

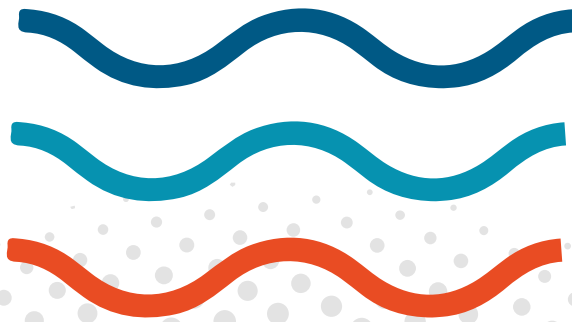


Boletín

CEAZAMar

OCTUBRE

2023





Índice

» ¿QUÉ ES CEAZA? ¿QUÉ ES CEAZAMar?	03
» CRÉDITOS Y AGRADECIMIENTOS	04
» RESUMEN	05
» MENSAJES DESTACADOS	06
» ESTRUCTURA DEL BOLETÍN	07
» DIAGNÓSTICO DE LAS CONDICIONES ATMOSFÉRICAS Y OCEANOGRÁFICAS DE LA REGIÓN DE COQUIMBO	08
» Observaciones de la región Pacífico Sur Oriental	08
» Anomalía Mensual de la Temperatura Superficial del Mar (TSM)	08
» Condiciones Climáticas: Índices El-Niño Chileno (CEN) y El-Niño Este Pacífico (El-Niño EP)	09
» Nivel del Mar	10
» Velocidad y Dirección del Viento	12
» Temperatura Superficial del Mar (TSM)	14
» Clorofila superficial	16
» Observaciones locales	18
» Localización de las estaciones costeras en la Región de Coquimbo	18
» Punta de Choros	19
» Sistema Bahía de Tongoy - Punta Lengua de Vaca	22
» Diagnóstico de los sectores productivos	24
» PRONÓSTICO A CORTO PLAZO	26
» Temperatura Superficial del Mar (TSM), oleaje, mareas y viento	26
» INFOGRAFÍA	27
» GLOSARIO	28
» ANEXOS	32
» Parámetros e instrumentos de las estaciones de monitoreo costeras	32
» Procedencia de los datos analizados	33





» ¿QUÉ ES CEAZA?



El Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas, CEAZA, es un Centro Regional que promueve el desarrollo científico y tecnológico, a través de la realización de ciencia avanzada a nivel interdisciplinario en zonas áridas, ciencias biológicas y ciencias de la tierra y orientado a mejorar la calidad de vida de las personas, promoviendo la participación ciudadana en la ciencia a través de actividades de generación y transferencia del conocimiento.

CEAZA tiene como misión generar y transferir conocimiento científico y tecnológico mediante la comprensión del efecto de las oscilaciones climáticas en el ciclo hidrológico y la productividad (natural y bajo cultivo) en ecosistemas terrestres y marinos, colaborando en la educación en ciencia y tecnología, y el desarrollo sostenible de territorios áridos.

La investigación y vinculación que desarrolla CEAZA está orientada a mejorar la calidad de vida de las personas y actividades productivas y no productivas de la Región de Coquimbo, promoviendo la participación ciudadana en la ciencia a través de acciones de generación y transferencia del conocimiento.

» ¿QUÉ ES CEAZAMar?



CEAZAMar es una unidad de investigación y desarrollo de CEAZA creada el año 2021, destinada a implementar y mantener un sistema de observación y predicción de las condiciones oceanográficas y la salud del océano en la Región de Coquimbo.

CEAZAMar, a través de la transferencia de los resultados científicos y tecnológicos, busca generar un impacto en la competitividad de empresas locales (pesca, acuicultura, turismo, entre otros), en la planificación del territorio marítimo, y en general, en apoyar con evidencia científica la toma de decisiones de actores de los sectores público y privado.

CEAZAMar tiene como objetivos principales:

- ✓ Obtener información de variables oceanográficas relevantes a partir de estaciones oceanográficas y procesamiento de imágenes satelitales para monitorear la circulación oceánica y estudiar los procesos asociados a su variabilidad.
- ✓ Generar productos de modelos numéricos y estadísticos, incluyendo pronósticos a corto y mediano plazo.
- ✓ Ayudar a los usuarios del mar y las diferentes actividades productivas de la Región de Coquimbo en la toma de decisiones a partir del uso y aplicación de la información que provean las observaciones y proyecciones.
- ✓ Ser un instrumento público de apoyo a procesos de adaptación productiva y socio-ecológica ante escenarios de cambio climático de la Región de Coquimbo.

!NUEVA WEB!

» Para saber más sobre CEAZAMar, ingresa a:

WWW.CEAZAMAR.CL





» CRÉDITOS Y AGRADECIMIENTOS



El Boletín CEAZAMar es un producto del proyecto R20F0008 “Programa de Investigación para la Planificación de la Acción Climática” (CLAP), adjudicado en el año 2021 a CEAZA por el “Concurso de Fortalecimiento al Desarrollo Científico de Centros Regionales 2020” de la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo (ANID).

El Boletín del CEAZAMar además cuenta con el patrocinio del Gobierno Regional de Coquimbo y el apoyo de la Universidad Católica del Norte (UCN), OSTIMAR S.A., el Servicio Nacional de Pesca (SERNAPESCA), la Asociación de Industriales Pesqueros (AIP) y el Programa Transforma MASMAR.

CONTACTO:

✉ ceazamar@ceaza.cl

🖱 www.ceazamar.cl



Si usted o alguno de sus contactos desea recibir las próximos Boletines CEAZAMar en su correo electrónico, por favor, use el siguiente **LINK**.

Si desea desuscribirse y no recibir las futuras versiones del Boletín CEAZAMar en su correo electrónico, por favor, escriba a ceazamar@ceaza.cl

EQUIPO CEAZAMar

Coordinador general:

Orlando Astudillo

Monitoreo, análisis atmosféricos, oceanográficos y productivos:

Víctor Aguilera, Claudio Álvarez, Orlando Astudillo, José Luis Castro, Boris Dewitte, Lucas Glasner, Jorge Inostroza, Leonel Navas, Cristian Orrego, Esteban Quevedo, Marcelo Rivadeneira, José Rutllant.

Transferencia y Vinculación:

Pilar Molina

Comunicación:

Marcela Zavala, Catalina Velasco

Divulgación y difusión:

Valentina Aliste, Paloma Núñez, José Luis Rojas

Diseño y diagramación:

Janina Guerrero

Diseño y mantención de plataforma web:

Carlo Guggiana y Pablo Salinas

Comité externo:

Guillermo Molina (Programa Transforma MASMAR), Héctor Téllez (Asociación de Industriales Pesqueros)

Equipo directivo CEAZA:

Carlos Olavarría, Claudio Vásquez

Agradecimientos:

Proyecto Fondecyt 11190999

Citar como:

Boletín CEAZAMar - Octubre (2023).
Análisis de las Condiciones Atmosféricas y Oceanográficas de la Región de Coquimbo (Junio - Agosto 2023). 34 páginas.
DOI: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.24456835>





» RESUMEN



El presente Boletín CEAZAMar contiene un diagnóstico de las condiciones atmosféricas y oceánicas generales del Pacífico Suroriental, y en detalle para la Región de Coquimbo durante el trimestre comprendido entre el 1 de junio y el 29 de agosto de 2023. Adicionalmente, se provee un primer diagnóstico del sector productivo del recurso loco a lo largo de la región.

Para el período comprendido entre junio y agosto de 2023 se aprecia un calentamiento significativo de la superficie del mar en el Pacífico oriental, consistente con el desarrollo del fenómeno de El Niño. Inicialmente el fenómeno partió como una anomalía cálida próxima a la costa de Perú y Ecuador para luego expandirse durante este trimestre hacia el pacífico central y sur-oriental. A nivel nacional, el mayor calentamiento del mar se observó en la región de Antofagasta con una anomalía mensual máxima de 2.8°C durante el mes de agosto, alcanzando solo a 2°C en la región de Coquimbo.

Los índices de El Niño, tanto para la región central como la costa este del Pacífico ecuatorial, registraron un alza sostenida desde junio a agosto. Actualmente las agencias internacionales de pronóstico proyectan con un 95 y 80% de probabilidad, el incremento de las condiciones El Niño para el verano austral y su permanencia en los meses de marzo a mayo de 2023, respectivamente.

La ocurrencia de un El Niño costero fuerte en los primeros meses del año no permitió establecer una relación entre las ondas ecuatoriales y la variabilidad del nivel del mar a lo largo de la costa de Perú y Chile. Sin embargo, a partir de julio el nivel del mar ha subido significativamente frente a Coquimbo en relación con la fase de hundimiento de una onda ecuatorial de Kelvin generada en el Pacífico oeste en el mes de mayo 2023, situación que ha continuado con otra onda de este tipo generada en agosto.

El viento en la región durante el trimestre fue principalmente viento Sur, alcanzando hasta un 77% en Isla Chañaral, mientras la ocurrencia de direcciones Norte fue menor que en el invierno anterior. Se destacan los períodos del 10 al 17 de junio y del 23 de julio al 1 de agosto con velocidades en mar abierto que superaron algunos días los 10 m/s (19.4 nudos). Estos períodos, como es habitual, fueron seguidos de relajaciones del viento sur y la aparición de vientos del norte. Dentro de estos últimos se destaca el período entre el 3 y el 10 de agosto con velocidades inferiores a 5 m/s (9.7 nudos).

Consistentemente con el desarrollo de El Niño y el aumento en el nivel del mar, los satélites registraron mayores temperaturas superficiales del mar, alcanzando valores cercanos a 16°C en mar abierto y costa durante gran parte del trimestre, correspondientes a anomalías en torno a los 2 °C. Como consecuencia de la surgencia generada por los fuertes vientos Sur entre el 10 y el 17 de junio, las temperaturas del mar descendieron hasta cerca de los 13°C frente a Tongoy y en la gran bahía de Coquimbo. Sin embargo, los pulsos de surgencia

observados fueron en general breves y poco intensos, predominando mayoritariamente las temperaturas cálidas propias de “El Niño”.

Similarmente, la concentración de clorofila medida por el satélite fue levemente inferior a la observada en igual periodo de 2022. No obstante, se destacan las localidades de Punta de Choros, Bahía de Coquimbo y Tongoy por presentar máximos esporádicos diarios de clorofila a partir de la segunda mitad de agosto, en particular el día 21 de agosto en Tongoy con 39.8 mg/m³ y en bahía de Coquimbo con 19.4 mg/m³.

En Punta Choros se destaca el índice de surgencia derivado de los fuertes vientos del sur de los días 10 y 11 de junio con un transporte de 1.6 m³/s, el cual evolucionó a la condición opuesta (hundimiento) el 18 de junio, siguiendo a un breve evento de viento norte. El Índice de surgencia derivado del enfriamiento integrado a consecuencia de este mismo evento de viento sur alcanzó 2.7°C. El enfriamiento diario correspondiente a este mismo evento de surgencia en la bahía de Tongoy alcanzó anomalías frías de aproximadamente 1.3°C, las que persistiendo durante 8 días involucraron un enfriamiento integrado de 7.6°C.

Productos de labores de mantenimiento, las observaciones obtenidas desde la balsa CEAZA en la bahía de Tongoy presentan registros solo para el mes de junio e inicios de julio. Estas mediciones parciales reflejan el notorio aumento de la temperatura del agua que alcanzó aproximadamente 14.5 y 14°C a inicios de junio y julio, respectivamente. Estas temperaturas superan en un grado lo observado en igual periodo de 2022.

Producto de la surgencia costera forzada por la intensificación del viento entre el 9 al 14 de junio, se observó en la bahía una reducción en la temperatura que alcanzó los 13°C. Este evento también redujo el oxígeno disponible, desde valores superiores o cercanos al promedio hasta un mínimo a fines del evento de surgencia. En cuanto a la clorofila se observaron valores excepcionalmente bajos, inferiores a lo observado a igual periodo durante los años 2022 y 2023.

Se proporciona un análisis detallado de los desembarques del recurso marino loco en la región de Coquimbo, utilizando registros históricos de SERNAPESCA y SUBPESCA. Se analizó la dinámica extractiva en diferentes zonas, destacando el área de manejo y explotación de recursos bentónicos de Punta de Choros como la de mayor disponibilidad de este recurso, superando los 300.000 individuos extraídos anualmente durante los años 2000-2017. Así mismo, se puede apreciar una reducción de los desembarques desde el año 2018, con cuotas de extracción menores a los 150 mil individuos anuales, hasta la actualidad. En los próximos boletines, se continuará analizando el proceso extractivo del loco y las variables ambientales donde se desarrolla, con el propósito de comprender su dinámica tanto anual como en el largo plazo.



» MENSAJES DESTACADOS

**1**

En este boletín el fenómeno del Niño se muestra mucho más claro que en el trimestre anterior, especialmente en lo que respecta a las anomalías cálidas de otros lugares lejos de la costa de Perú y Ecuador. Las predicciones de la NOAA indican con amplias probabilidades que la condición cálida de El Niño se incrementará durante el verano y mantendrá hasta el otoño del próximo año.

2

A nivel satelital, las máximas anomalías cálidas se observaron en la región de Antofagasta, sin embargo la región de Coquimbo muestra a partir de julio anomalías cercanas a 2°C en casi todas las localidades.

3

Las mediciones obtenidas en la bahía de Tongoy, disponibles sólo hasta inicios de julio, reflejan el notorio aumento de la temperatura del mar con valores por sobre la variabilidad histórica que alcanzaron aproximadamente 14.5 y 14°C a inicios de junio y julio, respectivamente. Estas temperaturas superan en un grado lo observado durante el 2022.

4

El régimen de viento sur se observó en general más débil que en los años precedentes, lo cual reduce el transporte y eficiencia de la surgencia costera, como se documentó en las localidades de Punta de Choros y Tongoy. Con respecto al año anterior se observa un menor número de eventos de viento norte, especialmente porque los sistemas frontales de la zona central no alcanzaron significativamente la región de Coquimbo.

5

Los eventos de surgencia del periodo, mitigaron el calentamiento, registrando reducciones de temperatura y oxígeno en los eventos con máximos de viento como se observó entre el 9 y 14 de junio en la bahía de Tongoy.

6

La clorofila se observa en valores excepcionalmente bajos, si bien las bajas concentraciones del periodo son esperables para los meses de invierno por la reducción de la radiación solar, los valores medidos hasta principios de junio en Tongoy resultan mucho más bajos a lo observado a igual fecha durante los años 2021 y 2022, lo cual se corrobora a partir de las mediciones satelitales.

» PRONÓSTICOS REGIONALES Y LOCALES

CEAZAMar provee pronósticos regionales y locales para la Región de Coquimbo para los próximos 10 días de viento en superficie, Temperatura Superficial del Mar (TSM), oleaje y mareas (ver en www.ceazamar.cl). Más información sobre cómo se construyen los pronósticos en la página xx de este boletín.

Pronóstico Temperatura Superficial del Mar (TSM), viento, oleaje y mareas

AQUÍ



» ESTRUCTURA DEL BOLETÍN



El Boletín CEAZAMar surge del quehacer científico desarrollado en el borde costero y del océano de la Región de Coquimbo por el Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA). Este boletín busca constituirse como una **herramienta de orientación y consulta** para las múltiples actividades productivas y no productivas que tienen lugar en las costas de la Región de Coquimbo.

Para tal efecto, el Boletín provee información de variables del sistema atmosférico y oceanográfico que resultan **clave para la planificación de las actividades en el mar**, con el fin de mejorar la toma de decisiones de los usuarios, y aportar a la capacidad adaptativa de las comunidades costeras frente a la variabilidad ambiental y climática.

A través de información satelital y de equipos de monitoreo desplegados a lo largo de la costa de la Región de Coquimbo, este Boletín provee información relativa al **viento, temperatura superficial del mar (TSM), productividad**

biológica marina, entre otras, las cuales se relacionan con el estado del mar y la ocurrencia de surgencia costera (viento), productividad (concentración de clorofila), y presencia o ausencia de distintas facetas de El Niño.

