://psl.noaa.gov/enso/mei/data/meiv2.data). Los valores del MEI.2 son bimensuales (DE, EF, FM, MA, AM, MJ, JJ, JA, AS, SO, ON, ND)

Tabla 3. Promedio mensual de número de remolinos promedio, número de remolinos ciclónicos y anticiclónicos, radio promedio (km) y la energía cinética promedio (cm² s⁻²) de los remolinos entre 3°S y 18°S y de 70°W a 84°W hasta el 15 de abril de 2024. Procesamiento: LHFM/AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

AÑO	MES	NÚMERO REMOLINOS promedio durante cada día dentro del mes	NÚMERO REMOLINOS CICLÓNICOS promedio durante cada día dentro del mes	NÚMERO REMOLINOS ANTICICLÓNICOS promedio durante cada día dentro del mes	RADIO (km)	ENERGIA CINÉTICA (cm².s ⁻²)
2023	ENE	6	2	4	59.0	93.1
2023	FEB	7	4	3	63.9	153.9
2023	MAR	10	4	6	61.4	160.0
2023	ABR	5	3	2	57.8	145.5
2023	MAY	6	2	4	64.6	228.1
2023	JUN	9	5	4	64.9	242.4
2023	JUL	7	3	4	64.3	277.8
2023	AGO	7	3	4	65.3	179.1
2023	SET	10	4	6	61.9	177.8
2023	OCT	10	4	6	63.5	167.1
2023	NOV	9	5	4	60.3	130.7
2023	DIC	8	3	5	64.7	152.0
2024	ENE	7	3	4	67.4	150.4
2024	FEB	8	5	3	60.8	116.4
2024	MAR	8	5	3	62.0	141.9
2024	01-15/ABR	9	5	4	65.7	233.7

Tabla 4. Valores promedio mensuales de la temperatura superficial del mar (°C) y las anomalías térmicas (°C) en los muelles costeros del Imarpe de febrero 2023 al 13 de mayo del 2024.

AÑO	MES	TUMBES	PAITA	SAN JOSÉ	CHICAMA	CHIMBOTE	HUACHO	CALLAO	PISCO	ILO
2023	02	29.37	24.50	23.71	20.41	22.59	17.40	16.88	22.44	17.70
	03	29.24	26.86	25.38	23.35	25.06	19.83	19.56	23.35	17.57
	04	29.32	26.96	25.78	23.44	25.48	21.10	20.74	22.52	18.23
	05	29.26	23.12	23.87	22.08	23.03	20.13	19.67	20.78	18.86
	06	28.95	22.27	23.35	21.67	23.24	20.57	20.06	20.55	18.69
	07	28.79	21.46	22.15	20.75	23.13	20.19	19.86	20.40	17.66
	08	28.22	20.15	22.13	20.17	21.95	19.40	19.09	20.11	17.55
	09	28.41	19.32	21.22	18.86	21.15	17.12	17.27	18.84	16.71
	10	27.96	19.06	20.50	17.69	20.38	16.60	16.49	20.64	15.77
	11	28.14	19.65	20.82	18.02	20.34	16.65	16.55	20.15	16.23
	12	28.49	20.11	20.64	18.84	21.15	17.07	17.38	21.80	16.71
2024	01	27.93	22.20	23.35	20.48	23.10	18.21	17.87	21.57	17.83
	02	29.01	24.34	24.68	21.42	24.07	19.46	18.82	22.86	18.66
	03	29.53	21.24	23.24	20.19	22.72	18.60	18.74	23.94	18.07
	01-15/04	28.24	19.50	20.54	18.17	21.04	17.67	17.48	23.79	17.69

a) Temperatura superficial del mar

b) Anomalías de la temperatura superficial del mar

AÑO	MES	TUMBES	PAITA	SAN JOSÉ	CHICAMA	СНІМВОТЕ	HUACHO	CALLAO	PISCO	ILO
2023	02	+1.37	+1.50	+1.11	+1.61	+0.39	-0.40	-0.12	-0.66	+0.50
	03	+1.34	+4.06	+2.98	+4.25	+2.76	+1.73	+1.96	+0.25	+0.57
	04	+1.82	+6.66	+5.18	+5.44	+4.38	+3.80	+3.54	+0.22	+1.53
	05	+2.26	+4.02	+4.07	+4.58	+3.13	+3.43	+3.07	-0.32	+2.56
	06	+3.05	+4.07	+4.15	+4.47	+4.04	+3.87	+3.66	+1.15	+2.79
	07	+3.69	+3.96	+3.25	+3.95	+4.43	+3.49	+3.76	+2.10	+2.36
	08	+3.42	+3.15	+3.33	+3.87	+3.45	+3.40	+3.39	+2.01	+2.55
	09	+3.31	+2.72	+2.32	+2.96	+2.75	+1.72	+2.17	+0.04	+1.81
	10	+2.16	+1.66	+1.50	+1.89	+1.58	+1.40	+1.59	+0.84	+0.67
	11	+2.04	+1.65	+1.32	+1.82	+0.84	+0.85	+1.45	+0.05	+0.33
	12	+1.69	+1.31	+0.44	+2.04	+0.65	+0.57	+1.58	+0.20	+0.01
2024	01	+0.53	+1.60	+2.55	+3.08	+1.80	+0.91	+1.57	-1.13	+0.63
	02	+1.01	+1.34	+2.08	+2.62	+1.87	+1.66	+1.82	-0.24	+1.46
	03	+1.63	-1.56	+0.84	+1.09	+0.42	+0.50	+1.14	+0.84	+1.07
	01-15/04	+0.53	-1.88	-0.79	-0.27	-0.56	-0.10	+0.04	+1.09	+0.92

Fecha	Especie	Lugar	Concentración Celular (cel L ⁻¹)	TSM (°C)
5-Mar	Akashiwo sanguinea	Bahía Huacho	1,37 x 10 ⁶	20.5
16-Mar	Akashiwo sanguinea	Bahía Paracas	1.71 x 10 ⁶	20.5
05-25 Mar	Akashiwo sanguinea	Bahía Miraflores	3x10 ⁶	26.5
27-Mar	Akashiwo sanguinea	Bahía Paracas	8.58 x 10 ⁶	23.4
23-Mar	Gonyaulax spinifera	Paita (90mn)	10.26 x 10 ⁶	23,8
3-Abr	Heterosigma akashiwo	Bahía Paracas	2.02 x 10 ⁶	23.1

Tabla 5. Registro de Floraciones Algales Nociva (FAN) durante marzo y abril 2024.

Tabla 6. Composición del fitoplancton más representativo durante marzo en los muestreos realizados por IMARPE frente a Paita y a Chicama.

Ubicación Fecha		Especies	Abundancia	Distancia a la	т (°С)	Observaciones
			relativa	costa (mn)	asociados	Observationes
		Guinardia striata, Chaetoceros concavicornis,				
		Detonula confervacea, Helicotheca sinensis,	Presente	5 a 100	19.0 a 23.5	Diatoneas de aguas cálidas
		Rhizosolenia bergonii, R. temperei, R. acuminata,				
		Thalassiosira partheneia, Pseudosolenia calcar-avis,				
		Planktoniella sol y Proboscia striata				
		Chaetoceros socialis y Thalassiosira sp .	Muy Abundante	5 y 16	19.0-19.6	
Sección	25 y 26 do marzo	Grupo Pseudo-nitzschia seriata y chaetoceros compressus	Abundante	16 y 60	19.0 y 22.0	Diatomeas neríticas y de
Paita	25 y 20 de marzo	Chaetoceros debilis, Ch. curvisetus, Pseudo-nitzschia	Escaso	11y 16	19.0-19.6	afloramiento
		pungens				
		Gonyaulax spinifera	Abundante	100	23.5	
		Pyrocystus noctilula , P. fusiformis, Protoperidinium				
		quarnerense, Gonyaulax pacifica,Tripos karstenii	Presente	16 a 100	19.0 a 23.5	Dinoflagelados termófilos
		Tripos massiliensis, T. candelabrum , T. kofoidii,				
		Triadinium polyedricum y Diplopelta bomba				
	-					
		Chaetoceros socialis,	Muy Abundante	8	19.0	Diatomeas de afloramiento
Estación fija	26 de marzo	Chaeroceros affinis, Ch. debilis y Detonula pumila	Abundante		15.0	y neríticas
Paita		Protoperidinium depressum	Presente	8	25.5	Dinoflagelado de distribución
						cosmopolita
						•
	9 de marzo	Coscinodiscus perforatus, Asterionellopsis glacialis,	Escaso	15	22.3	Diatomeas de afloramiento
		Guinardia delicatula y Rhizosolenia chunii				y neríticas
		Planktoniella sol	Presente	15	22.3	Diatomeas de aguas cálidas
Estación fija		Diplopelta asymmetrica y D. bomba	Presente	15	22.3	Dinoflagelados termófilos
Chicama		Dinophysis caudata, Tripos furca y Protoperidinium	Escaso	15	22.3	Dinoflagelado de distribución
cincultu		depressum				cosmopolita
		Protoperidinium pellucidum, Tripos dens	Presente	15	22.3	
	1		1	1		1
		Coscinodiscus perforatus y C. centralis	Muy Abundante	5	20.1	-
		Chaetoceros lorenzianus y Grupo Pseudo-nitzschia seriata	Abundante	5 y 45	22.5 a 26.5	Diatomeas de afloramiento y
		Leotocylindrus danicus, Thalassiosira subtilis, Detonula				neríticas
		pumila, Lauderia annulata, Neocaliptrella robusta,	Presente	5, 30, 60 a 100	20.1 a 25.3	
		Lithodesmium undulatum y Skeletonema costatum				
		Lioloma delicatulum	Muy Abundante	45	24.0	-
		Thalassiosira partheneia	Abundante	60	23.5	
		Planktoniella sol, Chaetoceros atlanticus, Ch, coarctatus				Diatomeas de aguas cálidas
Sección	23 v 24 de marzo	Pseudosolenia calcar-avis, Proboscia gracillima,	Presente	5 a 45	22.5 a 26.5	
Chicama		Rhizosolenia temperei, Rhizosolenia bergonii				
		Protoperidinium depressum	Escaso	16	23.4	
		Dinnophysis caudata, D. acuminata, Tripos dens,				Dinoflagelados de distribución
		Tripos furca, T. fusus, Protoperidinium divergens,	Presente	5 a 65	20.1 a 23.5	cosmopolita
		y P. granii				
		Dinophysis cuneus, Pyrocystis noctiluca, P. fusiformis,				
		Tripos seta, T. declinatus, T. inflatus, T. hexacanthus,	Presente	11 a 100	21.5 a 25.3	Dinoflagelados termófilos
		T. azoricus, T. lunula, Gonyaulax spinifera,				
		T. trichoceros yTriadinium polyedricum				

Tabla 7. Especies cuyo límite sur de su distribución típica varió en las costas de Perú durante el mes de marzo hasta el 15 de abril de 2024.