Este análisis atmosférico y oceanográfico trata de representar la heterogeneidad espacial y temporal de las condiciones hidrográficas costeras que alberga la Región de Coquimbo. Esto a través del uso de mapas y series de tiempo y análisis trimestrales de dichas variables ambientales, para múltiples localidades de la región, tales como Isla Chañaral, Punta de Choros, Bahía de Coquimbo, Bahía de Tongoy, Punta Lengua de Vaca, La Cebada, Huentelauquén y Los Vilos.

Finalmente, se vincula el diagnóstico de las condiciones atmosféricas y oceanográficas de la Región de Coquimbo con los indicadores de productividad acuícola disponibles para el periodo de interés.



» DIAGNÓSTICO DE LAS CONDICIONES ATMOSFÉRICAS Y OCEANOGRÁFICAS DE LA REGIÓN DE COQUIMBO

Observaciones de la región Pacífico Suroriental

Anomalia mensual de la temperatura superficial del mar (TSM)

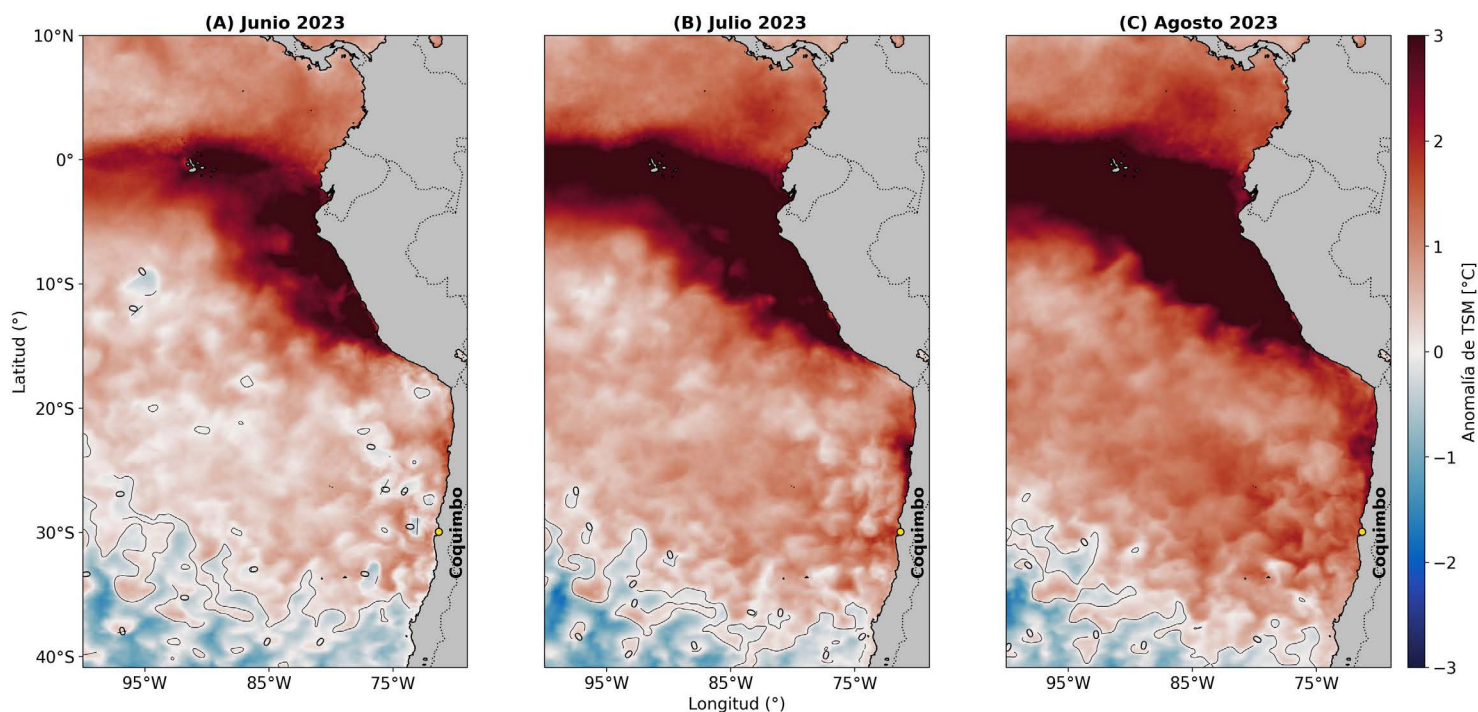


Figura 1. Anomalia mensual de la temperatura superficial del mar (TSM) (°C) de (A) junio de 2023, (B) julio de 2023 y (C) agosto de 2023 para la costa occidental de Sudamérica. Las anomalías de TSM se calculan con respecto al periodo 2007-2022. Los colores rojos en el mapa indican zonas en las que la TSM mostró valores por encima del promedio histórico de ese mes, mientras que los colores azules señalan TSMs por debajo del promedio histórico de ese mes. Los contornos punteados indican las regiones en que la anomalía de TSM es igual a cero (valores similares al promedio histórico de 2007-2022). Se muestra con un punto amarillo la localidad de Coquimbo.

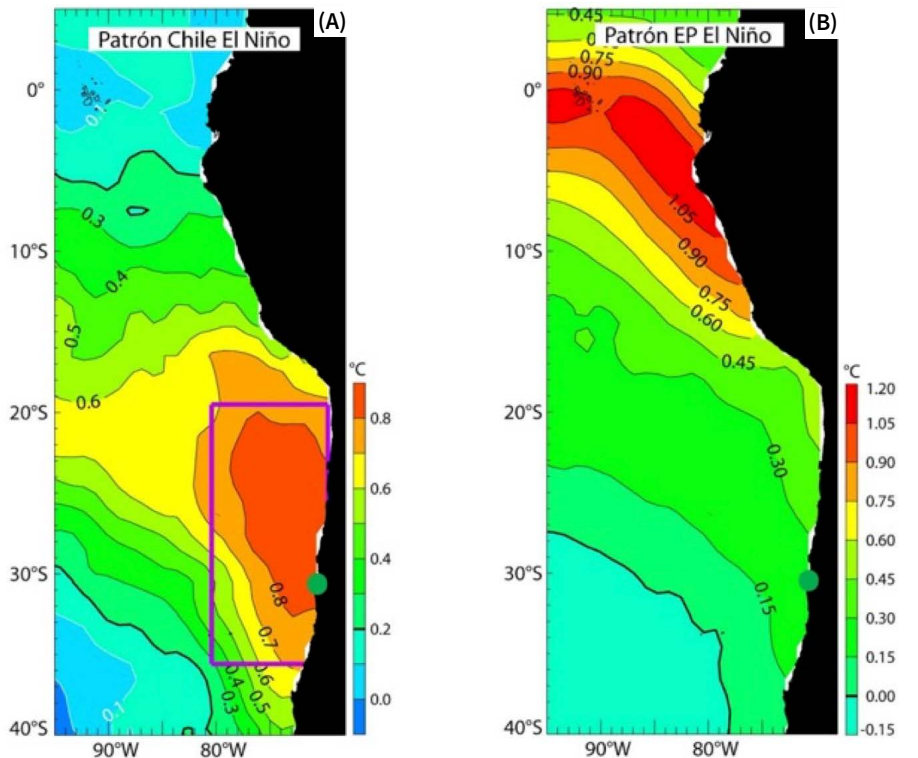
Para el período comprendido entre junio y agosto de 2023 se aprecia un calentamiento significativo del Pacífico Oriental, consistente con el desarrollo del fenómeno del Niño (ver boletines julio 2023 y abril 2023). Inicialmente el fenómeno partió como una anomalía cálida próxima a la costa de Perú y Ecuador para luego expandirse durante este trimestre hacia el Pacífico Central y sur-oriental. Para el mes de junio el alza de la temperatura del agua se concentraba en la costa

de Ecuador, pero ya en julio y agosto se ampliaron en la banda tropical con anomalías mensuales máximas de 4.5°C en esas latitudes. A nivel nacional, el mayor calentamiento se observa en la región de Antofagasta con una anomalía mensual máxima de 2.8°C, mientras que la región de Coquimbo presentó valores de 2°C por sobre su promedio histórico.

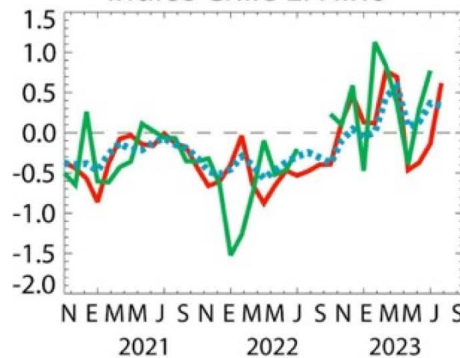


Condiciones climáticas: Índices Chile El Niño (CEN) y El Niño Pacífico Este (El Niño EP)

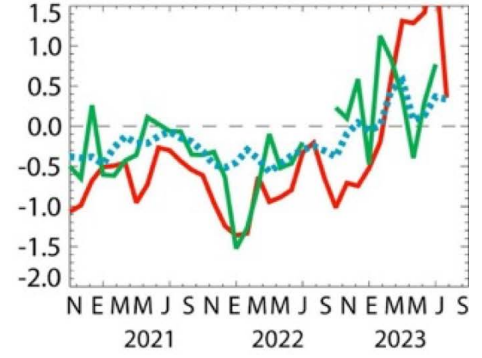
Figura 2. Patrones e índices climáticos para la Región de Coquimbo: (A) Patrón del modo climático Chile El Niño (CEN). Colores y contornos indican anomalías de temperatura superficial del mar (TSM) en °C. (B) Patrón del modo climático El Niño (EN) del Pacífico Este. Colores y contornos indican anomalías de temperatura superficial del mar (TSM) en °C. (C) Comparación de la evolución del índice Chile El Niño (CEN) (rojo), de las anomalías de la temperatura superficial del mar (TSM) en Tongoy entre las observaciones (en verde) y la solución de un modelo estadístico (en azul punteado) entre noviembre de 2020 y agosto de 2023. El modelo estadístico está basado en una regresión multilínea para las anomalías de TSM en Tongoy usando como predictores los dos índices climáticos (CEN y EN). (D) Comparación de la evolución del índice El Niño del Pacífico Este (en rojo) de las anomalías de la TSM en Tongoy para las observaciones (en verde) y la solución de un modelo estadístico (en azul punteado) entre noviembre de 2020 y agosto de 2023. Las anomalías en temperatura superficial del mar (TSM) fueron calculadas usando como referencia el período comprendido entre 1960 y 2019.



Índice Chile El Niño



Índice EP El Niño



Los distintos modos climáticos que se encuentran en el Pacífico Sudeste condicionan las características de la circulación costera y por ende el ambiente a gran escala a lo largo de la costa de Chile central. Después de las condiciones frías prolongas en el Pacífico ecuatorial, hemos evolucionado hacia condiciones cálidas desde el principio del año. Eso se traduce en un incremento significativo del índice EP desde Febrero 2023 reflejando el desarrollo de un El Niño costero frente a Perú con su máximo de anomalías en mayo 2023. El índice EP ha seguido creciendo indicando una evolución hacia un El Niño del Pacífico este de fuerza moderada a fuerte a pesar que su evolución en los últimos dos meses (julio-agosto) indican una debilitación. El índice CEN por otra parte no ha mostrado incremento significativo a pesar que las anomalías frente a Chile se han aumentado ligeramente. Es probable que el índice CEN se incremente más en los próximos meses con el desarrollo de las condiciones El Niño en los trópicos.



EL NIÑO: Es un fenómeno climático que se desarrolla en el Océano Pacífico tropical. Está asociado a un debilitamiento de los vientos alisios, lo cual produce ondas oceánicas de hundimiento que se propagan a lo largo del ecuador hacia el este y que profundizan la termoclina, produciendo un calentamiento. La ubicación de la zona a lo largo del ecuador en la que aumenta la temperatura de la superficie del mar (TSM), define si estos eventos se llaman El Niño del Pacífico Central o El Niño del Pacífico Este. Los El Niño del Pacífico Este son los más intensos y los que más influyen la costa de Chile. Estos eventos en general son seguidos por una fase fría (La Niña), lo que resulta en una oscilación conocida por el nombre de El Niño Oscilación del Sur (ENOS). Eventos de calentamiento a escala más regional han sido también llamados “eventos El Niño”, como los que ocurren a lo largo de Perú (El Niño costero) o de Chile (Chile El Niño). Estos eventos son más breves y se relacionan con procesos locales de interacción océano-atmósfera.

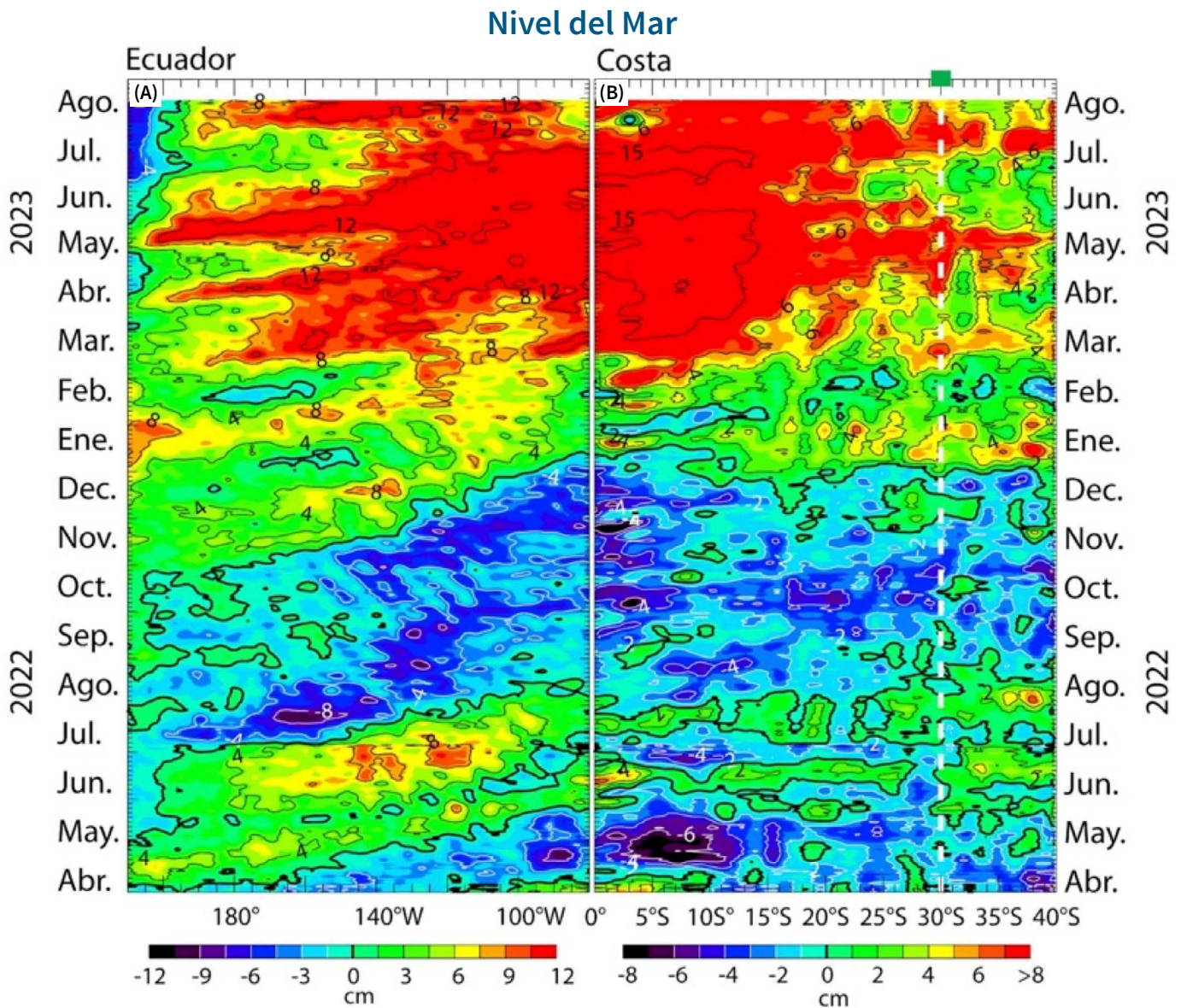


Figura 3: Evolución de las anomalías del nivel del mar a lo largo (A) del Ecuador y (B) de la costa para el período comprendido entre el 1 abril de 2022 al 31 de agosto de 2023. Los cambios en el nivel del mar se muestran en centímetros (cm).