Especie	Área registrada	Captura (kg; N)	Fecha	Distribución típica
PEZ LIJA Aluterus monoceros	Lambayeque	1 ejemplar	01.03.24	México a Paita (Perú)
CASTAÑETA MANCHADA	Lambayeque	1 ejemplar	14.03.24	Cabo San Lucas, Golfo de California, Punta San Juanico
Abudeldul lioschelli	Ancash	1 ejemplar	05.04.24	(Perú)
PÁMPANO DE HEBRA Euprepocaranx dorsalis	Lambayeque La Libertad	1 ejemplar 3 kg 1 ejemplar 0 6 kg	02.04.24 13.03.24	Pacífico Oriental: desde Baja California hasta el norte de Ecuador.
POLLA RAYADA Umbrina xanti	La Libertad	1 ejemplar	05.03.24	Baja California (México) a Pimentel
CHOPA Kyphosus elegans	La Libertad Lima	1 ejemplar 1 ejemplar	08.03.24 26.03.24	Cabo San Luis (México) a Cabo Blanco (Perú)
	La Libertad	2 ejemplares	08.03.24	California (EE 1111) - Isla Lobos
Caranx caninus	Lima	1 ejemplar 1 ejemplar	19.03.24 03.04.24	de Tierra (Perú)
PEZ IGUANA Synodus scituliceps	La Libertad	1 ejemplar	13.04.24	Cabo San Lucas (México) a Isla Lobos de Tierra e Islas Galápagos
BERECHE Larimus acclivis	La Libertad	1 ejemplar	18.03.24	Baja California, Golfo de California (México) a Talara (Perú)
FALSO VOLADOR	La Libertad	1 ejemplar	20.03.24	Rio Columbia (EE. UU.) a Islas
Prionotus stephanophrys	Lima	1 ejemplar	07.03.24	Lobos de Afuera
PEZ LORO Scarus perrico	La Libertad	1 ejemplar	22.03.24	Golfo de California (México) a Islas Lobos de Afuera
ANGUILA PECOSA Echiophis brunneus	La Libertad	1 ejemplar	02.04.24	Golfo de California (México) - Ecuador
PARGO Lutjanus argentiventris	La Libertad	1 ejemplar	11.04.24	California (EE. UU.); Golfo de California (México) a Islas Lobos de Afuera (Perú)
JOROBADO Selene brevoortii	La Libertad	1 ejemplar	05.04.24	Baja California (México) a Isla Lobos de Tierra
CHITA DORADA Anisotremus interruptus	Ancash	1 ejemplar	27.03.24	Bahía Magdalena, Baja California (México) a Yacila, Paita
MERITO DE PEÑA Epinephelus labriformis	Ancash	1 ejemplar	05.04.24	Bahía Magdalena, Golfo de California (México) a Paita
PÁMPANO DE HEBRA Euprepocaranx dorsalis	La Libertad	1 ejemplar 3 kg	20.02.24 29.2.24	Pacífico Oriental: desde Baja California hasta el norte de Ecuador.
MOJARRA COLA DE BANDERA Eucinostomus currani	Lima	1 ejemplar	07.03.24	Bahía Anaheim (EE. UU.), Golfo de California (México) a 04°58.9'S - 81°37'W
PEZ COCHE Balistes polylepis	Lima	1 ejemplar	07.03.24	Crescent City (EE. UU.); Golfo de California (México) a Bahía Samanco
BARBUDO AMARILLO Polydactylus opercularis	Lima	1 ejemplar	07.03.24	Puerto de Los Ángeles (EE. UU.), Golfo de California (México) a Paita (Perú)

CHIRI Peprilus snyderi	Lima	5 ejemplares 1 ejemplar	19.03.24 04.04.24	Baja California, Golfo de California (México) al norte del Perú
BARBUDO AZUL Polydactylus approximans	Lima	1 ejemplar	19.03.24	Bahía de Monterrey (EE. UU.) a Paita
SIERRA Scomberomorus sierra	Lima	1 ejemplar 1 ejemplar	21.03.24 10.04.24	La Jolla (EE.UU.), Golfo de California (México) a Chimbote (Perú)
PICUDA Sphyraena ensis	Lima	1 ejemplar	21.03.24	Golfo de California (México) a 09°20 S, 78°34 W (Perú)
CHULITA Xenichthys xanti	Lima	1 ejemplar	21.03.24	Cabo San Lucas (México) a Chimbote (Perú)
COCINERO Caranx caballus	Lima Arequipa	1 ejemplar 1 ejemplar	26.03.24 09.04.24	Isla Santa Cruz (EE. UU.) a Isla Lobos de Tierra (Perú) e Islas Galápagos
PEZ MARIPOSA Chaetodon humeralis	Lima	1 ejemplar	04.04.24	Golfo de California (México) a Bahía de Samanco e Islas Galápagos.
FORTUNO Seriola rivoliana	Ancash	1 ejemplar (6 kg)	04.04.24	Oceanside (EEUU.), Cabo San Lucas Baja California (México) a Cabo Blanco (Perú)

FIGURAS



Figura 1. Viento satelital (integrado en los 5°S a 5°N en el Ecuador): a) Componente zonal del viento (m s⁻¹), b) Anomalía de la componente zonal del viento (m s⁻¹). Fuente: Satélite ASCAT y Modelo GFS, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE



Figura 2. Anomalía de esfuerzo de viento zonal (10⁻² N m⁻²), Anomalía térmica sobre los 300 m de profundidad (°C), Anomalía de la profundidad de la isoterma de 20 °C (m), Anomalía de nivel del mar (cm), Anomalía de temperatura de superficie del mar (°C) de izquierda a derecha. Procesamiento: AFIOQG/DGIOCC/IMARPE.



Figura 3. Anomalías promedio de la temperatura superficial del mar (°C) para los meses de a) febrero, b) marzo y c) abril del 2024. Periodo base de 1991-2020. Fuente: PODAAC/OSTIA, Procesamiento AFIOF/DGIOCC/IMARPE.



Figura 4. Variación mensual de las anomalías de la temperatura superficial del mar (°C), en las regiones Niño del Pacífico ecuatorial, durante cinco años, hasta marzo del 2024. Fuente CPC/NOAA, Procesamiento AFIOF/DGIOCC/IMARPE.



Figura 5. Anomalías de temperatura (°C) en la capa superior (0-300 m) del Pacífico ecuatorial (140°E – 80°W y 2°S - 2°N), en promedios de cinco días durante marzo y primeros días de abril del 2024. Periodo base 1991-2020. Fuente: ARGO - TAO/TRITON, Procesamiento AFIOQ/DGIOCC/IMARPE.



Figura 6. Anomalías del contenido de calor promediado en la capa de 0–300 m del Pacífico Ecuatorial (2°S – 2°N y 156°E - 95°W). Periodo base de 1920s-1991. Fuente TAO-TRITON/PMEL/NOAA, Procesamiento AFIOF/DGIOCC/IMARPE



b)



Figura 7. Presión atmosférica a nivel del mar, (a) promedio 1-30 de marzo 2024 (colores y contorno negro para la isóbara de 1019 hPa) y climatología marzo (contornos grises), y (b) anomalías promedio 1-30 de marzo 2024. Fuente: NCEP-NOAA/LMOECC-IMARPE.



Figura 8. Variación temporal de los índices del APS: a) índice de intensidad (IAPS) e índices de posición b) longitudinal (ILON) y c) latitudinal (ILAT) hasta el trimestre FMA 2024 (círculos negros). Los círculos blancos indican las anomalías mensuales en el periodo enero 2020 hasta febrero 2024 (preliminar). Climatología 1991 – 2020.



Figura 9. Mapas promedio 5 días de la velocidad del viento satelital (frente a la costa entre el norte de Panamá y la costa peruana): Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio Costero de Santa Rosa/Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE.



Figura 10. Mapas promedio 5 días de la anomalía de la velocidad del viento satelital (frente a la costa entre el norte de Panamá y la costa peruana): Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: Laboratorio Costero de Santa Rosa/Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE.



Figura 11. Viento Satelital (40 Km frente a la costa del Perú): a) Velocidad del viento (m s⁻¹), b) Anomalía de la velocidad del viento (m s⁻¹). Fuente: Satélite ASCAT + GFS (desde 21 de mayo), Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina y Laboratorio Costero de Santa Rosa, IMARPE. Climatología 2000 – 2014. Actualizado al 16 de abril.



Figura 12. Índice de Afloramiento Costero (IAC), calculado a partir del viento satelital a 40 km frente a la costa del Perú: a) Índice de Afloramiento Costero - IAC (m³ s⁻¹ 100 m⁻¹), b) Anomalía del IAC (m³ s⁻¹ 100 m⁻¹) y c) Anomalías del Índice del Bombeo Ekman dentro de los 200 km (m³ s⁻¹). Fuente: Satélite ASCAT + GFS, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina y Laboratorio Costero de Santa Rosa, IMARPE. Climatología 2000 – 2014. Actualizado al 16 de abril.



Figura 13. Variación temporal de las a) Anomalías del nivel del mar (cm) y b) Anomalías del nivel del mar (cm) con un filtro pasa banda de 10-120 días, para tres áreas promedio para los últimos trece meses al 15 de abril 2024: i) Área de 75 km centrada en 0,125°S y 90,125°W, ii) Área promedio de 60 mn (~111 km) entre 5°S - 14°S y iii) Área promedio de 60 mn (~111 km) entre 5°S - 14°S y iii) Área promedio de 60 mn (~111 km) entre 14°S-18°S. Fuente: CMEMS v3.0. Climatología: 1993-2012 (a) y 1993-2010 (b). Procesamiento: LHFM/AFIOF/DGIOCC/IMARPE.



Figura 14. Variación longitudinal de las anomalías del nivel del mar (ANM, cm) para una franja de 2°S-2°N en el sector ecuatorial (a y b, panel superior) y variación latitudinal para una franja de 60 mn (111 km) adyacentes a la costa peruana (c y d, panel inferior), desde marzo 2023 hasta el 15 de abril 2024, sin filtrar (a, c, lado izquierdo) y con un filtro pasa-banda 10-60 días (b y d, lado derecho). Fuente: CMEMS.



Figura 15. Distribución quincenal de las anomalías del nivel del mar (ANM, cm) y los flujos geostróficos (FG, cm.s⁻¹) en el Pacífico Sudeste durante marzo 2024 y lo que va de abril (01-15 de abril) 2024. Fuente: CMEMS v3.0. Procesamiento: LHFM/AFIOF/DGIOCC/IMARPE.



Figura 16. Distribución pentadal de las anomalías del nivel del mar (ANM, cm) y los flujos geostróficos (FG, cm.s⁻¹) en el Pacífico Sudeste desde el 11 de marzo hasta el 15 de abril 2024. Fuente: CMEMS v3.0. Procesamiento: LHFM/AFIOF/DGIOCC/IMARPE.



Figura 17. Distribución espacial promedio de la temperatura superficial del mar (TSM, °C) para la primera (a) y segunda (b) quincena de marzo y los primeros quince días de abril (c) del 2024. Datos: OSTIA-UKMO-L4-GLOB-v2.0 (UK Met Office, 2012; Donlon et al, 2012). La escala de color de la TSM se presenta a la derecha. Procesamiento: LHFM/AFIOF/DGIOCC/IMARPE.



Figura 18. Distribución espacial promedio pentadal de la temperatura superficial del mar (TSM, °C) desde marzo hasta el 15 de abril del 2024 en el océano Pacífico tropical oriental. Datos: OSTIA-UKMO-L4-GLOB-v2.0 (UK Met Office, 2012; Donlon et al, 2012). La escala de colores se presenta a la derecha.



Figura 19. Distribución espacial promedio quincenal de las anomalías de la temperatura superficial del mar (ATSM, °C) desde marzo hasta el 15 de abril del 2024 en el océano Pacífico tropical oriental. Datos: OSTIA-UKMO-L4-GLOB-v2.0 (UK Met Office, 2012; Donlon et al, 2012). Climatología: 1991-2020. Las escalas de colores de la TSM como de la ATSM se presentan a la derecha de cada gráfico. Procesamiento: LHFM/AFIOF/DGIOCC/IMARPE.



Figura 20. Distribución espacial promedio pentadal de las anomalías de temperatura superficial del mar (ATSM, °C) desde marzo hasta el 15 de abril del 2024. Datos: OSTIA-UKMO-L4-GLOB-v2.0 (UK Met Office, 2012; Donlon et al, 2012). Climatología: 1991-2020. La escala de colores se presenta en el margen derecho.


Temperatura Superficial del mar (°C), franja costera de 60 mn 16 de marzo 2023 - 15 de abril 2024

Figura 21. Diagrama Hovmöller de la TSM (°C) y ATSM (°C) para una franja de 60 mn (~111 km) adyacente al litoral desde marzo 2023 hasta el 15 de abril del 2024. Fuente: OSTIA, Climatología: 1991-2020.