La evolución de la actividad de ondas de Kelvin ecuatoriales indican que desde marzo 2023 hemos entrado en un periodo cálido con un serie de ondas de downwelling de amplitud significativa (> 8 cm). No obstante esta actividad no explica la intensa subida del nivel del mar frente a Perú a partir de febrero-marzo, la cual corresponde a la ocurrencia de un El Niño costero fuerte. Es solamente a partir de abril-mayo que podemos establecer una relación entre las ondas ecuatoriales y la variabilidad a lo largo de la costa de Perú y Chile. En particular desde julio, el nivel del mar ha subido significativamente frente a Coquimbo en relación con la onda de kelvin ecuatorial generada en el Pacífico oeste en Mayo 2023. Esa subida debería persistir los próximos meses en relación con la onda de Kelvin de hundimiento generada en agosto.



ONDAS DE KELVIN: Ondas que se generan en la zona ecuatorial del océano Pacífico a consecuencia de las variaciones en los vientos alisios que soplan desde el este al oeste. Una vez generadas, estas ondas viajan hacia el ecuador (este) modulando a la vez el nivel del mar y la profundidad de la termoclina. Al alcanzar la costa en el ecuador, estas se desplazan hacia los polos, pegadas a la línea costera haciendo subir el nivel y temperatura del mar. Dado que las costas de Chile y Perú suelen ser frías por el efecto de la corriente de Humboldt y la surgencia costera, las perturbaciones en la temperatura del mar generadas por la ondas de Kelvin pueden tener importantes consecuencias en la biología y propiedades del mar en las costas de estos países.





Velocidad y dirección del viento

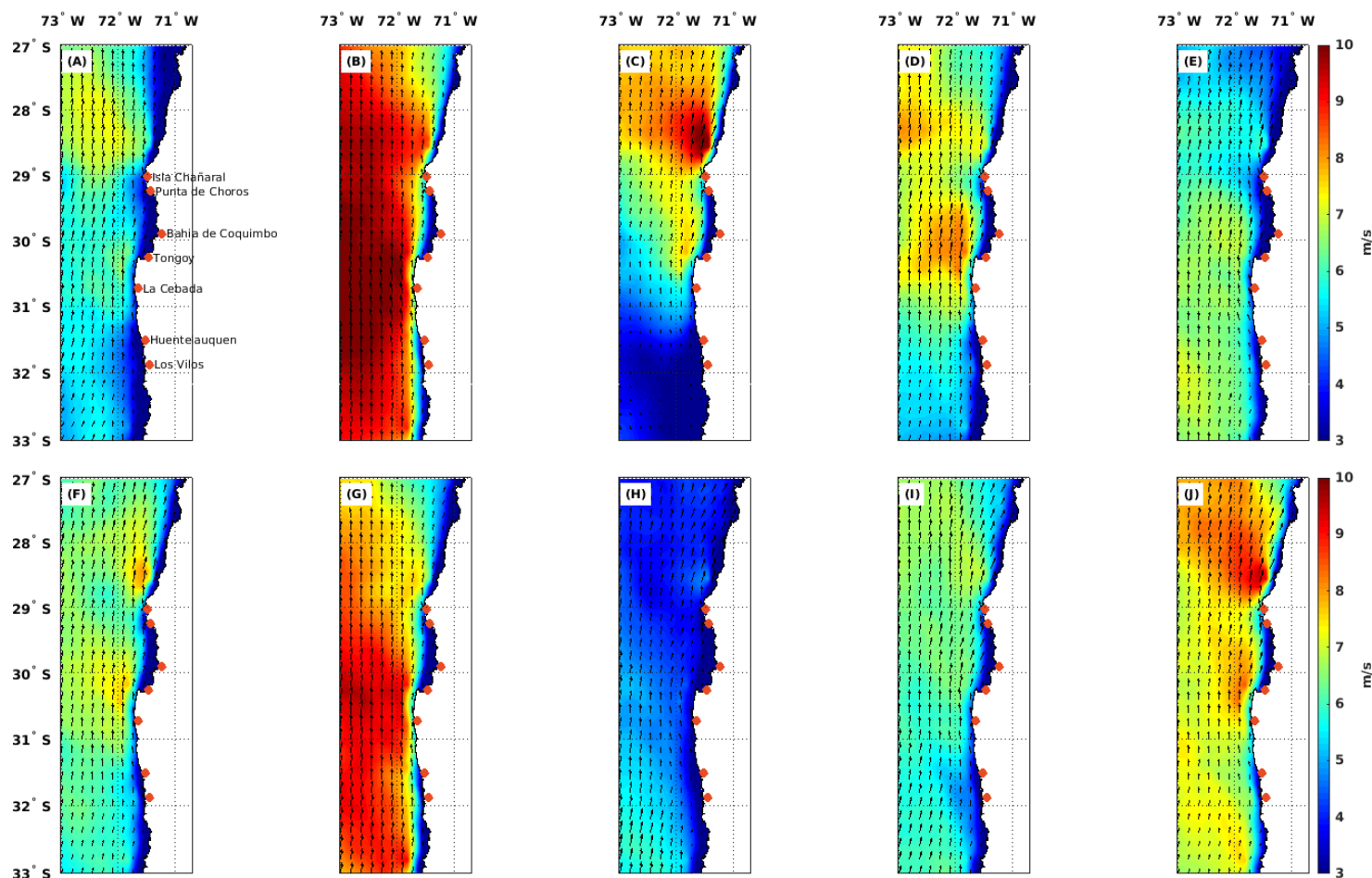


Figura 4. Promedio de la velocidad (m/s) y dirección de viento estimada a través de la observación satelital a 10 metros sobre el nivel del mar frente a la Región de Coquimbo desde el 1 de junio al 29 de agosto de 2023. Cada imagen muestra el promedio para ambas variables (velocidad y dirección de viento) para un periodo de 9 días (A) 1-jun-2023 a 9-jun-2023 (B) 10-jun-2023 a 18-jun-2023, (C) 19-jun-2023 a 27-jun-2023, (D) 28-jun-2023 a 05-jul-2023, (E) 6-jun-2023 a 14-jul-2023, (F) 15-jul-2023 a 23-jul-2023, (G) 24-jul-2023 a 2-ago-2023, (H) 3-ago-2023 a 11-ago-2023, (I) 12-ago-2023 a 20-ago-2023, y (J) 21-ago-2023 a 29-ago-2023. Se muestran con puntos rojos las localidades de Isla Chañaral, Punta de Choros, bahía de Coquimbo, bahía de Tongoy, La Cebada, Huentelauquén y Los Vilos.

En promedio, para el período comprendido entre junio y agosto del 2023 los vientos se observaron predominantemente de dirección sur, favorables a la surgencia, variando entre períodos de relajación e intensificación. A diferencia del año anterior (ver boletín octubre 2022) el invierno de 2023 muestra una mayor prevalencia del viento sur y de mayor intensidad, lo cuál está principalmente explicado por la ausencia de sistemas frontales que alcancen la región.

Para el trimestre en revisión se destacan los períodos del 10 al 18 de junio y del 24 de julio al 2 de agosto (Figuras 4B y G) por presentar los máximos vientos con velocidades superiores a 10 m/s (19.4 nudos) en mar abierto. Análogamente se destaca el período del 3 al 11 de agosto (Figura 4H) por presentar los menores vientos del trimestre, con valores inferiores a 5 m/s (9.7 nudos).

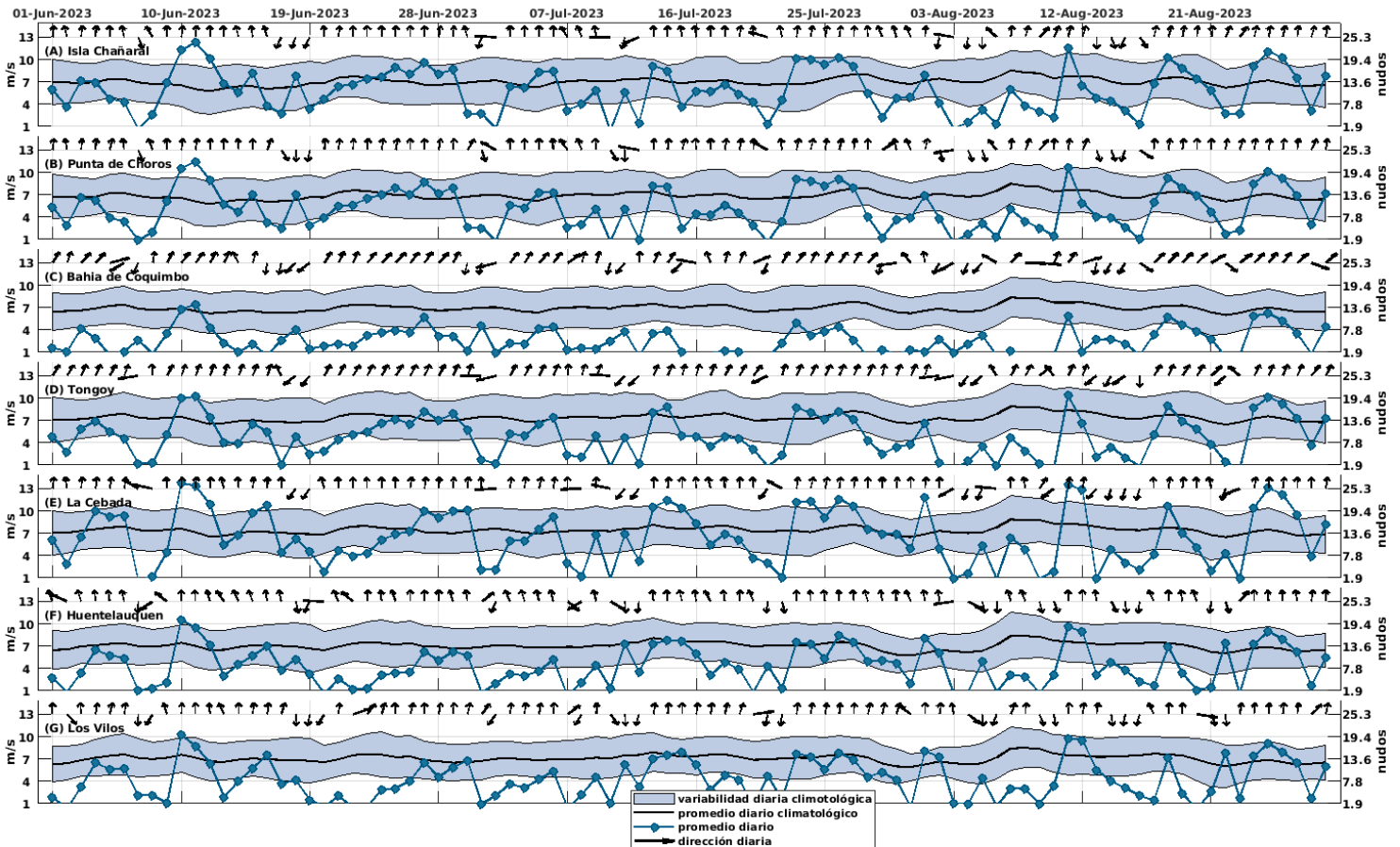


Figura 5. Series diarias de la velocidad (curva azul) y dirección (vectores) del viento promedio diario satelital (m/s y nudos) para las localidades de (A) Isla Chañaral, (B) Punta de Choros, (C) bahía de Coquimbo, bahía de Tongoy, La Cebada, (F) Huentelauquén y (G) Los Vilos desde el 1 de junio al 29 de agosto del 2023 (curva azul punteada). Adicionalmente, se incluye el promedio diario histórico de velocidad de viento de viento (curva negra) y su anomalía (sombreado azul), es decir, su desviación estándar respecto al periodo histórico comprendido entre el año 2008 y 2022.

El análisis de viento satelital indica que las localidades costeras fueron afectadas en conjunto por los mismos eventos de intensificación y relajación, sólo mostrando diferencias significativas en magnitud. Se destaca el evento del 10 de junio que registró el máximo de viento sur del trimestre, alcanzando 13 m/s (25 nudos) de magnitud en Isla Chañaral (Figura 5A). Asimismo, pero de menor duración, destaca el 11 de agosto alcanzando también máximos de 13 m/s (25 nudos) en la localidad de La Cebada. Contrasta la bahía de Coquimbo por presentar vientos de mucha menor intensidad que el resto de localidades, especialmente durante el mes de

julio, donde las velocidades en promedio no superaron los 7 m/s (14 nudos).

Respecto a la dirección del viento se destaca que la totalidad de las localidades presentaron vientos sur, favorables a la surgencia, por alrededor de un 70% del trimestre. En particular destaca la localidad de Isla Chañaral por presentar un 77% del trimestre en esta condición. Los eventos de viento norte fueron menores que en el año anterior (ver boletín octubre 2022), destacando sólo la localidad de Los Vilos por presentar un 23% de trimestre con vientos del norte.



Temperatura superficial del mar (TSM)

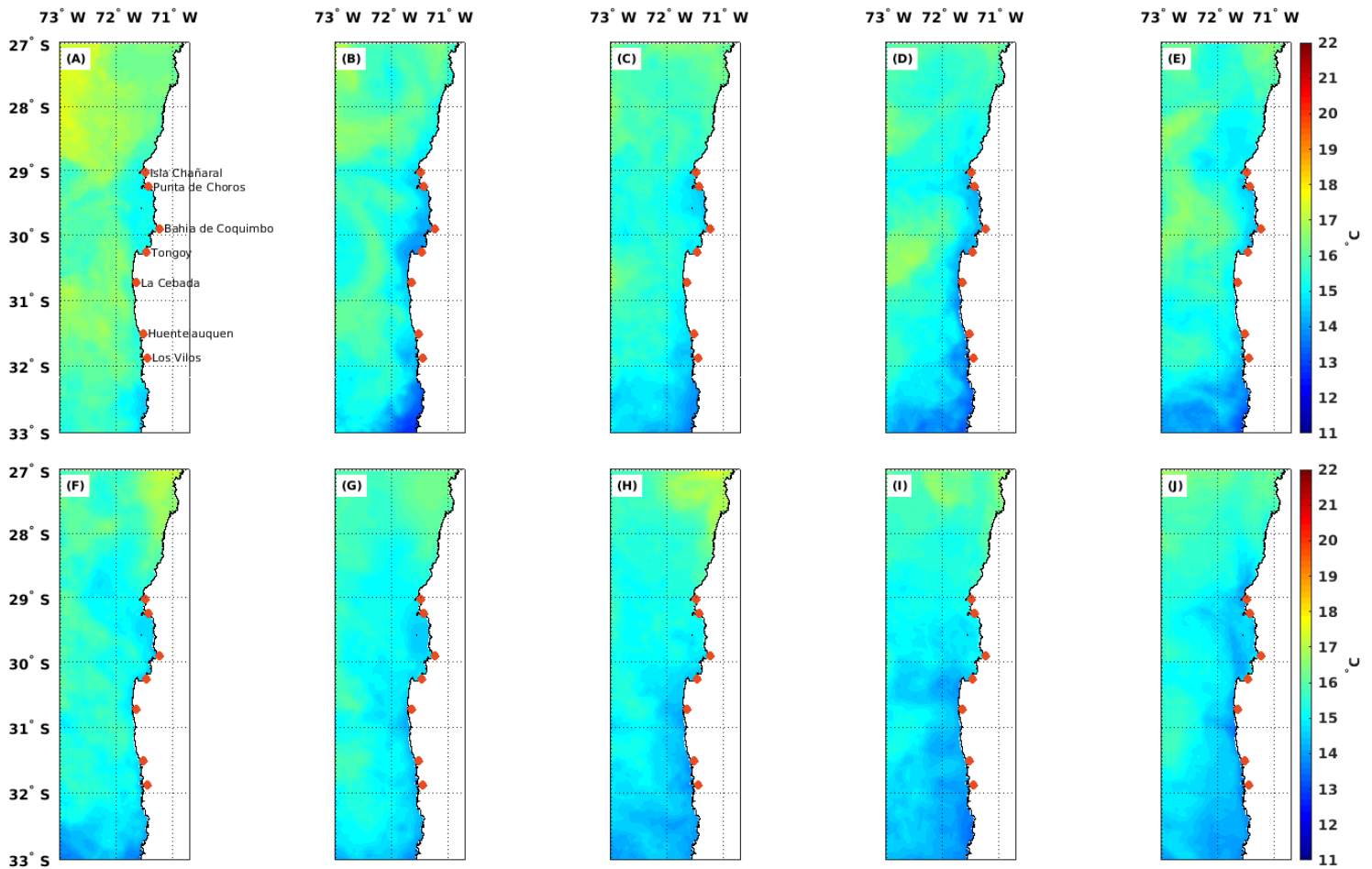


Figura 6. Temperatura superficial del mar (TSM) (°C) estimada a través de la observación satelital de la superficie oceánica frente a la Región de Coquimbo desde el 1 de junio al 29 de agosto de 2023. Cada imagen muestra el promedio para la TSM para un período de 9 días (A) 1-jun-2023 a 9-jun-2023 (B) 10-jun-2023 a 18-jun-2023, (C) 19-jun-2023 a 27-jun-2023, (D) 28-jun-2023 a 05-jul-2023, (E) 6-jul-2023 a 14-jul-2023, (F) 15-jul-2023 a 23-jul-2023, (G) 24-jul-2023 a 2-ago-2023, (H) 3-ago-2023 a 11-ago-2023, (I) 12-ago-2023 a 20-ago-2023, y (J) 21-ago-2023 a 29-ago-2023. Se muestran con puntos rojos las localidades de Isla Chañaral, Punta de Choros, bahía de Coquimbo, bahía de Tongoy, La Cebada, Huentelauquén y Los Vilos. Se muestran con puntos rojos las localidades de Isla Chañaral, Punta de Choros, Bahía de Coquimbo, Bahía de Tongoy, La Cebada, Huentelauquén y Los Vilos.