Figura 22. Cambio semanal de la temperatura superficial del mar (TSM, °C). Fuente: OSTIA. Semana 09: 26 de febrero-03 de marzo 2024, Semana 10: 04-10 de marzo 2024, Semana 11: 11-17 de marzo 2024, Semana 12: 18-24 de marzo 2024, Semana 13: 25-31 de marzo del 2024, Semana 14: 01-07 de abril 2024, Semana 15: 08-14 de abril 2024.



Figura 23. a) TSM (°C) y ATSM (°C), b) SSM y ASSM, registrado durante el Crucero de Evaluación Hudroacústica de Recursos Pelágicos Cr. 2402 – 04 (BIC Flores y EP ANDES-53), entre el 16 de febrero al 11 de marzo y del 14 al 25 de marzo. Climatología: 1991-2020.

a)

b)



Figura 24. Series de tiempo de las anomalías de la temperatura superficial del mar (ATSM, °C) en las estaciones costeras del IMARPE de noviembre del 2023 al 15 de abril del 2024. Fuente: IMARPE.



Figura 25. Series de tiempo de: a) Índice LABCOS (Quispe y Vásquez, 2015), b) Índice Térmico Costero Peruano (ITCP; Quispe et al., 2016), c) Índice Costero El Niño (ICEN; Takahashi et al., 2014), d) Índice Niño Oceánico (ONI; Huang et al., 2017) y e) Índice Multivariado de ENOS (MEI v2; Wolter y Timlin (1993, 1998 y 2011) y Kobayashi et al., 2015) del año 2017 al 2024.



Figura 26. Distribución espacial de la condición de ola de calor marina (OCM) entre los 2°S y 25°S, 70°W y 95°W el 1 de marzo del 2024 (a) y el 12 de abril del 2024 (b); la escala de color indica el número de días en los cuales la TSM superó el percentil 90 de los datos diarios históricos, usando el período 1982-2011 como referencia (Pietri et al., 2021). c) Series de tiempo de indicadores de la OCM para la zona entre los 4°S y 18,5°S, dentro de las 150 mn costeras: área de la extensión de la OCM (AOCM, Km²); área de la extensión de la OCM donde la ATSM > +4 °C (KOCM, Km²); anomalía diaria de la TSM; y anomalía acumulada (IATSM; °C x días). El 13 de marzo del 2024 finalizó una OCM que desde el 25 de enero alcanzó una duración de 49 días y una anomalía acumulada de 101,44 °C días. El 30 de marzo del 2024 inició una OCM que hasta el 12 de abril alcanzó una duración de 14 días y una anomalía acumulada de 25,55 °C días. Fuente: OISST 2.1; procesamiento: IMARPE.



Figura 27. Evolución de la anomalía de la temperatura del agua de mar en flotadores Argo en la zona costera (dentro de las 200 mn) y ubicación de sus últimas posiciones (marzo 2024). Climatología: 1991-2020. Procesamiento: AFIOQ/DGIOCC/IMARPE.



Figura 28. a) Secciones verticales de anomalía térmica (°C) y salinidad en la columna de agua registradas por el glider Mochica en despliegues realizados frente a Negritos - Talara; y b) corriente geostrofica integrada en toda la columna hasta los 500 m, registrados entre febrero y primera guincena de abril. Climatología: 1991-2020. Fuente: IMARPE.



Figura 29. Secciones oceanográficas de temperatura, anomalía térmica, salinidad, anomalía halina, y oxígeno disuelto, realizadas frente a Chimbote, Punta Bermejo, Callao, Pisco, San Nicolás y Atico dentro de las 100 mn, entre el 07 y 25 de marzo de 2024. Climatología: 1991-2020.



SECCIÓN PAITA (25-26 marzo del 2024)

Figura 30. Secciones oceanográficas de temperatura, anomalía térmica, salinidad, anomalía halina, y oxígeno disuelto, realizadas frente a Paita y Chicama dentro de las 100 mn, entre el 23 y 26 de febrero de 2024. Climatología: 1991-2020.



Figura 31. Anomalía de la profundidad de la isoterma de 20 en el Pacífico ecuatorial (ARGO/ TAO Triton) y anomalías de la profundidad de la isoterma de 15 °C y de la iso-oxígena de 1 mL L⁻¹, indicadores de la termoclina y de la oxiclina, respectivamente, frente a Paita y Chicama, estimadas en base a los monitoreos mensuales realizados por el IMARPE. Procesamiento: AFIOQG/DGIOCC/IMARPE.



Figura 32. Anomalía térmica en base a los perfiladores ARGO, frente al zona norte; climatología: 1991-2020. Procesamiento: AFIOQG/DGIOCC/IMARPE.



b)

Salinidad Superficial del Mar, franja costera de 60 mn



Figura 33. (a) Distribución quincenal de la Salinidad Superficial del Mar (SSM) en el Pacífico Sudeste, durante el mes de marzo y lo que va de abril (01-15 de abril) 2024. (b) Diagrama Hovmöller de la SSM en la franja de las 60 millas costeras, al 15 de abril de 2024. Datos: GLOBAL_ANALYSIS_FORECAST_PHY_001_024 (Lellouche, J.-M. et al, 2013) disponible en http://marine.copernicus.eu/services-portfolio/access-toproducts/?option=com_csw&view=details&product_id=GLOBAL_ANALYSIS_FORECAST _PHY_001_024. Procesamiento: LHFM/AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

a)



Figura 34. Evolución de la salinidad del agua de mar y sus anomalías en perfiladores ARGO en la zona costera (dentro de las 100 mn) y ubicación de las últimas posiciones y coordenadas geográficas donde brindaron información. Fuente: ARGO, climatología: 1991- 2020. Procesamiento: AFIOQ/DGIOCC/IMARPE.



Figura 35. Salinidad del superficial del mar (a) y sus anomalías (b) en los laboratorios costeros del IMARPE desde noviembre 2023 hasta el 15 de abril 2024.



15/11/2022 15/12/2022 14/01/2023 13/02/2023 15/02/2023 15/03/2023 14/05/2023 13/06/2023 13/07/2023 12/08/2023 11/09/2023 11/10/2023 10/11/2023 10/11/2023 09/01/2024 08/02/2024 09/03/2024



10

b)

Temperatura (°C) - Chicama 30 mn

Oxígeno Disuelto (mL L⁻¹) - Paita 16 mn



15/11/2022 15/12/2022 14/01/2023 13/02/2023 15/03/2023 14/04/2023 13/05/2023 13/05/2023 13/07/2023 12/08/2023 11/09/2023 11/10/2023 10/11/2023 10/12/2023 09/01/2024 09/03/2024



15/11/2022 15/12/2023 13/02/2023 15/03/2023 14/04/2023 14/04/2023 13/05/2023 13/06/2023 13/06/2023 13/07/2023 12/08/2023 11/10/2023 10/11/2023 10/11/2023 10/12/2023 08/02/2024 08/02/202/2024 08/02/2024 08/02/2024 08/02/2024 08/02/2024 08/02/20

15/11/2022 15/12/2022 14/01/2023 13/02/2023 15/03/2023 14/04/2023 14/05/2023 13/05/2023 13/05/2023 13/07/2023 12/08/2023 11/09/2023 11/10/2023 10/11/2023 10/12/2023 09/01/2024 08/02/2024 09/03/2024



15/11/2022 15/12/2022 14/01/2023 13/02/2023 15/03/2023 14/05/2023 13/06/2023 13/06/2023 13/06/2023 12/08/2023 11/10/2023 10/11/2023 10/11/2023 10/11/2023 09/01/2024 08/02/2024 09/03/2024

Figura 36. Distribución vertical en el tiempo de temperatura (°C), oxígeno disuelto (mL L⁻¹), Saturación oxígeno disuelto (%), en los puntos fijos a 16 mn de Paita (25-26 de marzo) y 30 mn de Chicama (23-24 de marzo), durante noviembre 2022 a marzo 2024.

Saturación Oxígeno (%) - Chicama 30 mn







Figura 37. Distribución vertical de nutrientes y clorofila-a en la sección Paita (25-26 de marzo 2024) y Chicama (23-24 de marzo 2024).





15/11/2022 15/12/2022 14/01/2023 13/02/2023 15/03/2023 14/04/2023 14/05/2023 13/06/2023 13/05/2023 12/06/2023 11/06/2023 11/10/2023 10/12/2023 10/12/2023 09/01/2024 09/03/2024



15/11/2022 15/12/2022 14/01/2023 13/02/2023 15/03/2023 14/04/2023 14/05/2023 13/06/2023 13/07/2023 12/08/2023 11/09/2023 11/10/2023 10/12/2023 09/01/2024 08/02/2024 09/03/2024





Fosfato (μmol L⁻¹) - Chicama 30 mn



15/11/2022 15/12/2022 14/01/2023 13/02/2023 15/03/2023 14/04/2023 14/05/2023 13/06/2023 13/07/2023 12/08/2023 11/09/2023 11/10/2023 10/11/2023 09/01/2024 08/02/2024 09/03/2024

Silicato (µmol L⁻¹) - Chicama 30 mn



15/11/2022 15/12/2023 13/02/2023 13/02/2023 13/03/2023 14/04/2023 14/05/2023 13/06/2023 13/07/2023 12/08/2023 11/09/2023 11/10/2023 10/11/2023 10/12/2023 09/01/2024 08/02/2024 09/03/2024 Nitrato (μmol L⁻¹) - Chicama 30 mn



15/11/2022 15/12/2022 14/01/2023 13/02/2023 15/03/2023 14/04/2023 14/05/2023 13/05/2023 13/07/2023 12/09/2023 11/10/2023 10/12/2023 09/01/2024 05/02/2024 03/03/2024

15/11/2022 15/12/2022 14/01/2023 13/02/2023 15/03/2023 14/04/2023 14/05/2023 13/06/2023 13/05/2023 12/08/2023 12/09/2023 12/09/2023 10/12/2023 09/01/2024 08/02/2024 09/03/2024

Figura 38. Distribución vertical en el tiempo de Fosfato (µmol L⁻¹), Silicato (µmol L⁻¹), Nitrato (µmol L⁻¹) y Clorofila-a (µg L⁻¹), en los puntos fijos a 16 mn de Paita (a) y 30 mn de Chicama (b), durante noviembre 2022 a marzo 2024.



Figura 39. Distribución de la concentración de clorofila-a superficial satelital (μ g L⁻¹, panel superior) y su anomalía (μ g L⁻¹, panel inferior), durante, diciembre 2023, febrero al 31 marzo de 2024 (de izquierda a derecha), proveniente de MODIS-AQUA. Fuente: Fuente: Satélite MODIS. Procesamiento: LHQ/AFIOQG/DGIOCC/IMARPE.



Figura 40. Serie de tiempo de las concentraciones de clorofila-a satelital (barra negra) y su climatología (línea verde) proveniente de SeaWIFS-MODIS (μ g L⁻¹) entre 4°S-16°S y dentro de los 100 km de la costa. Fuente: IMARPE.

a) Paita







Figura 41. Volumen del plancton frente a Paita y Chicama durante marzo 2023.

a) Paita

Distancia a la costa (mn)							
Fecha	100	80	60	40	16	11	5
19 y 20 Dic -23							
09 y 10 Feb - 24							
25 y 26 Mar - 24							

b) Chicama



Protoperidinium obtusum

ACF

Figura 42. Indicadores del Fitoplancton durante diciembre 2023 a marzo 2024 frente a Paita y Chicama. A la derecha, esquema de algunas especies indicadoras de masas de agua del fitoplancton observadas durante finales de marzo 2024.



Figura 43. Indicadores biológicos de zooplancton frente a Chicama durante febrero y marzo 2024. A la derecha, esquema de algunas especies indicadoras de masas de agua del zooplancton observadas durante marzo 2024.



Figura 44. Distribución espacial de anchoveta según el Cr 2402-04. Izquierda: distribución de juveniles, centro: adultos y derecha: total.



Figura 45. Indicadores reproductivos a) Índice gonadosomático, b) Fracción desovante, c) Índice de atresia de la anchoveta e indicador somático d) Contenido graso. Periodo enero 2022 a abril 2024.



Figura 46. Distribución de recursos transzonales a) jurel, b) caballa, c) bonito, oceánico d) perico y costero norteño e) sierra durante octubre 2023 – abril 2024.



Figura 47. Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE en t h⁻¹) por lance de pesca entre los meses de mayo 2023 al 14 de abril de 2024 (de izquierda a derecha) de la flota industrial de arrastre de merluza.



Figura 48. CPUE mensual (t h⁻¹) por subárea de pesca y tipo de embarcación de la flota industrial de arrastre de merluza.



Figura 49. Distribución de tallas de merluza por subárea (latitud) de enero 2023 al 14 de abril 2024, capturada por la flota industrial de arrastre.



Figura 50. Distribución de la flota artesanal del calamar gigante Dosidicus gigas, marzo y abril 2024



Figura 51. Especies de aguas cálidas reportadas más al sur de su límite de distribución usual, marzo - abril 2024. a. *Echiophis brunnerus "*anguila pecosa", b. *Euprepocaranx dorsalis "pámpano de hebra", c. Caranx caninus "chumbo", d. Chaetodon humeralis "pez mariposa" e. Peprilus snyderi "chiri", f. Seriola rivoliana "fortuno", g. Selene brevoortii "jorobado", h. Epinephelus labriformis "merito de peña", i. <i>Abudefduf troschelii "castañeta manchada", j. Scomberomorus sierra "sierra", k. Caranx caballus "cocinero", l. Lutjanus argentiventris "pargo", m. Aluterus monoceros "pez lija", n. Umbrina xanti "polla rayada", o. <i>Eucinostomus currani "mojarra cola de bandera", p. Balistes polylepis "pez coche", q. Polydactylus opercularis "barbudo amarillo", r. Prionotus stephanophrys "falso volador", s. Kyphosus elgans "chopa", t. Synodus scituliceps "pez iguana", u. Larimus acclivis "bereche", v. Polydactylus approximans "barbudo azul", w. Sphyraena ensis "picuda" x. Xenichthys xanti "chulita", y. Scarus perrico "pez loro", z. Anisotremus interruptus "chita dorada".*



Figura 52. (a) Pronóstico del índice Niño 3.4 mediante modelos climáticos dinámicos del North American Multi-Model Ensemble (NMME) proyect. Promedio de los pronósticos de los modelos dinámicos (línea negra discontinua). Fuente: CPC / IRI / NMME. (b) Pronóstico del índice Niño 3.4 mediante modelos climáticos dinámicos del Multi-Model Ensemble (MME) del APEC Climate Center, Promedio de los pronósticos (línea roja continua y gruesa). Fuente: APEC Climate Center. (c) Pronóstico del índice Niño 1+2 mediante modelos climáticos dinámicos del Multi-Model Ensemble (MME) del APEC Climate Center, Promedio de los pronóstico del índice Niño 1+2 mediante modelos climáticos dinámicos del Multi-Model Ensemble (MME) del APEC Climate Center, Promedio de los pronósticos (línea roja continua y gruesa). Fuente: APEC Climate Center.



Figura 53. Pronóstico de la TSM para el trimestre MJJ (a) y ASO (b) 2024 de los modelos ECMWF, CFSv2 y NMME (condiciones iniciales: inicios en abril 2024). Los recuadros indican la región El Niño 3.4 y 1+2. Fuente: ECMWF, NWS/NCEP/CPC y NOAA/CPC.

M 1Q,



Figura 54. Diagrama Hovmöller longitud-tiempo de las ondas Kelvin en el océano Pacífico ecuatorial (0°N): (a) Modo 1 (flechas con líneas continuas), (b) Modo 2 (flechas con líneas discontinuas), (c) Modos 1+2. Se presentan las ondas de hundimiento "cálidas" (flechas negras), y las ondas de afloramiento "frías" (flechas blancas). La línea discontinua horizontal, en verde, indica el inicio del pronóstico con el forzante de vientos climatológico. Fuente: IMARPE, forzado con anomalías del esfuerzo de vientos de NCEP. Procesamiento: LMOECC/AFIOF/DGIOCC/IMARPE.



Figura 55. Pronóstico del ITCP (observado en línea negra) mediante dos modelos: un modelo estadístico (línea azul) y un modelo acoplado océano-atmosfera de complejidad intermedia (línea roja) con datos actualizados hasta el mes de marzo 2024. Fuente: IMARPE.

REFERENCIAS

- Dewitte B, Gushchina D, duPenhoat Y, Lakeev S. 2002. On the importance of subsurface variability for ENSO simulation and prediction with intermediate coupled models of the Tropical Pacific: A case study for the 1997-1998 El Niño. Geoph. Res. Lett., 29(14), 1666, 10.1029/2001GL014452.
- Donlon, C. J, M. Martin, J. Stark, J. Roberts-Jones, E. Fiedler, W. Wimmer, 2012. The Operational Sea Surface Temperature and Sea Ice Analysis (OSTIA) system. Remote Sen. Env., 116, 140-158.
- Huang B., Thorne P.W., Banzon V.F., Boyer T., Chepurin G., Lawrimore J.H., Menne M.J., Smith T.M., Vose R.S. and Zhang H.M. 2017. Extended Reconstructed Sea Surface Temperature, Version 5 (ERSSTv5): Upgrades, Validations, and Intercomparisons. Journal of Climate. 30(20): 8179–8205. https://doi.org/10.1175/JCLI-D-16-0836.1
- Lellouche, J.-M., Le Galloudec, O., Drévillon, M., Régnier, C., Greiner, E., Garric, G., Ferry, N., Desportes, C., Testut, C.-E., Bricaud, C., Bourdallé-Badie, R., Tranchant, B., Benkiran, M., Drillet, Y., Daudin, A., and De Nicola, C. 2013. Evaluation of global monitoring and forecasting systems at Mercator Océan, Ocean Sci., 9, 57-81.
- Quispe, J. y L. Vásquez, 2015. Índice "LABCOS" para la caracterización de evento El Niño y La Niña frente a la costa del Perú, 1976-2015. En: Boletín Trimestral Oceanográfico, Volumen 1, Números 1-4, pp.: 14-18.
- Quispe Ccallauri, C, J. Tam, H. Demarcq, C. Romero, D. Espinoza, A. Chamorro, J. Ramos, R. Oliveros, 2016. El Índice Térmico Costero Peruano. En: Boletín Trimestral Oceanográfico, Volumen 2, Número 1, pp: 7-11.
- Quispe-Ccalluari C, Tam J, Arellano C, Chamorro A, Espinoza-Morriberón D, Romero C & J Ramos. 2017. Desarrollo y aplicación de índices y simulaciones para la vigilancia y el pronóstico a mediano plazo del impacto del ENOS frente a la costa peruana. Inf Int. Mar Perú, 44(1): 28-34.
- Wolter, K., and M.S. Timlin, 1993: Monitoring ENSO in COADS with a seasonally adjusted principal component index. Proc. of the 17th Climate Diagnostics Workshop, Norman, OK, NOAA/NMC/CAC, NSSL, Oklahoma Clim. Survey, CIMMS and the School of Meteor., Univ. of Oklahoma, 52-57.
- Wolter K, and Timlin MS. 1998. Measuring the strength of ENSO events—how does 1997/98 rank?. Weather 53: 315– 324.
- Wolter, K., and Timlin, M. S. 2011. El Niño/Southern Oscillation behaviour since 1871 as diagnosed in an extended multivariate ENSO index (MEI.ext). International Journal of Climatology, 31(7), 1074–1087. <u>https://doi.org/10.1002/joc.2336</u>

APENDICE

I. PRESENTACIÓN

El Niño Oscilación Sur (ENOS) es el principal forzante que influye en la variación de las condiciones climatológicas interanuales en la cuenca del Océano Pacífico. El ENOS conjuga dos procesos, tanto el oceánico (El Niño, EN) como el atmosférico (Oscilación del Sur) y se expresa mediante una fase cálida (EN) y una fase fría (La Niña, LN). Debido a los diversos efectos e impactos de este proceso en el ecosistema del afloramiento costero peruano, que a su vez repercuten en los sistemas socioeconómicos, cada vez hay un mayor interés en mejorar el entendimiento de los factores que intervienen en su desarrollo, como en optimizar la anticipación al desenlace de posibles impactos extremos, constituyéndose en un principal propósito el poder generar alertas tempranas para mitigar daños.

Bajo este contexto, se conformó el Grupo de Trabajo Institucional El Niño del Instituto del Mar del Perú (MARPE), cuya misión es el estudio y monitoreo de las condiciones oceanográficas frente a Perú y de sus efectos ecológicos y biológico-pesqueros. Mensualmente se reporta el análisis del monitoreo de parámetros océano-atmosféricos en el Pacifico Ecuatorial oriental, poniendo mayor énfasis en la zona costera de Perú. Para estimar y entender los impactos de El Niño y de La Niña en el ecosistema del marino se analizan indicadores de la fertilidad y productividad del mar peruano, así como también la respuesta de los principales recursos hidrobiológicos y la actividad pesquera. Además, se presentan especies indicadoras de condiciones cálidas y frías registradas durante los monitoreos mensuales de IMARPE y la incidencia de las condiciones oceanográficas en las principales pesquerías. Finalmente, mediante el análisis de los pronósticos de las agencias internacionales y el uso de modelos numéricos implementados en IMARPE, se formula la previsión futura de los principales indicadores climáticos y oceanográficos asociados a El Niño / La Niña, principalmente a corto y mediano plazo.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

1. VARIABLES

Las principales variables utilizadas para el monitoreo de las condiciones ambientales, oceanográficas se resumen en la tabla III.1. La Figura 1 muestra la ubicación de las estaciones oceanográficas fijas y las secciones oceanográficas frente a Paita y a Chicama, que constituyen la plataforma de monitoreo oceanográfico del IMARPE.

Debido al estado de emergencia generada por la pandemia del CODVID 19, algunos monitoreos no se pudieron realizar como en las estaciones costeras (temperatura disponible hasta el 16 de marzo), secciones oceanográficas, monitoreo de nutrientes, fitoplancton, zooplancton y bentos.

Desde agosto 2021, el IMARPE cuenta con información de vehículos submarinos autónomos llamados gliders, denominados "Paracas", "Nazca", "Mochica" y "Chimú". Los sensores del glider pueden registrar variables oceanográficas como: temperatura, salinidad, oxígeno, corrientes y clorofila. El glider hace un recorrido vertical de diente de sierra en el momento de desplazarse y transmite información a través del satélite de tal manera que los datos pueden ser adquiridos en tiempo real. Los cálculos de anomalías se han hecho mediante comparación con la climatología (1981-2010) realizada por Domínguez et al. (2017).

2. ÍNDICES

Índice del Anticiclón del Pacífico Sur (APS): Los índices de intensidad (IAPS) y posición (ILON, ILAT) del APS, se calculan a partir de las anomalías máxima de la presión atmosférica a nivel del mar en la región del Pacífico oriental subtropical y su correspondiente posición longitudinal y latitudinal. Las anomalías se obtienen usando el periodo base 1981-2010. Los índices se determinan aplicando el promedio móvil de tres meses a las series mensuales de intensidad y posición. El IAPS se clasifica en 3 condiciones: débil (< -1,1), neutro (-1,1 – 1,5) e intenso (>1,5), mediante 2 umbrales definidos por los percentiles 20 y 80 de la serie del IAPS. Para los índices de posición ILON e ILAT se usan los percentiles 25 y 75, de tal forma que los valores positivos (negativos) de los índices ILON e ILAT sobre 4,2 y 1,6 respectivamente (debajo -3,9 y - 1,1 respectivamente) representa un desplazamiento al este y al norte (al oeste y al sur) del APS con respecto a su posición climatológica. Los datos de presión se obtienen del reanálisis NCEP/NOAA (Kalnay et al., 1996) disponibles desde enero 1948 hasta el presente.