Consistente con la estacionalidad de la región se observa una disminución de la temperatura superficial del mar a medida que se desarrolla el invierno austral. Mayores temperaturas se observan durante este trimestre en comparación con el año anterior, alcanzando valores cercanos a 16°C en mar abierto y costa para gran parte del trimestre. Este comportamiento se explica principalmente por la transición a la fase positiva de la oscilación del El Niño (ver boletín octubre 2022 y figura 1 del presente documento).

Respecto a eventos puntuales destaca el período del 10 al 18 de junio (figura 6B) donde un evento de surgencia mantuvo las temperaturas cercanas a 13°C en el sur de la región y en la gran bahía de Coquimbo. Análogamente destaca la zona norte de la región en el mes de julio y agosto (figuras 6E, F, G, H, I y J) por presentar temperaturas entre 16°C y 17°C en mar abierto, casi 2°C superior al promedio histórico de estas fechas.

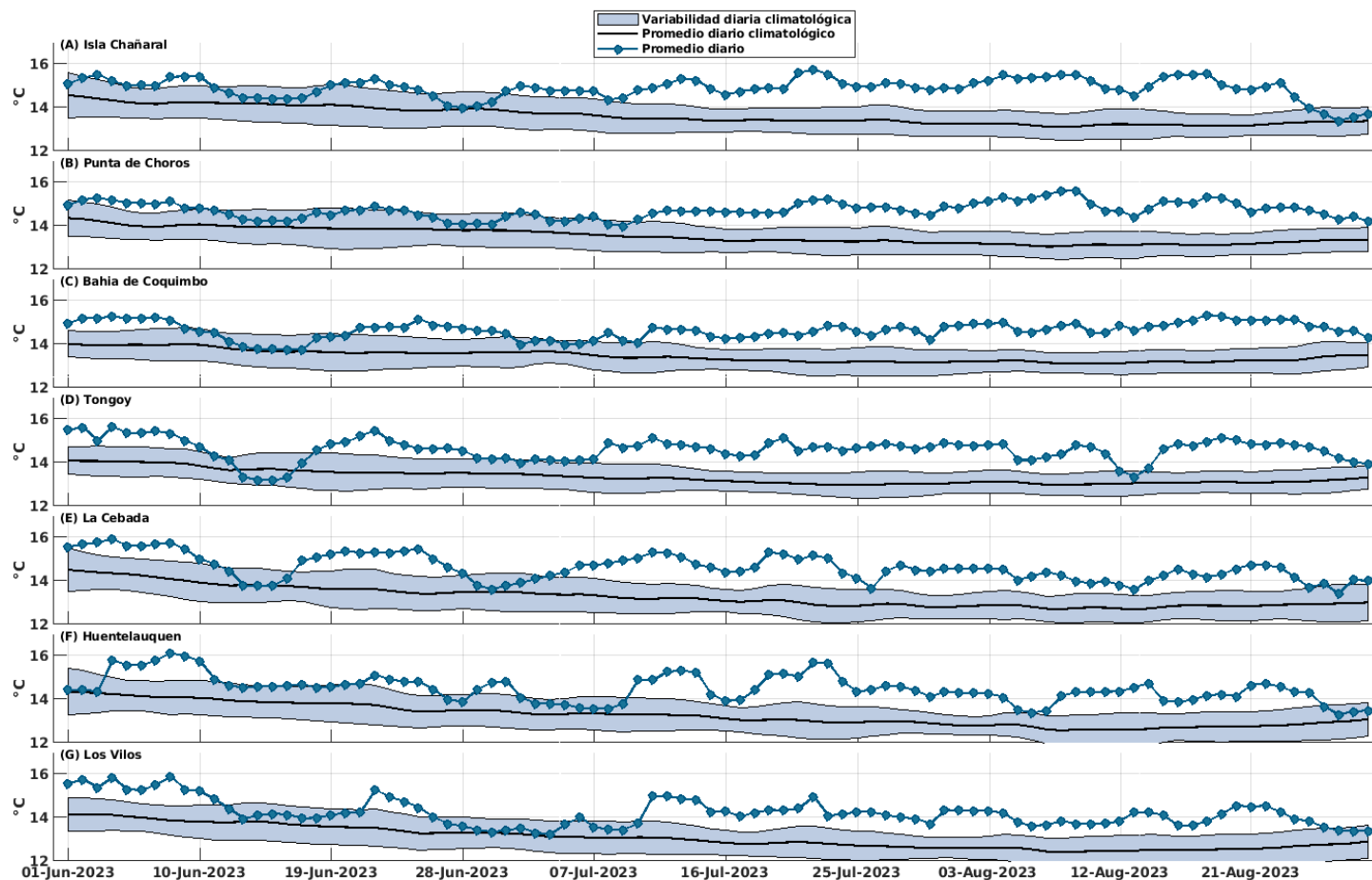


Figura 7. Series diarias de la temperatura superficial del mar (TSM) ($^{\circ}\text{C}$) para las localidades de (A) Isla Chañaral, (B) Punta de Choros, (C) Bahía de Coquimbo, (D) Bahía de Tongoy, (E) La Cebada, (F) Huentelauquén y (G) Los Vilos desde el 1 de junio al 29 de agosto de 2023 (curva azul punteada). Promedio diario histórico de TSM (curva negra) y desviación estándar (sombreado azul) calculados entre 2003 y 2020.



TEMPERATURA DEL AGUA: La temperatura del agua depende de la radiación solar, la latitud, y de otros procesos atmosférico-oceanográficos de diferente escala espacial y temporal. En términos generales, las aguas superficiales varían con la temperatura del aire, mientras que las más profundas se ven afectadas por las corrientes. Además, en la Región de Coquimbo, específicamente en la zona de Punta Lengua de Vaca, se encuentra uno de los focos más intensos de surgencia (ver Glosario) que produce un ascenso de aguas más profundas hacia la superficie generando una disminución en la temperatura del agua, además de modificar otras propiedades. La temperatura del agua a nivel regional también se ve afectada por procesos de mayor escala espacial, como por ejemplo las ondas de Kelvin, y temporal, como el ciclo ENOS (ver glosario). La temperatura del agua, en conjunto con otros parámetros, influyen en varios procesos biológicos-fisiológicos (crecimiento, reproducción) y en la distribución de los organismos marinos, entre otros.

A nivel local, se observa temperaturas cálidas por sobre el promedio, salvo períodos reducidos de enfriamiento moderado, producto de la intensificación del viento (Figura 4A, B y C), ilustrado por ejemplo en la bahía de Tongoy el 13 de junio (ver Figura 7D). A nivel general los pulsos de surgencia se observan breves y poco intensos predominando mayoritariamente las temperaturas cálidas por sobre el promedio histórico propias de El Niño. Se observa una tendencia incremental al calentamiento desde la primera semana de julio hasta el fin del trimestre, dando lugar a temperaturas por sobre rangos normales en todas las localidades. Como ejemplo destaca Isla Chañaral el 23 de julio por alcanzar los 15.7°C , cerca de 2°C por encima del promedio histórico de esa fecha. Anomalías de similar magnitud se ven en el resto de las localidades, aunque naturalmente las temperaturas absolutas tienden a ser más frías hacia el sur de la región.



Clorofila superficial

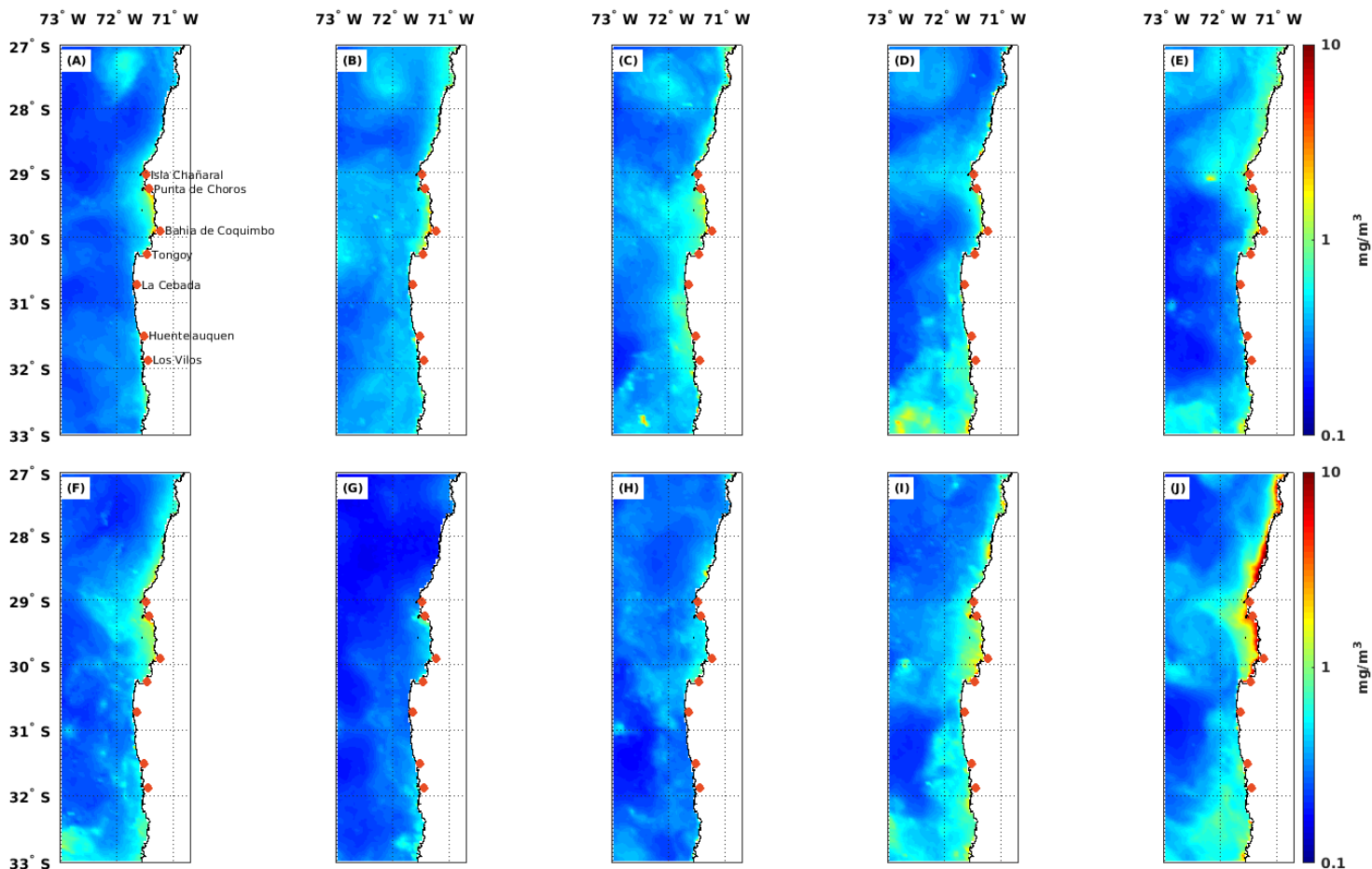


Figura 8. Concentración de clorofila superficial estimada a través de observaciones satelitales (mg/m^3) para la Región de Coquimbo desde el 1 de marzo al 29 de mayo de 2023. Cada imagen muestra el promedio para la concentración de clorofila para un período de 9 días (A) 1-jun-2023 a 9-jun-2023 (B) 10-jun-2023 a 18-jun-2023, (C) 19-jun-2023 a 27-jun-2023, (D) 28-jun-2023 a 05-jul-2023, (E) 6-jul-2023 a 14-jul-2023, (F) 15-jul-2023 a 23-jul-2023, (G) 24-jul-2023 a 2-ago-2023, (H) 3-ago-2023 a 11-ago-2023, (I) 12-ago-2023 a 20-ago-2023, y (J) 21-ago-2023 a 29-ago-2023. Se muestran con puntos rojos las localidades de Isla Chañaral, Punta de Choros, bahía de Coquimbo, bahía de Tongoy, La Cebada, Huentelauquén y Los Vilos. Se muestran con puntos azules las localidades de Isla Chañaral, Punta de Choros, bahía de Coquimbo, bahía de Tongoy, La Cebada, Huentelauquén y Los Vilos.

El análisis regional de clorofila satelital muestra un descenso de la actividad fitoplanctónica a lo largo del trimestre, lo que es consistente con la disminución de radiación solar típica del invierno austral. Durante junio y julio la productividad biológica asociada al fitoplancton se observó entre nula a muy baja, como es de esperar según lo visto en años anteriores (ver boletines de octubre previos). Comparando con el año 2022 se observa una concentración de clorofila levemente inferior lo cual es esperable para años de El Niño que involucra una reducción en la actividad de la surgencia y en el oxígeno disponible en la columna de agua. Sólo a fines de agosto, entre los días 21 y 29, se aprecia un incremento de clorofila en la proximidad de la costa (ver Figura 8J), encontrando las máximas concentraciones en el extremo norte de la región.



CLOROFILA: La clorofila es un pigmento presente en el fitoplancton o microalgas marinas, empleado en la fotosíntesis para absorber dióxido de carbono atmosférico, para producir azúcares como combustible y liberar oxígeno. La clorofila es responsable del color verdoso del fitoplancton. La medición de la concentración de clorofila en el océano permite estimar la concentración del fitoplancton y por lo tanto, de la actividad biológica de éste, o incluso la disponibilidad de alimento para organismos que filtran (filtradores), así como las capturas de peces sujetos a pesquerías, o el éxito de la producción acuícola.

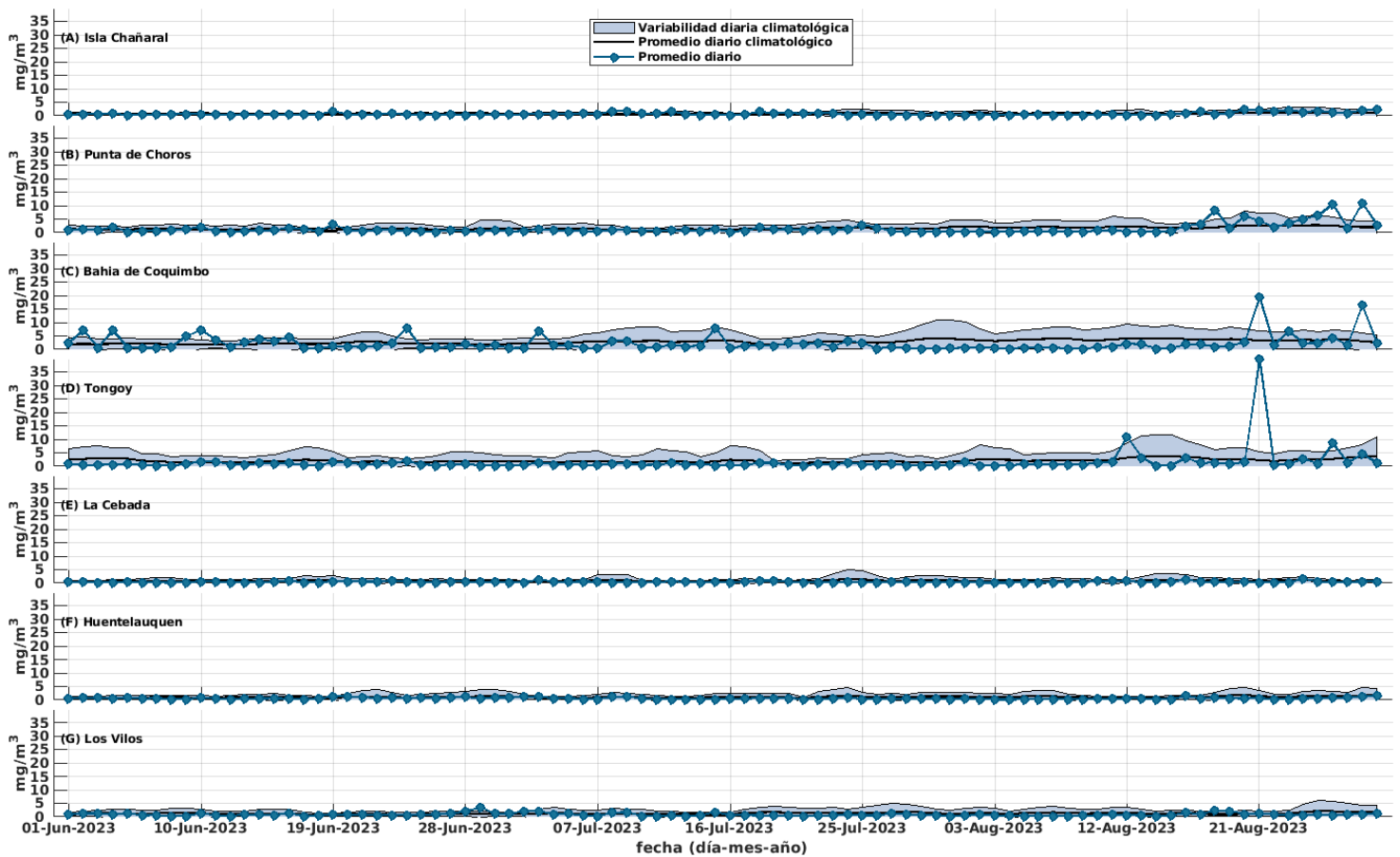


Figura 9. Series diarias de clorofila satelital (superficial) (mg/m^3) para las localidades de (A) Isla Chañaral, (B) Punta de Choros, (C) bahía de Coquimbo, (D) bahía de Tongoy, (E) La Cebada, (F) Huentelauquén y (G) Los Vilos entre el 1 de junio al 29 de agosto del 2023. Se muestran los datos diarios de clorofila (curva azul punteada), el promedio diario histórico (línea negra) y su desviación estándar (sombreado azul) calculados entre 1998 y 2022.

A nivel de localidades costeras, las observaciones satelitales de clorofila indican concentraciones promedio menores a $1 \text{ mg}/\text{m}^3$ en la totalidad de las localidades analizadas para el trimestre en estudio. Este comportamiento se entiende como una respuesta natural a las condiciones invernales donde existe una menor disponibilidad de luz solar, e ineficiencia de la surgencia (menor cantidad de nutrientes) lo que induce una baja productividad de organismos fotosintéticos como

el fitoplancton. A pesar de esto se destacan las localidades de Punta de Choros, bahía de Coquimbo y Tongoy (Figura 9B, C y D) por presentar máximos esporádicos de clorofila a nivel diurno a partir de la segunda mitad de agosto. Durante este período es que se observa el máximo de clorofila de la región el día 21 de agosto en Tongoy con $39.8 \text{ mg}/\text{m}^3$ y en Bahía de Coquimbo con $19.4 \text{ mg}/\text{m}^3$.



Observaciones locales

» Localización de las estaciones costeras en la Región de Coquimbo

Esta sección presenta información meteorológica y oceanográfica de las estaciones costeras de Punta de Choros y del Sistema Tongoy-Punta Lengua de Vaca. Todos los datos analizados en esta sección son de dominio público y en el caso

de Punta Choros y Tongoy son entregados en tiempo real a través de la plataforma web CEAZAMet (www.ceazamet.cl) y CEAZAMar (www.ceazamar.cl).



Variables oceanográficas (sólo Tongoy)

En la bahía de Tongoy se encuentra instalada una balsa (30.275°S; 71.561°W) que monitorea las condiciones atmosféricas y oceanográficas de la Bahía de Tongoy. La estación comenzó su funcionamiento en junio de 2014, y actualmente cuenta con conectividad, transmisión y actualización de los datos en línea cada una hora. Durante el trimestre de estudio, se realizó mantención a la plataforma y se registraron ~2 meses de datos oceanográficos.

La balsa de Tongoy se encuentra en un área concesionada para la empresa acuícola OSTIMAR S.A. quien colabora

en su mantenimiento y operatividad. Además, la balsa de Tongoy es parte de la Red Mundial de Observación de la Acidificación del Océano (GOA-ON).

Los datos oceanográficos provienen de un conjunto de sensores localizados a 10 metros de profundidad que monitorean la temperatura del agua, su salinidad, el oxígeno disuelto, la clorofila y turbidez de la bahía de Tongoy. Estos datos son de gran importancia para los sectores productivos como la acuicultura y la pesca que se desarrollan en la bahía de Tongoy (ver www.ceazamet.cl).



» Punta de Choros

Condiciones atmosféricas

En concordancia con la variabilidad de las observaciones satelitales (Figura 5B) los vientos medidos desde la costa en Punta de Choros (Figura 10) presentaron en general una baja magnitud en su intensidad, alternada por eventos discretos de intensificación de la magnitud del viento, como

el 10 junio, 23 al 26 de julio, 11, 17-20 y 24-26 de agosto. En términos de dirección, predominó el régimen de viento sur o sur oeste, aun cuando se registró un 16% del periodo con dominio del viento norte.

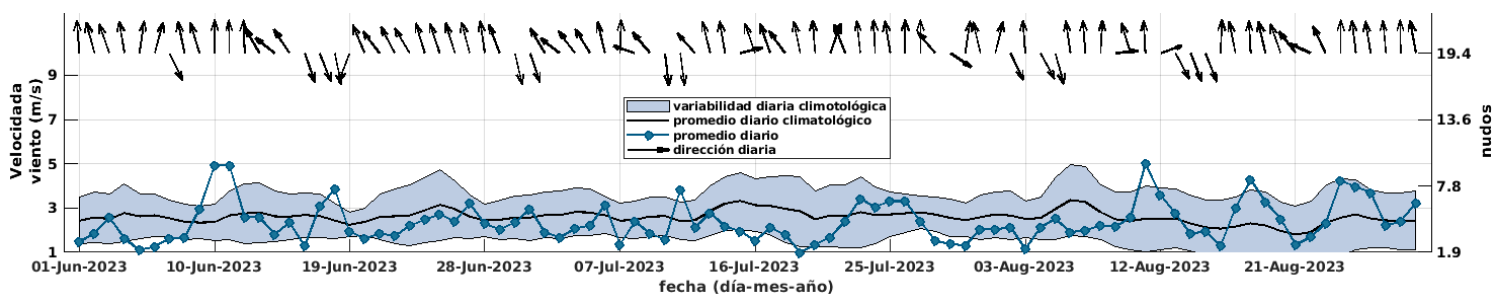


Figura 10. Serie diaria de la velocidad (curva azul punteada) y dirección (vectores) del viento promedio diario (m/s y nudos) medido por la estación CEAZAMET en la localidad de Punta de Choros desde el 1 de junio al 29 de agosto del 2023. Adicionalmente, se incluye el promedio diario histórico de velocidad de viento (curva negra) y su anomalía (sombreado azul), es decir, su desviación estándar respecto al período histórico comprendido entre el año 2016 y 2020.



SURGENCIA: La surgencia, o afloramiento de aguas profundas, es un proceso oceanográfico provocado por la interacción entre el viento, la superficie del mar y la rotación de la Tierra, cuyo resultado es el movimiento y reemplazo de las aguas superficiales del océano por aguas más profundas. El viento que sopla paralelo a la costa, de sur a norte en el hemisferio sur, provoca el movimiento o transporte del agua superficial hacia mar abierto (hacia el oeste). Este transporte del agua superficial (llamado transporte de Ekman) permite

que aguas más profundas la reemplacen. Estas aguas más profundas son más frías lo que genera fuertes contrastes en la temperatura superficial del mar (TSM), pero también presentan elevados niveles de nutrientes que estimulan el crecimiento de las microalgas o fitoplancton. Finalmente, las aguas de surgencia también presentan altas concentraciones de CO₂ (elevada acidez) y bajas concentraciones de oxígeno disuelto lo que genera eventos locales de acidificación y desoxigenación del océano, respectivamente.



Índice de surgencia

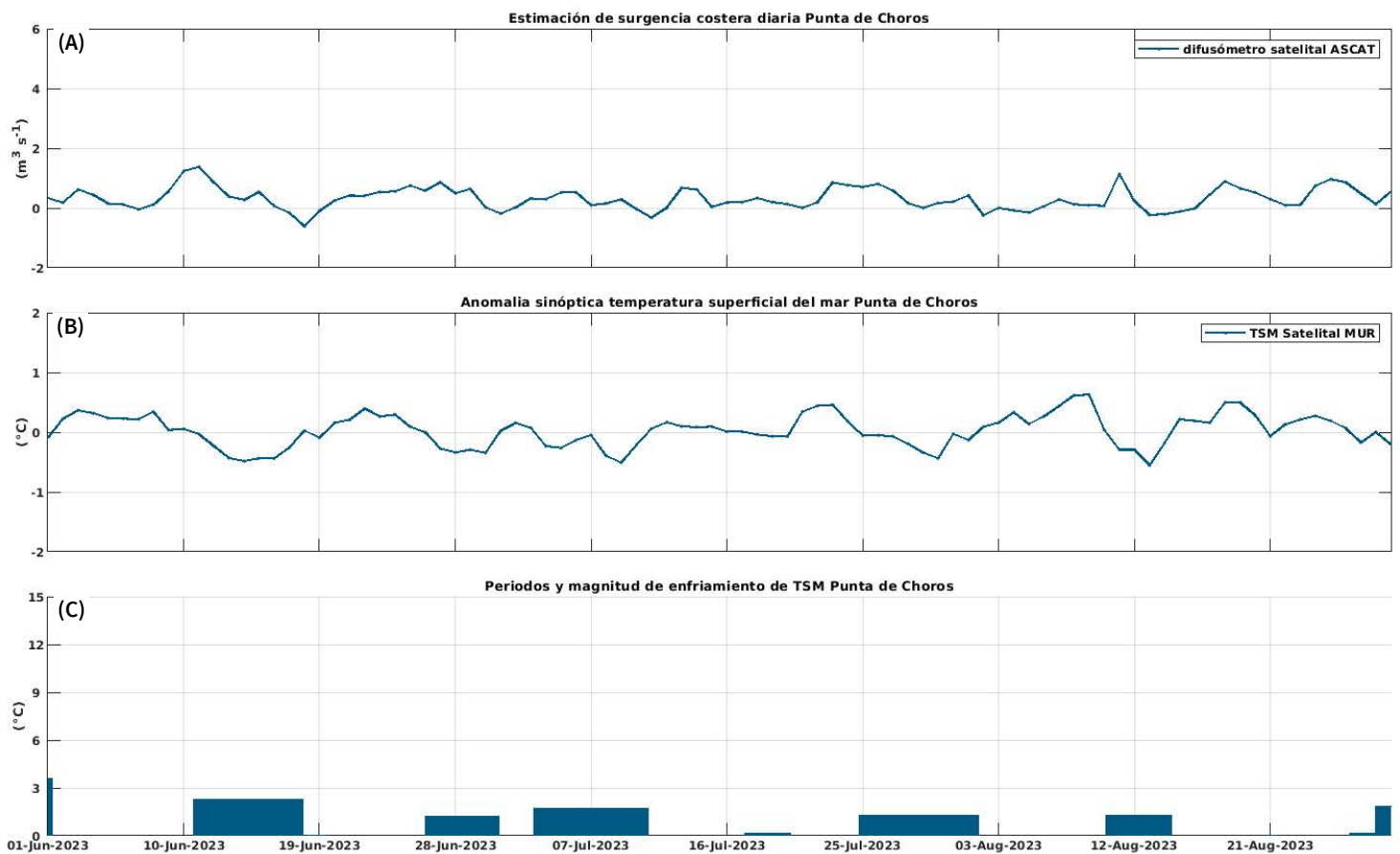


Figura 11. Indicadores de intensidad y duración de la surgencia costera en Punta de Choros entre el 1 de junio al 29 de agosto de 2023. (A) Índice de surgencia costera (UI) estimado a partir del estrés del viento. (B) Anomalías sinópticas de la temperatura superficial del mar (TSM) ($^{\circ}C$). (C) Índice termal de surgencia costera (enfriamiento costero superficial) estimado a partir de las anomalías sinópticas de la temperatura superficial del mar (TSM). Las anomalías de temperatura se obtienen sustrayendo el promedio móvil de 30 días de la serie diaria de TSM satelital en la localidad de interés.

Con respecto a los indicadores de surgencia en Punta de Choros, el índice derivado del viento muestra un transporte costa afuera menor a $2 m^3/s$ para la totalidad del trimestre, significativamente inferior a lo observado en el año anterior que observó transportes cercanos a $4 m^3/s$ en períodos de intensificación del viento sur (ver boletín octubre 2022). Se destaca principalmente el 11 de junio por un transporte de $1.6 m^3/s$, el cual evolucionó a la condición opuesta de downwelling el 18 de junio en consistencia con un breve evento de viento norte (ver Figura 11).

Respecto a los índices obtenidos a partir de las anomalías de la temperatura superficial del mar, se observa una leve respuesta en las temperaturas al forzamiento del viento, con anomalías sinápticas siempre inferiores a $0.5^{\circ}C$, lo cual es de esperar para la temporada de invierno. Únicamente se destaca el evento del 13 al 17 de junio, el cuál por acción del viento en los días anteriores se generó una anomalía fría de alrededor de $0.5^{\circ}C$ con un enfriamiento integrado de $2.7^{\circ}C$. La magnitud de esta leve respuesta oceánica también se observa más débil que el año anterior en que se registraron enfriamientos acumulativos por sobre los $3^{\circ}C$.



OXÍGENO DISUELTO: La concentración de oxígeno disuelto que encontramos en los océanos depende de múltiples factores físico-químicos (ej. intercambio atmósfera-océano, temperatura, etc.) y biológicos (ej., fotosíntesis, respiración, etc.). Las costas de Chile son afectadas por una de las zonas mínimas de oxígeno las cuales presentan valores muy bajos de oxígeno disuelto (en algunos puntos valores cercanos a 0). Además, en nuestra región, la surgencia costera transporta agua con bajo contenido en oxígeno desde capas más profundas hacia la superficie (ver glosario). El cambio climático y la descarga de exceso de nutrientes desde ríos al océano generan importantes disminuciones en la concentración de oxígeno disuelto en el océano, produciendo en ocasiones eventos de hipoxia (contenidos de oxígeno muy bajos). La cantidad de oxígeno disuelto presente en el agua de mar es importante para los organismos marinos, ya que afecta su crecimiento, mortalidad, éxito reproductivo, además de la distribución de especies, entre otros.