Índice de Afloramiento Costero (IAC): Estima la intensidad del afloramiento o el transporte de masas de agua con referencia a la línea de costa. El IAC se basa en el transporte de Ekman, el cual es calculado, de acuerdo a Bakun (1975), a partir del esfuerzo de viento sobre la superficie y el parámetro de Coriolis. El cálculo final del IAC (Bakun 1975) toma en cuenta el transporte de masa entre la densidad del mar, multiplicado por el coseno de ángulo formado por la diferencia entre el ángulo de costa y la dirección del viento. El ángulo usado para la línea de costa fue de 145°. Existe información de este índice desde enero 2000 hasta la actualidad, tomando en cuenta información satelital de los satélites de vientos de QuickScat y ASCAT.

Datos de Anomalías de Nivel del Mar (ANM) y geostrofía: La información de ANM fue estimada mediante interpolación óptima, sobre datos de nivel 3 (L3), de diferentes altímetros (CMEMS-SL-QUID-008-032-068), usando el período 1993-2012 (; Pujol et. al, 2016) como climatología de referencia.
Este producto es procesado por el sistema DUACS (Data Unification and Altimeter Combination System), y puesto a disponibilidad por la CMEMS del Programa Copernicus de la Unión Europea de forma diaria y permanente desde 1993 hasta la actualidad. Para la descripción de flujos geostróficos y la detección de remolinos de mesoescala en superficie frente a la costa peruana, se utilizaron datos de altimetría satelital obtenidos del producto CMEMS V3.0. Los remolinos se han evaluado mediante un algoritmo híbrido de identificación (método físico y método geométrico) desarrollado por Halo et al., (2014). Para el nivel de sub-superficie se ha aplicado el método geostrófico para calcular corrientes basada en la estimación de la distribución de la densidad en el océano, a partir de mediciones directas de temperatura y salinidad (Pond & Pickard, 1983).

Por otro lado, tomando en cuenta la base de datos de altimetría disponible se determinó una nueva climatología a partir de la altura del nivel del mar sobre el geoide (ADT) bajo el periodo de 1993-2010, con una frecuencia diaria interpolada de la climatología pentadal utilizando el método de splines cúbicos. Con esta nueva climatología se obtuvieron los datos de ANM, a los cuales se le aplicó el filtro pasa banda de 10 y 120 días con la finalidad de identificar el arribo y propagación de las ondas Kelvin frente a la costa peruana, mediante el uso de diagramas Hövmoller y series de datos con una frecuencia diaria.

Datos e índices de Temperatura Superficial del Mar (TSM): Las anomalías de la Temperatura Superficial del Mar (ATSM), en las regiones Niño, se evaluaron en periodos semanales, mensuales y de tres meses, con datos OISSTv2 que usa interpolación objetiva en su procesamiento, y ERSSTv5 que incorpora mejoras empleando la función de reconstrucción EOT (Empirical Orthogonal Teleconnections); dichas anomalías poseen periodo base de 30 años desde 1991-2020 (CPC-NCEP-NOAA). El Índice Niño Oceánico (ONI, por sus siglas en inglés), representa la media móvil de tres meses de las anomalías de TSM (ERSSTv5) de la región Niño 3.4, con los cuales se determina condiciones cálidas y frías al pasar el umbral de +/- 0,5 °C. Las regiones Niño del Pacífico ecuatorial se ubican en: Niño 1+2 (0° - 10°S, 90°W - 80°W), Niño 3 (5°N - 5°S, 150°W - 90°W), Niño 3.4 (5°N - 5°S, 170°W - 120°W), Niño 4 (5°N - 5°S, 150°W - 160°E). Los mapas de la TSM y la ATSM (climatología 2007–2016), se generaron en base a datos de OSTIA (UK Met Office, 2012). Las anomalías del contenido de calor en el Pacífico ecuatorial proceden de TAO-TRITON (TAO Project Office, NOAA/PMEL).

Índice térmico Laboratorios Costeros (LABCOS): Refleja la amplitud de la variabilidad de la TSM en el litoral peruano, la cual está asociada a las condiciones climáticas y oceanográficas a lo largo de la costa peruana. Se calcula a partir de promedios mensuales de las ATSM obtenidas de las estaciones costeras Paita, Chicama, Chimbote, Callao, Pisco e llo del IMARPE, así como la estación costera San Juan de la Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina (DHNM) desde 1976. Se determina de la media móvil corrida cada tres meses de las anomalías térmicas obtenidas en las estaciones costeras mencionadas. Categorías: LN Fuerte (<-1,31), LN Moderado (-1,31 – -1,10), LN Débil (-1,10 – -0,78), Neutro (-0,78 – 0,27), EN Débil (0,27 – 0,78), EN Moderado (0,78 – 1,37), EN Fuerte (1,37 – 2,77), EN Muy Fuerte (>2,77). Más detalles en Quispe & Vásquez (2015).

Índice Térmico Costero Peruano (ITCP): Indicador del efecto del ENOS y de la circulación marina en la variabilidad térmica del océano costero del Perú caracterizado por el afloramiento costero. Se estima empleando los promedios mensuales de la TSM obtenidos del producto NOAA NCDC OISST v2 para el periodo 1982-2014 (Reynolds et al, 2007). Para ello se toma en cuenta el área de afloramiento, limitado por el máximo gradiente termal zonal del promedio anual de la TSM, seleccionando los puntos de grilla adyacentes a la costa (a 40 Km en promedio).

Se calcula como la media móvil de tres meses de la primera componente principal (CP1) reducida de las anomalías térmicas de la zona costera. Se expresa en unidades de desviación estándar de la CP1. Categorías: LN fría (<-0,6), Neutro (0,4 - -0,6), EN cálido (>-0,4). Mayor información se encuentra en Quispe-Ccalluari et al. (2016).

Índices de la termoclina, oxiclina, y profundidad de la Zona Mínima de Oxígeno (ZMO): Como indicador de la termoclina, definida como la capa con el máximo gradiente de temperatura en la columna de agua, se utiliza a la isoterma de 15 °C. Como indicador de la oxiclina costera, definida como la capa con el máximo gradiente de Oxígeno Disuelto (OD) en la columna de agua, se utiliza a la iso-oxígena de 1 mL L⁻¹. La ZMO se define como los cuerpos de agua con concentraciones menores a 0,5 mL L⁻¹ y para identificar a que profundidad se ubica, se toma en cuenta su límite superior. Las anomalías de la profundidad de la termoclina y la oxiclina se calculan a partir de la climatología con periodo base 1981-2010 desarrollada por Domínguez, et al. (2017) y Graco et al. (2020, en prensa), respectivamente.

Índices de actividad de mesoescala: Las estructuras de mesoescala se evaluaron con información de altimetría satelital para una región comprendida entre 70° W y 84° W y entre 3° S y 18° S aplicando un algoritmo hibrido de identificación (Halo et al., 2014). A partir de la identificación se calculó el número de remolinos detectados, el radio de los remolinos y la energía cinética de los remolinos.

Índices reproductivos de anchoveta: La información del proceso reproductivo de la anchoveta proviene de los muestreos biológicos realizados en las diferentes sedes regionales del IMARPE (Paita, Chimbote, Huanchaco, Huacho, Callao, Pisco e IIo). A partir de esta información se determinan los siguientes índices reproductivos: índice gonadosomatico (IGS), que es un indicador de la actividad reproductiva, fracción desovante (FD), que es un indicador directo del proceso de desove, y contenido graso (CG), que es un indicador de la condición somática del recurso, mostrando la reserva energética del mismo (Buitrón et al 2011). El IGS se calcula mediante la relación del peso de la gónada y el peso eviscerado del pez (Vazzoler 1982), contándose con información desde 1986. La FD, se calcula como el cociente de las hembras que están en condición de desovantes sobre el total de hembras analizadas, expresado en porcentaje; con información disponible desde 1992. El CG, se determina mediante la extracción de grasa total por el método de Soxhlet (A.O.A.C., 1990), el cual es expresado en porcentaje, con información desde 2002.

Olas de Calor Marina (OCM): Una ola de calor marina (OCM) es un evento discreto (pueden darse brechas de 1 o 2 días) y prolongado (5 a más días) de agua anómalamente cálida (superior al umbral de temperatura alta, el percentil 90 de los datos diarios históricos) en una zona puntual (Hobday et al., 2016). Se dice que ocurre una OCM sobre una región cuando al menos en alguna parte puntual de dicha región ocurre una OCM.

3. IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES

Bentos: La literatura especializada comprende, para Polychaeta: Fauchald (1977) y Hobson & Banse (1981); Mollusca: Álamo & Valdivieso (1997); Crustacea (macrocrustáceos): Chirichigno (1970), Crustacea (Amphipoda): Barnard & Karaman (1991), Jiménez (2018), entre otros.

Fitoplancton: Para la identificación taxonómica se utilizan los trabajos de Hustedt (1930), Cupp (1943), Hendey (1964), Sounia (1967), Schiller (1971), Sundström (1986), Ochoa & Gómez (1987), Hasle & Syvertsen (1996) y Steidinger & Tangen (1996).

Zooplancton e ictioplancton: Para la determinación de las especies del zooplancton se utilizan principalmente los trabajos de Santander (1967), Santander et al. (1967, 1981), Gómez (1982), Sandoval de Castillo (1997), Carrasco (1989), Aronés (1997), Boltovskoy (1981,1999), Boden (1955), Briton (1962), Veliz (1981) y Quesquén (2005, 2017), mientras que para el ictioplancton se consulta los trabajos de Einarsson & Rojas de Mendiola (1963), Guzmán & Ayón (1995), Sandoval de Castillo (1979), Santander & Sandoval de Castillo (1969, 1971, 1972,1973, 1977, 1979) y Moser (1996).

Peces: La literatura de consulta para la identificación taxonómica comprende Chirichigno & Vélez (1998), Fischer et al. (1995) volúmenes II y III de FAO y para la verificación de la distribución de las especies Chirichigno & Cornejo (2001) y la base de datos FishBase (https://www.fishbase.de/).

Depredadores superiores: Para la identificación de presas en la dieta de aves guaneras se utiliza la guía de identificación de García–Godos (2001), para la identificación taxonómica de aves y mamíferos marinos se revisaron las guías de identificación de Reyes (2009), Folkens & Reeves (2002), Schulenberg et al. (2009), Harrison & Peterson (1991).

4. INDICADORES BIOLÓGICOS

Los indicadores biológicos se definen como aquellos organismos altamente sensibles a las condiciones del medio ambiente y que dependen de estas para su migración y cuya densidad disminuye, cuando las condiciones ecológicas han cambiado o cuando su etapa biológica ha terminado (UNESCO, 1981).

Fitoplancton. Para definir los indicadores de masas de agua del fitoplancton se tomaron en cuenta los trabajos de Rojas de Mendiola et al. (1981), Ochoa et al. (1985), Zuta y Guillén (1970), Antonietti et al. (1993), Ochoa & Gómez (1997) y Gutiérrez et al. (2005).

Además de acuerdo al análisis semicuantitativo del fitoplancton se utiliza la siguiente clasificación para definir la abundancia del fitoplancton de acuerdo a la cantidad de individuos por campo ocular: "Ausente" (0 cél. campo⁻¹), "Presente" (1 a 5 cél. campo⁻¹), "Escaso" (6 a 15 cél. campo⁻¹), "Abundante" (16 a 25 cél. campo⁻¹) y "Muy Abundante" (más de 25 cél. campo⁻¹).

Zooplancton. Para definir los indicadores de masas de agua del zooplancton se tomaron en cuenta los trabajos de Santander & Carrazco (1985), Ayon & Giron (1997), Ayón et al. (1999), Abanto (2001), Arones & Ayón (2002) y Gutiérrez et al. (2005).