» Sistema Bahía de Tongoy - Punta Lengua de Vaca

Condiciones atmosféricas y oceanográficas

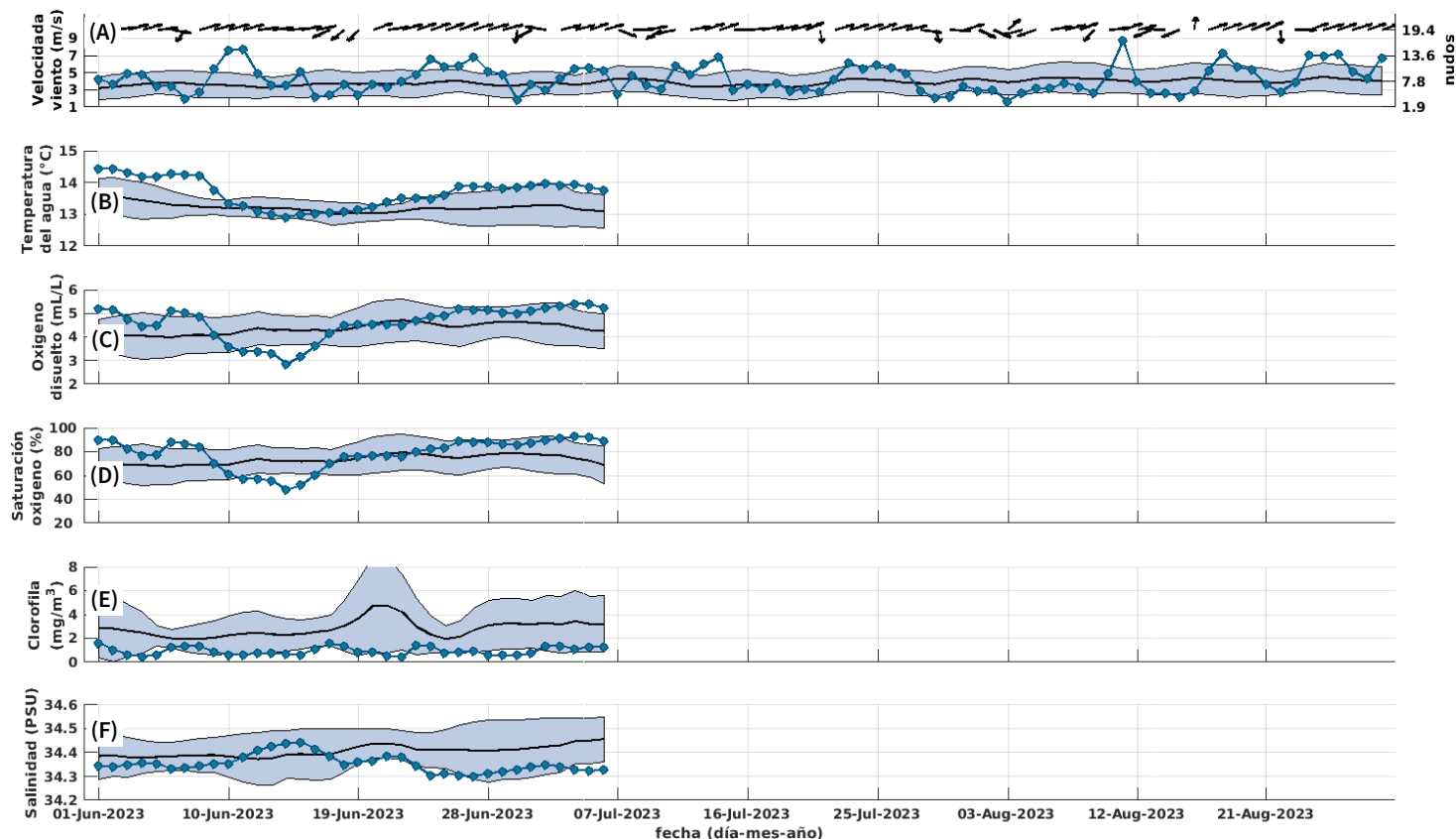


Figura 12. (A) Serie diaria de la velocidad (curva azul punteada) y dirección (vectores) del viento promedio diario satelital (m/s y nudos) en Punta Lengua de Vaca (PLV) desde el 1 de junio al 29 de agosto de 2023. Promedio histórico diario (línea negra) y desviación estándar (sombreado azul) de la velocidad del viento en PLV calculados entre 2000 y 2022. (B) temperatura del agua ($^{\circ}\text{C}$), (C) oxígeno disuelto (mL/L), (D) saturación de oxígeno (%), (E) clorofila (mg/m^3) y (F) salinidad (psu) registrados a 10 m de profundidad por la boyea CEAZA localizada en la bahía de Tongoy. Datos diarios (línea azul) entre el 1 de marzo y el 29 de mayo de 2023. Promedio trimestral (línea negra) y desviación estándar (sombreado azul) calculados entre 2014 y 2020 para las variables temperatura del agua, oxígeno disuelto y salinidad; y entre 2015 y 2020 para saturación de oxígeno y clorofila.

Las mediciones de viento provenientes de la red CEAZAMET en el sector Punta Lengua de Vaca, en el extremo sur de la bahía de Tongoy, registraron valores acordes a las observaciones satelitales (Figura 5d), con magnitudes iguales o inferiores al promedio histórico en gran parte del trimestre, salvo por los períodos de intensificación que se se observaron en aproximadamente 30% del período en análisis. Estos eventos registraron vientos máximos superiores o iguales a las variaciones históricas (ver banda sombreada en Figura 12 A). Por otra parte, las observaciones obtenidas desde la balsa CEAZA en la bahía de Tongoy presentan registros sólo para el mes de junio e inicios de julio, productos de las labores de mantenimiento de esta plataforma marina de observación. Estas mediciones, reflejan el notorio aumento de la temperatura del agua (ver Figura 12B) con valores por sobre la variabilidad histórica que alcanzaron

aproximadamente 14.5 y 14°C a inicios de junio y julio, respectivamente. Estas temperaturas superan en un grado lo observado durante el 2022 como se puede ver en el boletín de octubre de 2022. No obstante, se observa claramente una reducción temporal hasta los 13°C en la temperatura del agua producto de la surgencia costera forzada por la intensificación del viento entre el 9 al 14 de junio. Este evento también redujo el oxígeno disponible, desde valores superiores o cercanos al promedio hasta un mínimo a fines del evento de surgencia. En cuanto a la clorofila se observaron valores excepcionalmente bajos, inferiores a lo observado a igual período durante los años 2022 y 2023. Finalmente en el caso de la salinidad, no se observaron mayores variaciones (~ 0.1 PSU) registrando concentraciones cercanas al promedio.



Índice de surgencia (Bahía de Tongoy)

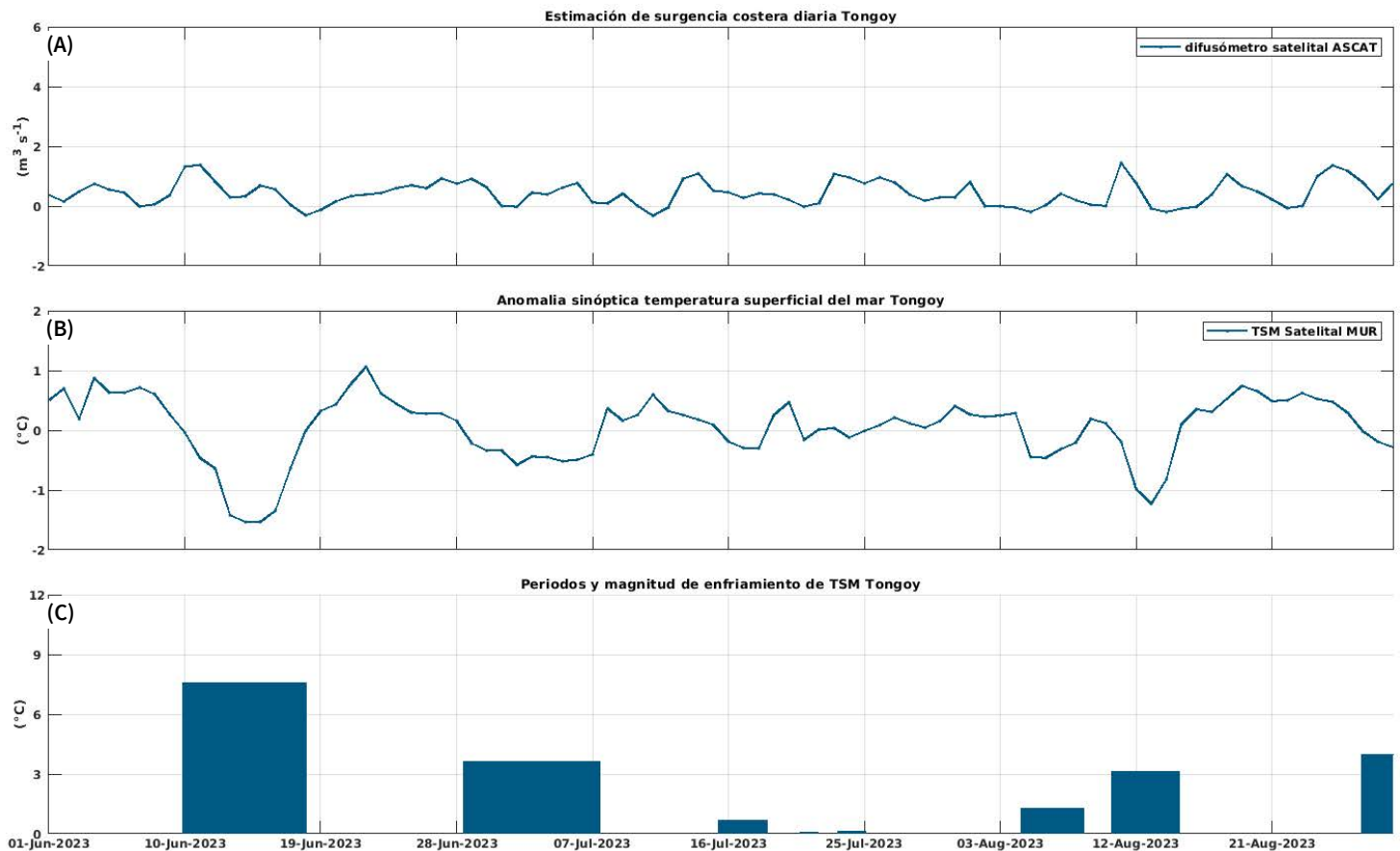


Figura 13. Indicadores de intensidad y duración de la surgencia costera en la Bahía de Tongoy entre el 1 de junio al 29 de agosto de 2023. (A) Índice de surgencia costera (UI) estimado a partir del estrés del viento. (B) Anomalías sinópticas de la Temperatura Superficial del Mar (TSM) ($^{\circ}\text{C}$). (C) Índice termal de surgencia costera (enfriamiento costero superficial) estimado a partir de las anomalías sinópticas (ver Glosario) de la temperatura superficial del mar (TSM). Las anomalías de temperatura se obtienen sustrayendo el promedio móvil de 30 días de la serie diaria de TSM satelital en la localidad de interés.

El análisis de los periodos de surgencia en la bahía de Tongoy, indica que la surgencia fue mucho más efectiva en el sistema de Punta Lengua de Vaca que en Punta de Choros. A nivel de transportes costa afuera el comportamiento es similar (ver Figura 13A y 11A), con transportes menores al año anterior y en magnitud menores a $2 \text{ m}^3/\text{s}$ para todo el trimestre en cuestión. Para el evento de surgencia del 11 de junio el enfriamiento diario en Tongoy alcanzó anomalías frías de aproximadamente 1.3°C , permaneciendo por 8 días que implican un enfriamiento

integrado de 7.6°C . De forma similar pero en menor intensidad se destacan los periodos del 29 de junio al 7 de julio y del 10 de agosto al 13 de agosto los cuales respectivamente tuvieron anomalías frías máximas de 0.4°C y 1.1°C , asociadas a enfriamientos integrados de 3.6°C y 3.2°C . Se destaca que a pesar de ser significativo el enfriamiento por la surgencia a principios de junio no se observó un incremento significativo en la clorofila superficial (ver figura 12E).



Diagnóstico de los sectores productivos

En las últimas versiones de los Boletines CEAZAMAR hemos incorporado un análisis de registros históricos de los estados de desembarques de recursos marinos estratégicos para la región de Coquimbo. En esta oportunidad, utilizando bases de datos de las entidades gubernamentales SERNAPESCA y SUBPESCA se evalúa el recurso loco en las áreas establecidas a lo largo de toda la costa de la región.

El molusco gasterópodo *Concholepas concholepas*, comúnmente conocido como 'loco', representa un recurso fundamental en las pesquerías artesanales de Chile. Para mejorar la sustentabilidad de este recurso, en la segunda mitad de la década de 1990, el Estado Chileno implementó un sistema de gestión compartida denominado 'Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos' (AMERB). Este sistema otorga a pescadores artesanales debidamente organizados derechos exclusivos de acceso a poblaciones de recursos bentónicos en áreas marino-costeras específicas, con el propósito de su explotación y conservación. En el caso de la región de Coquimbo, existen 90 AMERB ubicadas en diferentes caletas, para aquellas AMERB de gestión que explotan el loco, se registró un total de 13.415.330 unidades extraídas durante el año 2022.

Para obtener una visión panorámica del estado del recurso durante las últimas dos décadas en las diferentes zonas de la región, en este boletín se hace una revisión de los desembarques en los sectores Punta de Choros, Totalillo Centro y Huentelauquén, tratando de abordar de esta manera las AMERB ubicadas en el norte, centro y sur de la cuarta región. Al respecto, es importante considerar que este recurso presenta vedas anuales, que explica las drásticas disminuciones de desembarque en algunos años en las diferentes caletas (Figura 14).

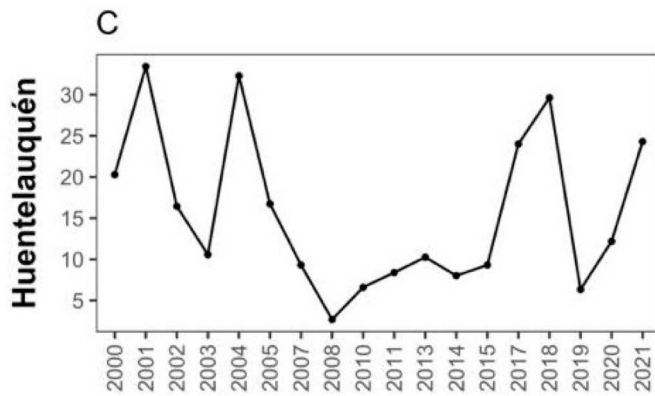
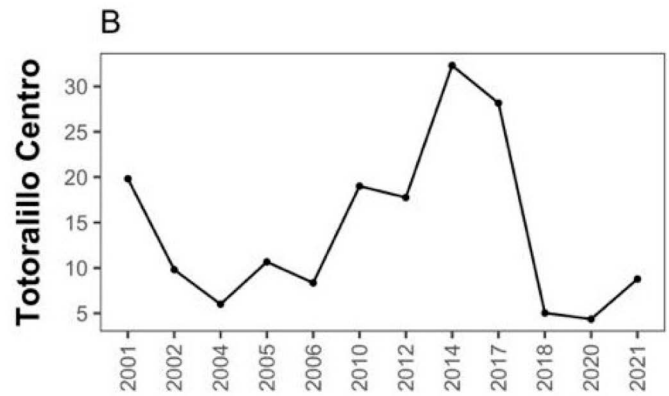
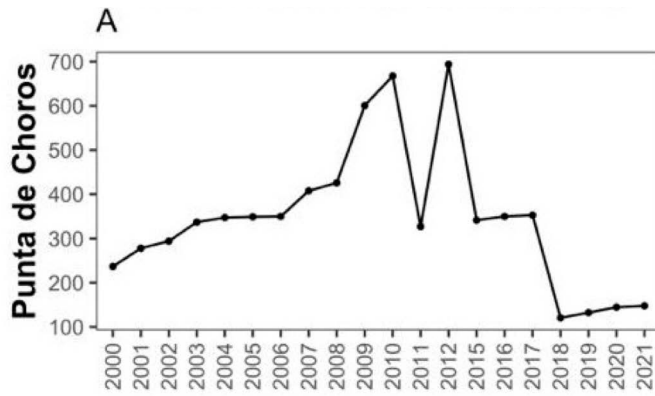
Un análisis detallado de la dinámica extractiva del producto a lo largo de la región, nos permite evidenciar que la AMERB Punta de Choros es la que posee mayor disponibilidad de este recurso, superando los 300.000 individuos extraídos anualmente durante los años 2000-2017, siendo los años 2010 y 2013, los que alcanzaron las mayores cuotas de extracción (Figura 14 A). En ese mismo sector, se puede apreciar una reducción de los desembarques desde el año 2018, con cuotas de extracción menores a los 150 mil individuos anuales, hasta la actualidad.