Peces: Para especies indicadores de la actividad pesquera se analiza información proveniente de los Laboratorios Costeros de IMARPE, referida a las observaciones de especies atípicas de la región o el lugar. Esta información es contrastada con las distribuciones conocidas de las especies indicadas en la bibliografía especializada de Chirichigno & Cornejo (2001), Moscoso (2012) y bases de datos como FishBase. En algunas ocasiones se reportan especies de otros grupos biológicos, en esos casos se utiliza literatura especializada como la de Moscoso (2012).

Depredadores superiores. Las aves, mamíferos y tortugas marinas son indicadores del ecosistema y expresan cambios ocurridos a diferentes niveles tróficos por lo que son utilizados como indicadores indirectos en los cambios en la distribución y disponibilidad de sus presas, así como cambios en el medio marino.

Para evidenciar esta información se utilizó bibliografía especializada de Murphy (1936), Jordán & Fuentes (1966), Tovar et al. (1984, 1987, 1988), Crawford (1987), Cairns (1987), Vanstreet (2011), Trigo (2011), Quiñones et al. (2010), Trites (1997), Majluf & Trillmich (1981).

5. MODELOS DE PRONÓSTICO

Modelos dinámicos y estadísticos de predicción de ENOS de las agencias internacionales: Para el pronóstico de las series de tiempo en la región Niño 3.4, el *International Research Institute for Climate and Society* en colaboración con NOAA *Climate Prediction Center* (CPC) compila mensualmente los pronósticos de 26 modelos de agencias internacionales: 18 modelos dinámicos y 8 modelos estadísticos que pronostican los valores de la serie de tiempo de anomalías de la temperatura superficial del mar en la región Niño 3.4 (120°E – 170°W, 5°N – 5°S) con un horizonte de pronóstico entre 4 y 9 meses de anticipación (IRI, marzo 2020). Por otro lado, para el pronóstico espacial de las anomalías de la TSM, de manera trimestral, se presentan tres de los modelos dinámicos a escala global: ECMWF (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts model), CFSv2 (Coupled Forecast System model de la NOAA) y NMME (North American Multi-Model Ensemble model de la NOAA).

Modelo Oceánico de Complejidad Intermedia: Con el fin de detectar la propagación de las Ondas Kelvin Ecuatoriales (OKE), se ejecuta un modelo oceánico de complejidad intermedia con 3 modos baroclínicos, forzado con vientos del NCEP (Kalnay et al. 1996), implementado en IMARPE, siguiendo la metodología de Illig et al. (2004) y Dewitte et al. (2002). La señal de la OKE puede ser descompuesta en modos normales de oscilación que se propagan a diferentes velocidades. Los primeros dos modos (modo 1, modo 2) sumados proporcionan la mayor contribución a la anomalía del nivel del mar.

Modelos de pronóstico para el ITCP: Se emplean dos metodologías implementadas en IMARPE para pronosticar la serie de tiempo del ITCP con un horizonte de 4 meses de anticipación. Las metodologías consisten en (1) un modelo estadístico basado en el volumen de agua cálida ecuatorial (Matellini et al., 2007) y el índice del APS siguiendo la metodología descrita en Quispe-Ccalluari et al. (2017), y (2) un modelo basado en las salidas de un modelo acoplado océano-atmósfera de complejidad intermedia del Pacífico tropical ecuatorial (Dewitte et al., 2002; Gushchina et al., 2000) y siguiendo la metodología descrita en Quispe-Ccalluari et al. (2017).

·			FUENTE																							
						Ob	serva	acione	es in	situ			Satélite/Reanálisis								PERIODO		FRECUENCIA	REFERENCIA	AREA	OBSERVACIONE
VA	RIABLE		-						r									Ν	Nodel	os		1				S
		Estaciones costeras	Secciones verticales	Estaciones fijas	Cruceros	BOVAS AKGU BOVAS TAO/TRITON	Glider	Programa Bitácoras de Pesca (PBP)	Seguimiento de Pesquerías	Monitoreo de islas, puntas playas, estuarios, etc.	Alerta de fauna marina varada	ESRL/NOAA	Reanálisis NCEP/NOAA	QuickScat + ASCAT	Producto OSTIA	Producto CMEMS	MODIS - WIDS		GES	MERCATOR Ocean	Operatividad	Climatología			E	
VARIABLES	S ATMOSFÉRICAS																									
	Radiación de Onda Larga											x									1974-Actual	1981-2010	mensual	www.cpc.ncep.noaa.gov/pro ducts/analysis_monitoring/en so_advisory/ensodisc.html	LMOECC/AFIOF/	- Resolución: 2.5 °
Condiciones	Presión Atmosférica												Х								1948-Actual	1981-2010	Diario	Kalnay et al. (1996)	Delete	- Resolución: 2,5°x2,5°
Atmosféricas													Х								1948-Actual	1981-2010	Diario	Kalnay et al. (1996)		- Resolución: 2,5°x2,5°
	Vientos													x							2000-Actual	2000-2014	Pentadal/ mensual	Chelton et al. (2006) Bentamy et al. (2009)	LCSR/LHEM/AFIO	- Resolución: 0,25°
)	x		1970-Actual	2000-2014	Diaria	https://pae- paha.pacioos.hawaii.edu/erd dap/griddap/ncep_global.htm I	F/DGIOCC	- Resolución: 0,5°
	Fracción de nube																>	(2002-Actual	2002-2016	Diaria	https://atmosphere- imager.gsfc.nasa.gov/MOD0 6_L2/atbd.html http://www.globcolour.info/C DR_Docs/GlobCOLOUR_PU G.pdf		- Resolución: 4 km
VARIABLES O	DCEANOGRÁFICAS																									
		x																			1963-Actual	1981-2010	Diaria/ mensual	(Grados & Vásquez, en prep.)		 Paita desde 1963 Callao desde 1970 Pisco desde 1976 *Las estaciones fijas se dan en el marco del PPR-068 de IMARPE. (Figura 1)
	Temperatura del Mar		х																		1960-Actual	1981-2010	mensual	Domínguez et al (2017)		
				Х																	2015-Actual	1993-2010	quincenal	Anculle et al (2015)		
Condiciones					Х																1960-Actual	1981-2010	variable	Domínguez et al (2017)]	
					2	x															1998-Actual	1981-2010	variable			 Anomalías en base a climatología de IMARPE.
Oceanográficas						X															1977-Actual		Diaria	www.pmel.noaa.gov/tao/drup al/disdel/		
Físicas															Х						2006-Actual	2007-2016	Diaria	Donlon et al. (2012)]	- Resolución: 0,054°
							Х														Ago-2021	1981-2010	Diaria	Domínguez et al (2017)	ļ	
	Nivel del Mar															x					1993-Actual	1993-2012	Diaria	Schaeffer et al. (2016) Pujol et al. (2016)	LHFM/AFIOF/ DGIOCC	 Resolución: 0,25° A partir de este producto se derivan flujos geostróficos
		х																			1963-Actual	1981-2010	Diaria/ mensual	(Grados & Vásquez, en prep.)		Paita desde 1963 Callao desde 1950 Pisco desde 1976
	Salinidad		Х																		2015-Actual	1981-2010	mensual	Domínguez et al (2017)	ļ	
				х																	2015-Actual	1993-2010	quincenal	Anculle et al (2015)	ļ	
					х													Τ			1960-Actual	1981-2010	variable	Domínguez et al (2017)	J	
					2	x															1998-Actual	1998-2010	variable]	
																				Х	1993-Actual	1993-2015	Diaria	Lellouche, JM. et al. (2013)]	- Resolución: 0,083°
							Х														Ago-2021	1981-2010	Diaria	Domínguez et al (2017)		
	Corrientes Marinas		Х																		1960-Actual		mensual			

Tabla II.1. Principales variables y bases de datos utilizados en el presente informe.

							Х]					1	1		1		Ago-2021		Diaria			
				х														2015-Actual	1981-2010	mensual	Graco et al (2020, en prensa)		
Condiciones Oceanográficas biogeoquímicas y de Productividad	Oxígeno y Nutrientes			2	х													2015-Actual	1993-2010	quincenal	Anculle et al (2015)	LHQM/AFIOQG	
)	ĸ												1960-Actual	1981-2010	variable			
	Ì					Х											Ago-2021		Diaria				
	Clo	orofila													x			Set.1997- Actual	2000-2015	Pentadal/ mensual	Ocean Biology Processing Group (2003) Espinoza-Morriberón et al. (2017)	LMOECC/AFIOF/ DGIOCC	 Promedio mensual y pentadal de MODIS y SeaWIFS + MODIS corregido, respectivamente. La cobertura nubosa mensual de MODIS.
							Х											Ago-2021		Diaria			
	Fitoplancton			2	x													2014-Actual		Mensual		LFPP/AFIOB/ DGIOCC	Categorías según abundancia: Muy abundante (>25 cél. campo ⁻¹⁾ Abundante (16 a 25 cél. campo ⁻¹) Escaso (6 a 15 cél. campo ⁻¹) Presente (1 a 5 cél. campo ⁻¹). Volumen mL/m ⁻³ .
	Zooplancton		x	2	x	ĸ												2014-Actual		Mensual, bimensual y anual	Compendio de procedimientos técnicos para la investigación científica en el Imarpe, IMARPE; agosto del 2017	LZPS/AFIOB/ DGIOCC	Categorías: Biovolumen: (mL 100m ³) y mL/muestra. Abundancia: Ind. 100m ³ , Ind. m ² y presencia.
	Floracion No	Floraciones Algales Nocivas		2	x													2014-Actual		Quincenal	Sánchez & Delgado (2001)	LFPP/AFIOB/ DGIOCC	
Indicadores	Be		2	х													1993-Actual		Mensual		LBM/AFIOB/		
Ecológicos y)	ĸ												1976-Actual		Anual		DGIOCC	Muestreo durante el Crucero
Biológico- Pesquero	Desembarques pesqueros								х									1959-Actual		Diario/ Mensual	Bouchon et al. (1997) Bouchon et. al (2001)	AFIRNP/ AFIRTAM	
	Distribuc de re			>	ĸ		x										1985-Actual			Bouchon et al. (1997)	AFIRNP AFIRTAM PBP/AFDPFRP	El muestreo del PBP representa 1% de los viajes de pesca de la flota de cerco de anchoveta peruana.	
	Capturas)	K		Х	Х									1985-Actual		Mensual/ Semestral				
		Anchoveta)	ĸ		Х	Х									1959-Actual		Comostral		I BI /AI BI ERI	
	Biometr ía	Jurel y Caballa)	ĸ		х	х									1980-Actual			Bouchon et al. (1997) Bouchon et. al (2001)		
	Ī	Merluza)	ĸ			Х									1980-Actual		Mensual/anual		DGIRDL/AFIPDBL	
	Recursos Invertebrados)	ĸ			х									1997-Actual		Mensual/anual		DGIRDL/AFIIMM	Se realiza el crucero de pota una vez al año.
	Indio repro	Indicadores reproductivos)	ĸ		x	х									1986-Actual			Bouchón et al (2001)	LBR / AFIRNP	
	Aves				>	ĸ		x		x	x							1996-Actual		Mensual	García – Godos (2001), Schulenberg, et al. (2009), Harrison & Peterson (1991), Crawford (1987) y Cairns (1987), Vanstreet (2011) y Trigo (2011).	ODS / AFIRNP	
	Mamíferos marinos)	x		x		x	х							1996-Actual		2 veces al año	Trites (1997), Majluf & Trillmich (1981), Reyes (2009), Folkens & Reeves (2002).		
	Tortuga	as marinas)	X		Х		Х	Х							2011-Actual		3 veces al año	Quiñones et al. (2010)		

*Continuación de la Tabla III.1.



Figura II.1. Ubicación geográfica de las estaciones fijas, secciones verticales de Paita y Chicama, y sección del glider sobre la batimetría con ETOPO2.