Foto: Camila González.



Desembarques (Miles individuos)



En resumen, se presenta un primer diagnóstico del sector productivo para el recurso loco a lo largo de la región de Coquimbo. En los próximos boletines, se continuará analizando el proceso extractivo de este recurso y las variables ambientales donde se desarrolla, con el propósito de comprender su dinámica tanto anual como en el largo plazo.

Figura 14. Series temporales de los desembarcos anuales de loco (*Concholepas concholepas*) desde las caletas de Punta de Choros, Totoralillo Centrola, y Huentelauquén utilizando un modelo aditivo generalizado para estimar las tendencias anuales históricas (A, B, C y D). Los paneles E, F, G y H muestran el promedio de las tallas para los individuos extraídos anualmente para cada caleta.

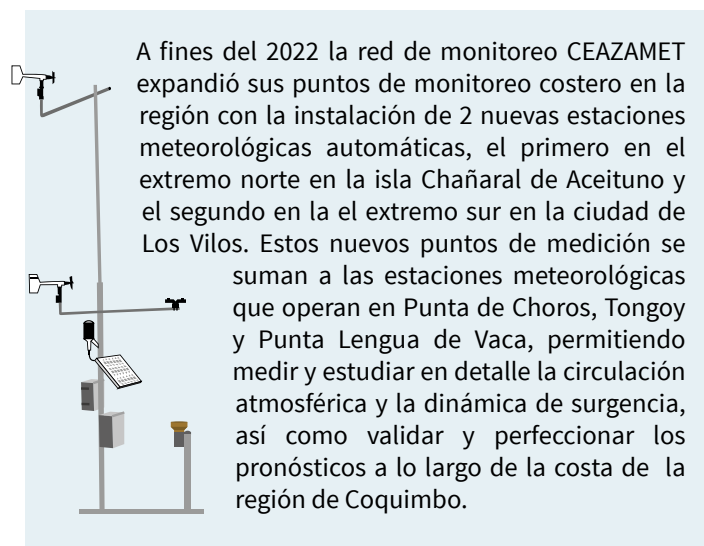


» PRONÓSTICOS A CORTO PLAZO

» Temperatura superficial del mar (TSM), oleaje, mareas y viento

En esta sección se introducen y presentan las predicciones del sistema de pronóstico atmosférico y oceanográfico de CEAZA. Los pronósticos de TSM, oleaje, mareas y viento a escala regional y local se encuentran en el portal CEAZAMar (www.ceazamar.cl) donde se muestra una síntesis de la evolución futura de estas variables para los próximos 10 días.

Adicionalmente en esta versión del Boletín, a solicitud de los usuarios, se da a conocer una nueva actualización de los pronósticos locales, los cuales ahora pueden ser descargados en formato “.pdf” para su posterior impresión en tamaño carta u oficio. Para obtener el “oceanograma” impreso, se debe acceder al sitio <http://ceazamar.cl/pronosticos/oceanogramapor-caleta/>, seleccionar la caleta de interés y después presionar el botón “descargar”. Mediante esta herramienta los usuarios con conexión a internet baja o intermitente pueden descargar un archivo .pdf listo para ser impreso (a color) con las predicciones a 10 días de las principales variables oceanográficas (viento, oleaje, mareas, etc). Se resalta que las predicciones que se alejan más allá del quinto día en que fueron realizadas son de una gran incertidumbre por lo que se invita a los usuarios a revisar las actualizaciones diarias de nuestros servidores de manera frecuente.



LINKS DE ACCESO:

PRONÓSTICOS REGIONALES:

- VIENTOS
- OLAS
- TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL MAR (TSM)

PRONÓSTICOS LOCALES:

- OCEANOGRAMA POR CALETA:
¡AHORA DESCARGABLE PARA IMPRIMIR!





» INFOGRAFÍA



Fitoplancton Secretos errantes del océano



» ¿Qué es el fitoplancton?

Son microorganismos unicelulares fotosintéticos que se mueven con las corrientes. Se pueden encontrar en distintos cuerpos de agua dulce y salada, y presentan una gran diversidad de formas y tamaños.

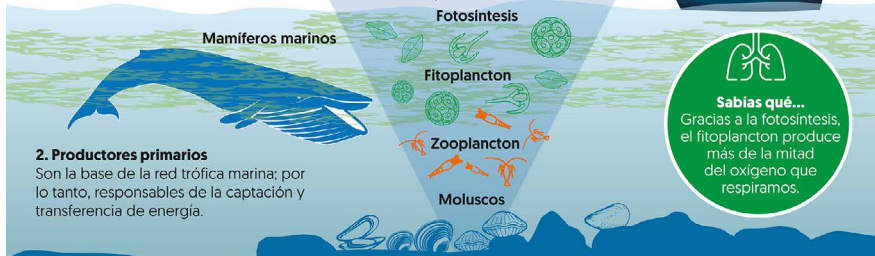
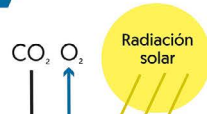
» ¿Dónde vive el fitoplancton?

Viven suspendidos en la columna de agua hasta donde penetra la luz, ya que requieren de ésta y de nutrientes para realizar la fotosíntesis.

¿POR QUÉ ES IMPORTANTE EL FITOPLANCTON?

1. Función principal: FOTOSÍNTESIS

Para hacer fotosíntesis, el fitoplancton captura dióxido de carbono y genera oxígeno. Por medio de este proceso, provee de oxígeno al planeta y regula el clima al capturar el CO₂.



2. Productores primarios

Son la base de la red trófica marina; por lo tanto, responsables de la captación y transferencia de energía.

Sabías qué...
Gracias a la fotosíntesis, el fitoplancton produce más de la mitad del oxígeno que respiramos.

EXISTEN 3 GRUPOS PRINCIPALES DE FITOPLANCTON:



DIATOMEAS: presentan formas de disco o alargadas. Es el grupo más abundante de fitoplancton y son las únicas que usan sílice [vidrio] para formar sus paredes celulares.



DINOFLAGELADOS: son capaces de desplazarse con ayuda de dos flagelos. Algunas especies realizan únicamente fotosíntesis, pero otras tienen la capacidad de alimentarse de organismos más pequeños como los protozoos y bacterias.



COCOLITOFÓRIDOS: son esféricos, cubiertos con placas de carbonato de calcio. Son considerados indicadores climáticos del pasado (registro fósil) y de la acidificación del océano.

Sabías qué...
El incremento de la biomasa de algunas microalgas es llamado **marea roja**, pero no todas las mareas rojas producen toxinas que afecten al ser humano.

EL ESTUDIO DEL FITOPLANCTON NOS HA PERMITIDO SABER QUE:



Algunas especies del género **Pseudo-nitzschia (diatomea)** producen ácido domoico, conocida como toxina amnésica de moluscos.

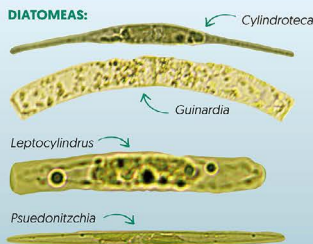


Dinophysis (dinoflagelado) produce intoxicación diarreica al ser humano a través del consumo de moluscos.

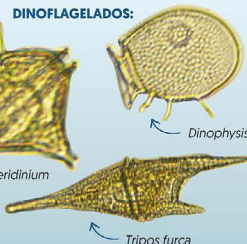
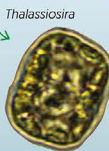


Alexandrium (dinoflagelado) produce la toxina paralizante.

ORGANISMOS FITOPLACTÓNICOS IDENTIFICADOS EN LA ISLA CHAÑARAL DE ACEITUNO:



DIATOMEA CÉNTRICA:





» GLOSARIO



Advección vertical: El proceso de advección vertical se refiere al transporte de propiedades de aguas (calor, oxígeno, nutriente) en la dirección vertical cuando se genera una velocidad vertical a través de un gradiente vertical de esa propiedad. Por ejemplo, una onda de hundimiento a lo largo de la costa tiende a producir un calentamiento superficial por la generación de anomalías de velocidad vertical negativas (hundimiento de la termoclina) en la base de la capa de mezcla (i.e. donde hay un gradiente vertical de temperatura)

Altimetría: Estudio de la altura o la medición de la altitud y se usa en la oceanografía desde la década de los 70 's para estudiar superficies continentales, especialmente en las áreas de la hidrología y la glaciología. Actualmente nos referimos con altimetría a misiones altimétricas satelitales que tienen incorporado un radar. A través de la altimetría se puede inferir una variedad de parámetros incluida la altura de la superficie del mar, la topografía del océano (fondo marino), la extensión lateral del hielo marino y la altitud de grandes icebergs sobre el nivel del mar, además de la topografía de la tierra y las capas de hielo e incluso la del mar. La altimetría satelital también proporciona información útil para mapear las velocidades del viento en la superficie del mar y las alturas significativas de las olas.

Altura de ola: Diferencia vertical entre la cresta (máximo) y el valle (mínimo) de una única ola.

Altura significativa de ola: Media aritmética del tercio superior de todas las alturas de ola medidas durante un período de tiempo fijo. Esta variable se utiliza convencionalmente como una medida de las "máximas olas que se pueden observar en un instante dado".

Anomalía: Se refiere a la desviación en los valores de una determinada variable o parámetro ambiental, con respecto a un promedio histórico o climatológico.

Anomalías sinópticas de la temperatura superficial del mar: Se refiere a la diferencia entre el valor observado y el valor histórico de cierto parámetro. En este caso, corresponde a la diferencia entre el valor de temperatura observado y el promedio histórico para el mismo período de tiempo. Por lo tanto, la anomalía sinóptica de la temperatura superficial del mar corresponde a un horizonte temporal que no excede de una o dos semanas.

Boya oceanográfica: Plataforma para el estudio hidrográfico, diseñada para el monitoreo de las propiedades fisicoquímicas del mar, generalmente utilizadas para estudios oceanográficos

y climáticos, pero también con aplicación en la acuicultura. Las boyas oceanográficas tienen un punto de anclaje al piso marino, y en ellas se disponen diversos instrumentos (también llamados sensores) tanto atmosféricos como oceanográficos, que miden con precisión una multitud de parámetros como la velocidad y dirección del viento a través del diámetro de los rotores de las turbinas eólicas. Los sensores oceanográficos registran parámetros como la temperatura y salinidad del mar, turbidez, fluorescencia, clorofila, el oxígeno disuelto, la concentración de CO₂ y pH, corrientes, entre otros.

Calibres Ostión del Norte: Número de individuos de ostión por unidad de masa. Comúnmente expresada en libras o kilogramo. Así tenemos por ejemplo: el calibre A corresponde entre 22-44 unidades en un kilogramo, calibre B 44-66 unidades por kilogramo, calibre C 66-88 unidades por kilogramo, etc.

Climatología: Estudio de los parámetros y variables atmosféricas observadas en un período de al menos 30 años, que permite describir las características térmicas, pluviométricas y de nubosidad de una zona o región.

Clorofila: Pigmento presente en el fitoplancton o microalgas marinas, empleado en la fotosíntesis para absorber dióxido de carbono atmosférico, para producir azúcares como combustible y liberar oxígeno. La clorofila es responsable del color verdoso del fitoplancton. La medición de la concentración de clorofila en el océano permite estimar la concentración del fitoplancton y por lo tanto, de la actividad biológica de éste, o incluso la disponibilidad de alimento para organismos que filtran (filtradores). Los valores de clorofila superficial del mar pueden ser estimados en forma satelital. A través de la columna de agua, la concentración de clorofila se puede estimar o medir utilizando sensores oceanográficos, o mediante muestras discretas de agua tomadas con botellas oceanográficas (llamadas botellas Niskin), y analizadas posteriormente en un laboratorio.

Corrientes de superficie: Las corrientes superficiales se originan en respuesta al viento, alcanzan importantes velocidades, y debido a que recorren largas distancias, son un efectivo mecanismo de transporte para la fauna marina. En la categoría de corrientes marinas superficiales se incluyen las corrientes permanentes de los océanos tales como la corriente de Humboldt, Deriva del Oeste, Kuroshio, Australiana, la del Golfo y las corrientes Ecuatoriales, las cuales son una parte importante de la circulación general de los océanos.

CTD: Es un acrónimo en inglés de conductividad-temperatura-profundidad (en inglés, conductivity-temperature-depth). Además, así se denomina al instrumento científico que se usa



para determinar las propiedades físicas esenciales del agua de mar. El CTD brinda a los científicos información precisa y completa de la distribución y variación de la temperatura, la salinidad y la densidad a lo largo de la columna de agua. Este instrumento se puede utilizar para obtener información a diferentes profundidades o anclado a una determinada profundidad para generar series de tiempo sobre la variabilidad de estos parámetros. Al día de hoy, a los CTDs se le puede añadir más instrumentos de medición (sensores oceanográficos) de oxígeno disuelto, clorofila, turbidez, pH, concentración de CO₂ (pCO₂), entre otros, lo que entrega una información más completa de las propiedades de la columna de agua.

El Niño: Es un fenómeno climático que se desarrolla en el océano Pacífico tropical. Está asociado a un debilitamiento de los vientos alisios, lo que produce ondas oceánicas de hundimiento que se propagan a lo largo del ecuador hacia el este y que profundizan la termoclina, produciendo un calentamiento. La ubicación de la zona a lo largo del ecuador en la que aumenta la temperatura de la superficie del mar, define si estos eventos se llaman El Niño del Pacífico Central o El Niño del Pacífico Este. Los El Niño del Pacífico Este son los más intensos y los que más influyen a la costa de Chile. Estos eventos en general son seguidos por una fase fría (La Niña), lo que resulta en una oscilación conocida por el nombre de El Niño Oscilación del Sur (ENOS)**. Eventos de calentamiento a escala más regional han sido también llamados “eventos El Niño”, como los que ocurren a lo largo de Perú (El Niño costero) o de Chile (Chile El Niño). Estos eventos son más breves y se relacionan con procesos locales de interacción océano-atmósfera.

El Niño Chileno: Corresponde al modo dominante de la variabilidad de la temperatura superficial del mar a escala de tiempo interanual frente a Chile central, y que es independiente del El Niño del Pacífico tropical

Epibiontes: Son organismos con movilidad reducida o nula en su estado adulto (sésiles) que habitan y crecen sobre otros seres vivos. Algunos ejemplos locales, corresponden a los cirripedios o picorocos y también algunas especies de algas que se encuentran sobre las conchas de los moluscos.

ENSO: Acrónimo de “El Niño” Southern Oscillation (El Niño/Oscilación del Sur ENOS en español). El ciclo ENOS se refiere a las variaciones coherentes y, a veces, muy fuertes de un año a otro en las temperaturas de la superficie del mar, la lluvia convectiva, la presión del aire en la superficie y la circulación atmosférica que ocurren a través del océano Pacífico ecuatorial. El Niño y La Niña representan extremos opuestos en el ciclo ENOS.