III. RECONOCIMIENTOS

The Group for High Resolution Sea Surface Temperature (GHRSST) Multi-scale Ultrahigh Resolution (MUR) Level 4 OSTIA Global Foundation Sea Surface Temperature Analysis (GDS version 2). Ver. 2.0 data were obtained from the NASA EOSDIS Physical Oceanography Distributed Active Archive Center (PO.DAAC) at the Jet Propulsion Laboratory, Pasadena, CA (<u>http://dx.doi.org/10.5067/GHGMR-4FJ01</u>).

IFREMER/CERSAT. 2005. ERS-1 Level 3 Gridded Mean Wind Fields (IFREMER). Ver.1.PO.DAAC, CA, USA (ftp://anonymous@ftp.ifremer.fr/ifremer/cersat/products/gridded/mwf-ers1).

The Ssalto/Duacs altimeter products were produced and distributed by the Copernicus Marine and Environment Monitoring Service (CMEMS) (http://www.marine.copernicus.eu).

The products from the MERCATOR OCEAN system are distributed through the Marine Copernicus Service (<u>http://www.marine.copernicus.eu</u>).

IV. REFERENCIAS

- Abanto, M.R. 2001. Composición, distribución y abundancia de copépodos planctónicos marinos en la costa Norte - Centro (03º30' S - 14º00'S) frente al litoral peruano entre los años 1980 y 1989. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas Universidad de Lima.
- Alamo, V. & V. Valdivieso. 1987. Lista sistemática de moluscos marinos del Perú. Bol. Inst. Mar. Perú- Callao. Volumen Extraordinario: 205 pp.
- Anculle, T., D. Gutiérrez, A. Chaigneau, F. Chávez, 2015. Anomalías del perfil vertical de temperatura del punto fijo Paita como indicador de la propagación de ondas Kelvin. En: Boletín Trimestral Oceanográfico, Volumen 1, Números 1- 4, pp.: 8-10.
- Antonietti E., P. Villanueva, E. Delgado, & F. Chang. 1993. Dinoflagelados indicadores de El Niño 1991-92. Boletín ERFEN (N° 32-33): 20-24.
- A.O.A.C. 1990. Official Methods of analysis. 15th Edition, USA.
- Aronés, K.J. 1997. Distribución horizontal de los amphipodos (Crustacea) en el mar peruano durante el fenómeno "El Niño", verano de 1983. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias Biológicas. URP. Perú.
- Aronés, K. & Ayón, P. 2002. Effects of El Niño 1997-1998 on copepods community structure at San Jose Coastal Station (Peru). In: Salinas, S., Urban, H., Arntz, W. (Eds), Workshop impacts of El Niño and Basin scales climate changes on Ecosystems and Living Marine Resources: A comparison between the California and the Humboldt Current systems. Investigaciones Marinas, Chile, pp 104-105.
- Ayón, P. & Girón, M., 1997. Composición y distribución del zooplancton e ictioplancton frente a la costa peruana durante febrero a abril 1997. Informe del Instituto del Mar del Perú 127, 49-55.
- Ayón, P., Aronés, K. & Zarate, M., 1999. Variaciones en el comportamiento del copépodo calanoideo Centropages brachiatus (Dana, 1849), frente a la costa peruana durante el evento El Niño 97-98. In: Tresierra, A, Culquichicon, Z., (Eds), VIII Congreso Latinoamericano sobre ciencias del Mar. 1999, Trujillo-Perú, pp 730-731.
- Bakun, A. 1975. Daily and weekly upwelling indices, west coast of North América, 1967-73. U.S. Commer. NOAA Tech. Rep. NMFS-SSRS-693: 113p.
- Barnard, J. & L. Karaman, G. S. 1991. The families and genera of marine gammaridean Amphipoda (except marine gammaroids). Part 1. Records of the Australian Museum, Supplement. 13 (1): 1-417.
- Bentamy, A., D. Croize-Fillon, P. Queffeulou, C. Liu y H. Roquet (2009), Evaluation of high-resolution surface wind products at global and regional scales, J. Ocean. Operational, 2 (2), 15-27.
- Boden B.P, Johnson M.W & Brinton E. 1955. The Euphausiacea (Crustacea) of the North Pacific. Bulletin of the Scripps Institution of Oceanography of the University of California, La Jolla, Vol. 6, N^o 8. pp. 282-394.
- Boltovskoy, D. 1981. Atlas del Zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino. INIDEP. Argentina.
- Boltovskoy, D. 1999. South Atlantic Zooplankton. Backhuys Publishers, Leiden. 2:869-1706.
- Bouchon M., Ñiquen M., Arias Shreiber M., Bello R. 1997. Manual de Operaciones del Proyecto Bitácoras de Pesca. Inf. Prog. Inst. Mar Perú N° 74: 44 p.
- Bouchon M, Ñiquen M, Mori J, Echevarría A, Cahuín S. 2001. Manual de muestreo de la pesquería pelágica. Inf. Prog. Inst. Mar Perú – Callao. 157: 38pp.
- Brinton, E. 1962. The distribution of Pacific euphausiids. Bull. Scripps Inst. Oceanogr. 8 (2): 51-270.
- Buitrón, B., Perea, A., Mori, J., Sánchez, J. & Roque, C. 2011. Protocolo para estudios sobre el proceso reproductivo de peces pelágicos y demersales. Protocol for studies on the reproductive process of pelagic and demersal fishes. Boletín Instituto del Mar Perú, 38: 373-384.
- Cairns, D. 1987. Seabird as indicators of marine food supplies. Biological oceanography. 5: 261-271

- Carrasco S. 1989. Anfípodos planctónicos del área comprendida entre Paita y norte de Chimbote. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias Biológicas. URP. Perú.
- Chelton D.B., M.H. Freilich, J.M. Sienkiewicz & J.M. Von Ahn. 2006. On the use of QuikSCAT scatterometer measurements of surface winds for marine weather prediction. Monthly Weather Review. 134 (8): 2055–2071.
- Chirichigno, N. 1970. Lista de crústaceos del Perú. Boletin IMARPE, Lima, Perú. 70 pp.
- Chirichigno N. & Vélez J. 1998. Clave para identificar los peces marinos del Perú. Instituto del Mar del Perú. Publicación Especial, Callao, 500 p.
- Chirichigno N. & Cornejo R.M. 2001. Catálogo Comentado de los peces marinos del Perú. Publicación Especial Inf. Inst. Mar Perú. 314 pp.
- Crawford, R.J.M. 1987. Food and population variability in five regions supporting large stocks of anchovy, sardine and hhorse mackerel. En: Payne, A.I.L., Gulland, J.A., Brink, K.H. (Eds). The Benguela and comparable ecosystems. S. Afr. J. Mar. Sci. 5:735 -757.
- Cupp E. 1943. Marine plankton diatoms of the west coast of North America. Bull. Scripps it. Oceangr. 5: 1-237.
- Dewitte B, Gushchina D, duPenhoat Y, Lakeev S. 2002. On the importance of subsurface variability for ENSO simulation and prediction with intermediate coupled models of the Tropical Pacific: A case study for the 1997-1998 El Niño. Geoph. Res. Lett., 29(14), 1666, 10.1029/2001GL014452.
- Domínguez N. et al. 2017. Climatología termohalina frente a las costas del Perú. Periodo: 1981-2010. Informe IMARPE 44(1), pag. 5-13.
- Donlon, C. J, M. Martin, J. Stark, J. Roberts-Jones, E. Fiedler, W. Wimmer, 2012. The Operational Sea Surface Temperature and Sea Ice Analysis (OSTIA) system. Remote Sen. Env., 116, 140-158.
- Einarsson, H. & B. Rojas de Mendiola. 1963. Descripción de huevos y larvas de anchoveta peruana (Engraulis ringens J.). Bol. Inst. Invest. Recurs. Mar. 1(1):1-23.
- Espinoza-Morriberon D., Echevin V., Colas F., Tam J., Ledesma J., Graco M., Vásquez L. 2017. Impact of the El Nino event on the productivity of the Peruvian Coastal Upwelling System. Journal Geophysical Research Oceans, 122 (7): 5423–5444, doi:10.1002/2016JC012439
- Fauchald, K. 1977. The polychaete worms, definitions and keys to the orders, families and genera. Natural History Museum of Los Angeles County: Los Angeles, CA (USA), Science Series. 28:1-188.
- Fischer W., F. Krupp, W. Scheneider, et al. (eds.). 1995. Guia FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacifico centro-oriental. Roma, FAO. Volumen II y III.1199p.
- Folkens, P. & Reeves, R. 2002. Guide to marine mammals of the world. National Auubon Society, New York.
- García- Godos, A. 2001. Patrones morfológicos del otolito sagitta de algunos peces óseos del mar peruano. Boletín Instituto del Mar del Perú 20 (1-2). 83 pp.
- Graco M., Anculle, T., Chaigneau A., Ledesma J., Flores G., Morón, O., Monetti F. & D. Gutiérrez. 2020. Variabilidad espacial y temporal del oxígeno disuelto y de la ZMO en el sistema de afloramiento frente a Perú. Boletín Instituto del Mar del Perú, Volumen
- Gushchina D, Dewitte B, Petrossiants M A. 2000. A coupled ocean-atmosphere model of tropical Pacific: The forecast of the 1997-1998 El Niño Southern Oscillation. Izvestiya atmospheric and oceanic physics. 36(5): 533-554.
- Gutiérrez D., K. Aronés, F. Chang, L. Quipúzcoa & P. Villanueva .2005. Impacto de la variación oceanográfica estacional e interanual sobre los ensambles de microfitoplancton, mesozooplancton, ictioplancton y macrozoobentos de dos áreas costeras del norte del Perú entre 1994 y 2002. Bol. Instituto Mar del Perú-Callao, Vol. 22 / N°. 1 y 2.
- Guzmán, S. & P. Ayón. 1995. Larvas de peces del área norte del mar peruano. Inf. Inst. Mar Perú. 109:1-48.
- Harrison, P. & Peterson, R. 1991. Seabirds: An Identification Guide: A Complete Guide to the Seabirds of the World. Houghton Mifflin Company, Boston.

- Hasle G. & Syvertsen E. E. 1996. Marine diatoms. In: Tomas C. (ed.). Identifying. Marine Diatoms and Dinoflagellates. Academic Press, Inc. San Diego. 1-383pp.
- Hendey, N.I. 1964. An introductory acount of the smaller algae of British coastal waters. Part V: Bacillariophyceae (Diatoms). Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, Fishery Investigations, Series 4. Her Majesty's Stationery Office, London, 317 pp.
- Hobson, K.D. & Banse, K. 1981. Sedentariate and archiannelid polychaetes of British Columbia and Washington. Canadian Bulletin of Fisheries and Aquatic Sciences, 209, 1– 144.
- Hustedt F. 1930. Die Kieselalgen Deutschlands, Osterreichs und der Schweiz mit Beucksichtigung der ubrigen Lander Europas sowie der angerzenden Meerresgebiete.
 En: L. Rabenhorst (ed) Kryptogamenflora von Deutschland, Osterreich und der Schweiz.
 1 Teil. Akat. Verlagsges. Leipzig, Reprint Johnson Rep. Goop, New York 1971: 920 pp.
- Illig S, Dewitte B, Ayoub N, duPenhoat Y, Reverdin G, De Mey P, Bonjean F, Lagerloef G S E. 2004. Interannual long equatorial waves in the Tropical Atlantic from a high resolution OGCM experiment in 1981-2000, J. Geophys. Res. 109 (C2): C02022.
- Informe de las Condiciones Oceanográficas y Biológico-Pesqueras. [en línea]. Instituto del Mar del Perú (ICOBP). 2021. [https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1923492/Informe_GTI_febrero_2021.pd f]
- Jiménez A., R. Marquina & L. Quipúzcoa. 2018. Anfípodos bentónicos Amphilochidea y Senticaudata) en el centro norte de la plataforma continental del Perú. Revista peruana de biología 25(4): 371 – 406. doi: http://dx.doi.org/10.15381/rpb.v25i4.15531
- Jordán, R. & Fuentes, H. 1966. Las poblaciones de aves guaneras y su situación actual. Inf. Inst. Mar Perú 10: 1- 31.
- Kalnay, E., M. Kanamitsu, R. Kistler, W. Collins, D. Deaven, L. Gandin, M. Iredell, S. Saha, G. White, J. Woollen, Y. Zhu, A. Leetmaa, B. Reynolds, M. Chelliah, W. Ebisuzaki, W. Higgins, J. Janowiak, K. Mo, C. Ropelewski, J. Wang, R. Jenne, & D. Joseph. 1996. The NCEP/NCAR 40-Year Reanalysis Project. Bull. Amer. Meteor. Soc., 77, 437–471.
- Lellouche, J.-M., Le Galloudec, O., Drévillon, M., Régnier, C., Greiner, E., Garric, G., Ferry, N., Desportes, C., Testut, C.-E., Bricaud, C., Bourdallé-Badie, R., Tranchant, B., Benkiran, M., Drillet, Y., Daudin, A., and De Nicola, C. 2013. Evaluation of global monitoring and forecasting systems at Mercator Océan, Ocean Sci., 9, 57-81.
- Moscoso, V. 2012. Catálogo de crustáceos decápodos y estomatópodos del Perú. Bol Inst Mar Perú 27(1-2), 2012, 209 p.
- Moser, H. 1996. The Early Stages of Fishes in the California Current Region. California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations Atlas N°33: 1505 pp.
- Matellini B, Tam J, Quispe C. 2007. Modelo empírico para previsión de la temperatura superficial del mar peruano. Rev. peru. biol. 14: 101-108.
- Majluf, P. & Trillmich, F. 1981. Distribution and abundance of sea lions (Otaria byronia) and fur seal (Arctocephalus australis) in Peru. Saugetierkunde 46, 384 393.
- Murphy, RC. 1936. Oceanic bird of South America. America Museum of Natural History. New York. 1245 pp.
- Ocean Biology Processing Group. 2003. MODIS Aqua Level 3 Global Daily Mapped 4 km Chlorophyll a. Ver. 6. PO. DAAC, CA, USA. Dataset accessed [20YY-MM-DD].
- Ochoa, N., B. Rojas de Mendiola & O. Gómez. 1985. Identificación del fenómeno El Niño a través de los organismos fitoplanctónicos. In El Niño, su impacto en la Fauna Marina. Bol. Inst. Mar Perú. Vol. extraordinario.
- Ochoa N. & Gómez O. 1987. Dinoflagellates as indicators of water masses during El Niño, 1982-1983. Journal of Geophysical Research, Vol. 92, Nº C13, 14,355-14,367 pp.
- Ochoa N. & O. Gómez. 1997. Dinoflagelados del mar peruano como indicadores de masas de agua durante los años 1982 a 1985. Boletín Instituto del Mar del Perú, vol. 16, n.º 2, pp. 1 – 60.
- Pond, S. & Pickard, G.L. 1983. Introductory dynamical oceanography. 2nd Edition, Pergamon Press, Oxford.

- Pujol, M.-I., Faugère, Y., Taburet, G., Dupuy, S., Pelloquin, C., Ablain, M., & Picot, N. 2016. DUACS DT2014: the new multi-mission altimeter data set reprocessed over 20 years, Ocean Sci., 12, 1067-1090, doi:10.5194/os-12-1067-2016.
- Quesquén, R. 2005. Moluscos holoplanctónicos heteropoda y pteropoda colectados en noviembre y diciembre de 1996 en el mar peruano. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Ricardo Palma, Lima.
- Quesquén, R. 2017. Moluscos gasterópodos holoplanctónicos en el mar peruano recolectados entre 1994 y 2005. Boletín IMARPE: 32(2).
- Quispe-Ccalluari C, Tam J, Arellano C, Chamorro A, Espinoza-Morriberón D, Romero C & J Ramos. 2017. Desarrollo y aplicación de índices y simulaciones para la vigilancia y el pronóstico a mediano plazo del impacto del ENOS frente a la costa peruana. Inf Int. Mar Perú, 44(1): 28-34.
- Quiñones, J., González Carman, V., Zeballos, J., Purca, S., y Mianza, H. 2010. Effects of El Niño-driven environmental variability on black turtle migration to Peruvian foraging ground. Hydrobiología, 645(1), 69 -79.
- Reyes J.C. 2009. Ballenas, delfines y otros cetáceos del Perú. Una Fuente de Información. Squema-Ediciones. Lima. 159 pp.
- Reynolds, R. W., T. M. Smith, C. Liu, D. B. Chelton, K. S. Casey, & M. G. Schlax, 2007: Daily high-resolution-blended analyses for sea surface temperature. Journal of Climate, 20, 5473–5496, https://doi.org/10.1175/JCLI-D-14-00293.1
- Rojas de Mendiola B., Ochoa N. & Gómez O. 1981. Los dinoflagelados como indicadores biológicos de masas de agua – Fenómeno El Niño 1972. Mem. Seminario sobre Indicadores Biológicos del Plancton. Instituto del Mar del Perú-UNESCO:54-73 p.
- Sánchez S. & E. Delgado. 2001. Programa de Monitoreo de Fitoplancton Potencialmente Toxico en los bancos naturales y zonas de cultivo de mariscos de importancia económica de la costa peruana. V Taller de Floración de Algas Nocivas (FAN). Uruguay 15-18 octubre del 2001.
- Sandoval de Castillo, O. 1979. Distribución y variación estacional de larvas de peces en la costa peruana. Inf. Inst. Mar Perú-Callao N° 63: 61 p.
- Santander, H. 1967. Los euphausidos en la zona de Callao-Chimbote y la composición general del zooplancton en agosto de 1961. Tesis de Licenciatura, Facultad de Biología, UNMSM. Perú.
- Santander, H. & Carrasco, S. 1985. Cambios en el zooplancton durante El Niño 1982-1983 en el área de Chimbote. In: Aguilar AET (ed) I Congreso Nacional de Biología Pesquera, Trujillo, 201-206 pp.
- Santander H. & O. Sandoval de Castillo. 1969. Desarrollo y distribución de huevos y larvas de merluza, Merluccius gayi (guichenot) en la costa peruana. Bol. Inst.Mar Peru-Callao. 2 (3):80-126.
- Santander H. & O. Sandoval de Castillo. 1971. Desarrollo y distribución de huevos y larvas de jurel, Trachurus symetricus murphyi (Nichols) en la costa peruana. Inst.Mar Peru-Callao. 36:23p.
- Santander H. & O. Sandoval de Castillo. 1972. Desarrollo y distribución de huevos y larvas de caballa, Scomber japonicus peruanus (jordan y hubbs) en la costa peruana. Inf. Esp. Inst. Mar Perú-Callao. Nº 103:1-10.
- Santander H. & O. Sandoval de Castillo. 1973. Estudios sobre las primeras etapas de vida de la anchoveta. Inf. Inst. Mar Perú. Callao 41:1-3.
- Santander H. & O. Sandoval de Castillo. 1977. Variaciones en la intensidad del desove de la sardina, Sardinopps sagax sagax (J) en la costa peruana en los años 1966-1973. Bol. Inst. Mar Perú. 3(3): 73-94.
- Santander H. & O. Sandoval de Castillo. 1979. El ictioplancton de la costa peruana. Bol. Inst. Mar Perú. 4(3): 69-112.
- Santander H., Luyo, G., Carrasco, S., Veliz, M. & Sandoval, O. 1981. Catálogo de zooplancton en el mar peruano, primera parte: Área Pisco-San Juan. Boletín Instituto del Mar del Perú. 6:1-75.

- Schaeffer P., I. Pujol, Y. Faugere, A. Guillot, N. Picot. 2016. The CNES CLS 2015 Global Mean Sea surface. Presentation OSTST 2016, http://meetings.aviso.altimetry.fr/fileadmin/user_upload/tx_ausyclsseminar/files/GEO_0 3_Pres_OSTST2016_MSS_CNES_CLS2015_V1_16h55.pdf(last access 2017/01/10)
- Schiller J. 1971. Dinoflagellatae (Peridinea) in monographischer Behandlung.1 Teil. En: L. Rabenhorst (ed) Kriptogamenflora von Deutschland, Osterreich und der Schweiz., Vol. X Flagellatae, Section III3, Part. I. Reprint by Johnson Repr. Corp. New York, London: 617 pp.
- Schulenberg, T., Stotz, D., Lane, D., O'neil, J. & Parker, T. 2009. Aves del Perú. Serie Biodiversidad Corbidi 01. Lima, Perú.
- Sournia A. 1967. Le genre Ceratium (Peridinien Planctonique) dans le Canal de Mozambique. Contribution a une revision mondiale. Vie et Milieu. 18 (2A-A): 375-580 pp.
- Sundström B. 1986. The marine diatom genus Rhizosolenia. A new approach to the taxonomy. Lund, Sweden: 196 pp.
- Tovar S. H & N. Galarza. 1984. Cambios en el régimen alimentario del Guanay (Phalacrocorax bougainvillii (Lesson)). Boletín de Lima, no. 35: 85-91.
- Tovar, S.H., V. Guillén & M.E. Nakama. 1987. Monthly population size of three guano bird species off Peru, 1953 to 1982. In The Peruvian anchoveta and its upwelling ecosystem: three decades of change (Daniel Pauly and Isabel Tsukayama, Eds.). Instituto del Mar del Perú (IMARPE), Callao, Perú; Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ), GmbH, Eschborn, Federal Republic of Germany; and International Center for Living Aquatic Resources Management (ICLARM), Manila, Philippines. ICLARM Studies and Reviews, 15: 208-218.
- Tovar, S.H., D. Cabrera & V. Guillén. 1988. Predación de Piquero (Sula variegata: Aves Sulidae) sobre peces en el litoral peruano. In Recursos y dinámica del ecosistema de afloramiento peruano (Horst Salzwedel and Antonio Landa, Eds.). Boletín Instituto del Mar del Perú [Callao], Volúmen Extraordinario, pp. 329-333.
- Trigo, F. 2011. Patología sistémica veterinaria. 5ta edición. México D.F. México. 99-101pp.
- Trites, A. 1997. The role of pinnipeds in the ecosystem. Pinniped population, Eastern north Pacific: status, tren and issues. Stone. Goebles y Webster (Eds): 31 39. A symposium of the 127th Annual Meeting of the American Fisheries Society. Boston.
- UNESCO. 1981. Programa de plancton para el Pacifico Oriental. Informes de la UNESCO sobre Ciencias del Mar. Informe final del Seminario-Taller realizado en el Instituto del Mar del Peru, Callao 11.
- Vanstreet, R.E., Adornes, A.C., Cabana, A.L., Neymeyer, C., Kolesnikovas, CKM., Dantas, G.P.M., Araujo, J., Catão-Dias, J.L., Gronch, K.R., Silva, L.A., Reisfeld, R.C., Bradaõ, M.L., Xavier, M.O., Viera, O.A.G., Serafini, P.P., Baldassin, P., Canabarro, P.L., Hurtado, R.F., Silva-Fiho, R.P., Campos, S.D.E., Ruoppolo, V. 2011. Manual de campo para a colheita e armazenamento de informações e amostras biológicas provenientes de pinguins de Magalhães (Spheniscus megallenicus). São Paulo Brasil. Centro de Pesquisa e Conservação de aves silvestres. 62 p.
- Vazzoler A E.1982. Manual y métodos para estudios biológicos de populacoes de Peixes. Reproducción y Crecimiento. CNP/PN2, 108 pp.
- Véliz, M. 1981. Sifonóforos como posibles indicadores biológicos. En: Memorias del Seminario sobre indicadores planctónicos del plancton. IMARPE. Callao-Perú, 8-11 setiembre 1980. UNESCO. Oficina Regional de Ciencia y Tecnología para América Latina y el Caribe. Montevideo-Uruguay.
- Zuta, S. & O.G. Guillén. 1970. Oceanografía de las aguas costeras del Perú. Bol. Inst. Mar Perú (2): 157-324.