Espectro direccional de olas: Se refiere a la variable que mide la distribución de energía de las olas a lo largo de un rango de frecuencias (períodos) y direcciones. Esta variable es la que se trabaja para evaluar las oscilaciones de la superficie libre del mar, ya que para cada instante y punto sobre el océano, el espectro define las direcciones, frecuencias y alturas (energía) de las distintas olas que dan lugar en conjunto, a un estado de mar particular.

Estrés del viento: Fuerza por unidad de área sobre la superficie del mar ejercida por el viento que sopla por encima de ella.

Fitoplancton: Derivado de las palabras griegas phyto (planta) y plancton (hecho para desplazarse), el fitoplancton está compuesto por organismos microscópicos que viven en ambientes acuosos, tanto salados como dulces. Entre los tipos más comunes se encuentran las cianobacterias, las diatomeas recubiertas de sílice, los dinoflagelados, las algas verdes o clorófitas y los cocolitóforos recubiertos de calcio.

Índice de surgencia costera: Corresponde a la determinación de un valor que posibilita estimar la actividad de surgencia a mesoescala, gracias al análisis de series de tiempo de datos oceanográficos. Por ejemplo, en el caso de los reportados en este boletín, se estimó el índice de surgencia costera (UI, Upwelling index por su sigla en Inglés) a partir del estrés del viento. Con lo anterior se obtiene un índice en valores relativos que permite clasificar la surgencia como alta, media, baja y muy baja.

La Niña: Fase fría de la oscilación ENOS vinculada al enfriamiento periódico de las temperaturas de la superficie del océano en el Pacífico ecuatorial central y centro-este que ocurre cada 3 a 5 años aproximadamente. La Niña representa la fase fría del ciclo El Niño / Oscilación del Sur (ENSO).

Mareas astronómicas: Se entiende como mareas astronómicas al ir y venir de la superficie del mar producto de las fuerzas gravitacionales que ejercen la Luna y el Sol sobre la Tierra. Típicamente en unas horas generan cambios de unos cuantos metros en el nivel del mar, siendo esta amplitud muy dependiente de la localidad.

Mareas meteorológicas: Se entiende por marea meteorológica a los cambios del nivel del mar producto a las variaciones de presión atmosférica en la interfaz aire/agua. Típicamente generan cambios del nivel del mar mucho menores a los de la marea astronómica.

Mareas de sizigia: También llamadas “mareas vivas”, corresponden a los períodos en donde las órbitas de la Tierra y la Luna están aproximadamente alineadas con el Sol, de manera que las fuerzas gravitacionales de la Luna y el Sol actúan en conjunto para aumentar la amplitud de la marea. Estos períodos se observan principalmente cuando la luna está en su fase “llena” y “nueva”.

Mareas de cuadratura: También llamadas “mareas muertas”, corresponden a los períodos en donde el ángulo entre el sol, la tierra y la luna forma aproximadamente un ángulo recto (90°), de manera que las fuerzas gravitacionales del Sol y la Luna se contrarrestan generando una menor amplitud en la marea. Estos períodos se observan principalmente cuando la luna está en su fase de “cuarto menguante” y “cuarto creciente”.

Mar de fondo: Se entiende como mar de fondo a las características de las olas de baja frecuencia (alto período) del espectro de energía de oleaje. En otras palabras, se puede entender como aquellas olas que fueron generadas por



tormentas de mar abierto, que no necesariamente afectan de manera directa, el punto de interés en el que se desea evaluar las condiciones de oleaje.

Mar de viento: Se entiende como mar de viento a las características de las olas de alta frecuencia (bajo período) del espectro de energía de oleaje. Lo cual, se puede entender como aquellas olas que fueron generadas localmente por el viento, afectando de manera directa y rápida, el sitio de interés en el que se desea evaluar las condiciones de oleaje.

Modo climático: También llamado modo de variabilidad climática, se refiere a la preferencia del sistema climático por ciertas pautas o patrones recurrentes tanto espaciales como temporales, los cuales están relacionados a la circulación atmosférica y a sus interacciones con las superficies terrestres y oceánicas. Algunos de los modos de variabilidad climática más estudiados son el Dipolo del Océano Índico (OID), El Niño-Oscilación del Sur (ENSO) y la Oscilación Multidecadal del Atlántico (AMO). El entendimiento de los patrones que generan los modos de variabilidad pueden ayudar a predecir las condiciones futuras del tiempo en el corto y mediano plazo.

Ondas de Kelvin: Ondas que se generan en la zona ecuatorial del océano Pacífico a consecuencia de las variaciones en los vientos alisios que soplan desde el este al oeste. Una vez generadas, estas ondas viajan hacia el ecuador (este) modulando a la vez el nivel del mar y la profundidad de la termoclina. Al alcanzar la costa en el ecuador, estas se desplazan hacia los polos, apegadas a la línea costera haciendo subir el nivel y temperatura del mar. Dado que las costas de Chile y Perú suelen ser frías por el efecto de la corriente de Humboldt y la surgencia costera, las perturbaciones en la temperatura del mar generadas por la ondas de Kelvin pueden tener importantes consecuencias en la biología y propiedades del mar en las costas de estos países.

Ondas planetarias: Son ondas que ocurren naturalmente en fluidos en rotación. Estas ondas se forman como resultado de la rotación del planeta, dentro del océano y la atmósfera de la Tierra y pueden afectar el tiempo y el clima del planeta. También son conocidas como ondas de Rossby.

Ondas atrapadas a la costa (OAC): Las ondas atrapadas a la costa son perturbaciones de la estratificación que se propagan a lo largo de la costa. La amplitud y velocidad de corrientes son máximas en la costa y disminuyen de forma exponencial mar adentro, viajando con la costa a la derecha (izquierda) de la dirección de propagación en el hemisferio norte (sur), por lo que se propagan en sentido ciclónico alrededor de las grandes cuencas oceánicas.

Oscilación interdecadal del Pacífico (IPO): Oscilación a largo plazo de las temperaturas superficiales del mar en el océano Pacífico que puede durar de 20 a 30 años. Sus fases positivas y negativas afectan la fuerza y frecuencia de El Niño y La Niña.

Oxígeno disuelto (OD): El oxígeno disuelto es la cantidad de oxígeno gaseoso que está disuelto en el agua. El oxígeno libre es fundamental para la vida de los peces, plantas, algas, y otros

organismos. La concentración de este elemento es resultado del oxígeno que entra en el sistema y el que se consume por los organismos vivos. La entrada de oxígeno puede estar provocada por muchas fuentes, pero la principal es el oxígeno absorbido de la atmósfera.

Período y frecuencia de olas: La frecuencia del oleaje se refiere al número de olas que pasan por un punto en un intervalo de tiempo dado, análogamente el período es el tiempo que demora en pasar entre una ola y otra.

Período pico o del peak espectral: Se refiere al período del máximo de energía del espectro de olas de un lugar e instante dado. Usualmente se ocupa para representar el período del oleaje predominante en un instante y lugar de interés.

Pleamar y bajamar: La pleamar y bajamar corresponden a los máximos y mínimos del nivel del mar en un día del año en particular. Comúnmente se conocen como “mareas altas” y “mareas bajas” respectivamente, y su origen se debe a la rotación de la Tierra y la forma en que la gravedad lunar y solar deforman los océanos. Aproximadamente ocurren dos pleamares cada 12 horas y 48 minutos, intervalo de tiempo determinado principalmente por la rotación de la tierra y el desfase de la órbita de la luna.

Productividad primaria: La producción primaria es la síntesis de sustancias orgánicas por organismos autótrofos (principalmente fitoplancton) a partir de dióxido de carbono (CO₂) atmosférico o acuoso. En general, la productividad marina es similar a la terrestre. La producción neta marina es de aproximadamente 35,000-50,000 millones de toneladas métricas por año, mientras que la producción terrestre alcanza los 50,000-70,000 mil millones de toneladas por año.

Saturación de oxígeno: En ambientes acuáticos, la saturación de oxígeno en unidades de porcentaje (%) es una relación entre la concentración de oxígeno disuelto y la cantidad máxima de oxígeno que se disolverá en ese cuerpo de agua, a la temperatura y presión que constituyen las condiciones de equilibrio estable. Por ejemplo, en condiciones ideales en que el agua se encuentra bien aireada y sin productores o consumidores de oxígeno se dice que está 100% saturada de oxígeno.

Surgencia: La surgencia, o afloramiento de aguas profundas, es un proceso oceanográfico resultante de la interacción entre el viento, la superficie del mar y la rotación de la Tierra, cuyo resultado es el movimiento y reemplazo de las aguas superficiales del océano por agua más profunda. El viento que sopla paralelo a la costa, de sur a norte en el hemisferio sur, provoca el movimiento o transporte del agua superficial hacia mar abierto (hacia el oeste). Este transporte del agua superficial (llamado transporte de Ekman) permite que aguas más profundas la reemplacen. Estas aguas más profundas son más frías, lo que genera fuertes contrastes en la temperatura superficial del mar, pero también presentan elevados niveles de nutrientes que estimulan el crecimiento de las microalgas o fitoplancton. Finalmente, las aguas de surgencia también presentan altas concentraciones de CO₂ (elevada acidez)



y bajas concentraciones de oxígeno disuelto lo que genera eventos locales de acidificación y desoxigenación del océano, respectivamente.

Temperatura superficial del mar (TSM): Corresponde a la temperatura obtenida utilizando percepción remota satelital del mar. Esta aplicación es posible debido a que todo cuerpo emite energía electromagnética de acuerdo, principalmente, a su temperatura. Los instrumentos satelitales (también llamados sensores) captan la emisión de superficie del mar, y se obtiene lo que se denomina temperatura superficial del mar (TSM) con un grado adecuado de confiabilidad ($\pm 1^\circ\text{C}$).

Zona fótica: Es la capa superior del océano, más cercana a la superficie. En esta zona penetra la suficiente luz para permitir la fotosíntesis, la que es realizada por el fitoplancton, así como también por las algas fijadas en la superficie. La profundidad a la que se extiende la zona fótica está determinada en gran medida por la densidad de la materia que se encuentra suspendida en el agua.

Zonas mínimas de oxígeno (ZMO): Son regiones del océano con bajo contenido de oxígeno (menores a 1 ml por litro), que generalmente se encuentran entre 100-1000 m de profundidad. Estas masas de agua pobremente ventiladas por la circulación oceánica de gran escala que se generan debido a la combinación de una circulación relativamente lenta y altas tasas de respiración de la materia orgánica. Las ZMOs cumplen un rol clave en el ecosistema marino y el clima, por ejemplo, comprimen el hábitat de los organismos ya que representan una barrera respiratoria e interviene en los ciclos biogeoquímicos globales (nitrógeno, carbono y fósforo, entre otros) y, en consecuencia son consideradas como una fuente de gases invernadero (óxido nitroso).



» ANEXOS



» Parámetros e instrumentos de las estaciones de monitoreo costeras

Estación Coordenadas Lat/Lon (WGS-84)	Instrumentos de Medición			Rango/ sensibilidad	Precisión	Resolución	
	Parámetro	Unidad	Altura de ubicación				Marca/Modelo
Punta de Choros (7 msnm) 29°14'50"S, 71°28'5"O	ATMOSFÉRICO						
	Temperatura del aire	°C	1,5 m	Campbell 107	-35° a +50°C	± 0,2°C	0,01°C
	Velocidad del viento	m/s	2 m	RM Young Marine Wind Monitor Model 05106	0 a 100 m/s	± 0,3 m/s	0,1 m/s
	Dirección del viento	°	2 m	RM Young Marine Wind Monitor Model 05106	0 a 360°C	± 3°	0,01°
	Radiación Solar Global	W/m ²	2 m	Licor Li200	400 a 1100 nm	± 5%	0,1
	Presión Atmosférica	hPa	2 m	Vaisala PTB110	500 a 1100 hPa	± 0,3 hPa	0,1 hpa
Precipitación	mm	1,5 m	Texas Instrument TR-525M	0 a 700 mm/h	2 mm	1%	
Tongoy Balsa (0 msnm) 30°16'30"S, 71°33'42"O	ATMOSFÉRICO						
	Temperatura del aire	°C	1,5 m	Termistor Beta Therm/T109 (10K3A1iA)	-50°C a +70°C	± 0,2°C	0,1°C
	Velocidad del viento	m/s	5 m	Anemómetro RM Young/ Model 86000	0 a 75 m/s	30 m/s ± 2%	0,01 m/s
	Dirección del viento	°	5 m	Anemómetro RM Young/ Model 86000	0 a 360 °	± 2°	0,1°
	Presión Atmosférica	hPa	2 m	Vaisala/PTB110	500 a 110 hPa	± 0,3 hPa a 20°C	0,1 hPa
	OCEANOGRÁFICO						
	Oxígeno del agua	mL/L	-10 m	WetLabs/WQM	-	0,2 mL/L (a 0°C y 35 psu salinidad)	0,003 mL/L
	Saturación de oxígeno	%	-10 m	WetLabs/WQM	0 a 120% saturación	2% de saturación	0,035% de saturación (0,003 mL/L a 0°C, 35 psu)
	Conductividad	S/m	-10 m	WetLabs/WQM	0 a 9 S/m	0,0003 S/m	0,0005 S/m
	Temperatura del agua	°C	-10 m	WetLabs/WQM	-5°C a 35°C	0,002 °C	0,001 °C
Clorofila	mg/m ³	-10 m	WetLabs/WQM	0 a 50 mg/m ³	0,015 mg/m ³	0,01 mg/m ³	
Turbidez	NTU	-10 m	WetLabs/WQM	0 a 100 NTU	0,013 NTU	0,04% FSNTU	



Estación Coordenadas Lat/Lon (WGS-84)	Parámetro	Instrumentos de Medición			Rango/ sensibilidad	Precisión	Resolución
		Unidad	Altura de ubicación	Marca/Modelo			
Punta Lengua de Vaca (17 msnm) 30°14'42"S, 71°37'59"O	ATMOSFÉRICO						
	Temperatura del aire	°C	2 m	Vaisala/HMP155	-80°C a 60°C	± 0,2°C	0,001°C
	Humedad Relativa	%	2 m	Vaisala/HMP155	0 a 100%	± 1% RH	0,001%
	Velocidad del viento	m/s	5 m	RM Young/5103 Wind Monitor	0 a 100 m/s	± 0,3 m/s	0,01m/s
	Dirección del viento	°	5 m	RM Young/5103 Wind Monitor	0 a 360°C	± 3°C	0,01°
	Presión Atmosférica	hPa	2 m	Sutron/5600-0120	500 a 1100 mb (hPa)	± 0,5 mb	0,01 mb
Precipitación	mm	1,5 m	Texas Instrument TR-525M	0 a 700 mm/h	2 mm	1%	

» Procedencia de los datos analizados

PARÁMETRO	PRODUCTO SATELITAL	INSTITUCIÓN	RESOLUCIÓN ESPACIAL (EN KM) / TEMPORAL	FIGURA DEL BOLETÍN
Temperatura superficial del mar (TSM)	HadISST y ERSSTv5	The Hadley Centre (UK) y the National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)	~100 km / mensual	2
	Operational Sea Surface Temperature and Sea Ice Analysis (OSTIA)	UK Meteorological Office	~4 km / diario	1
	Multi-Scale Ultra High Resolution (MUR) Sea Surface Temperature	NASA	~1 km / diario	6 y 7
Índices El-Niño Chileno y El-Niño Este Pacífico	HadISST y ERSSTv5	The Hadley Centre (UK) y the National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)	~100 km / mensual	2
Nivel del mar	Ocean Surface topography from Altimetry (JASON3)	Copernicus Marine Environment Monitoring Service (CMEMS)	~25 km / diario	3
Viento (velocidad y dirección)	Satellite Metop, instrumento Advanced SCATterometer (ASCAT)	Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer (IFREMER)	~27 km / diario	4 y 5
Clorofila superficial	Aqua, Suomi-NPP, Sentinel-3a, JPSS-1 (NOAA-20), Sentinel-3b	Copernicus Marine Environment Monitoring Service (CMEMS)	~4km / diario	8 y 9

Boletín
CEAZAMar
OCTUBRE
2023

