



Boletín CEAZAMar OCTUBRE 2024





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	27
» Temperatura Superficial del Mar (TSM), oleaje, mareas y viento	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, 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.

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.

» ¿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, Orlando Astudillo, Bernardo Broitman, José Luis Castro, Josse Contreras, Boris Dewitte, Jorge Inostroza, Roxana González, Cristian Orrego, Mauricio Peña, Marcelo Rivadeneira, José Rutllant.

Transferencia y Vinculación:

Pilar Molina

Gestión de prensa:

Marcela Zavala, Catalina Velasco

Divulgación:

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 (2024). Análisis de las Condiciones Atmosféricas y Oceanográficas de la Región de Coquimbo (Junio - Agosto 2024). 33 páginas. DOI: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.27314919>





» RESUMEN



El 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 31 de agosto de 2024.

En este período persisten en el Pacífico Suroriental las condiciones neutras del ciclo ENOS, reflejadas en anomalías leves (inferiores a 1°C) de la temperatura superficial del mar (TSM). Esta misma tendencia se observa frente a la Región de Coquimbo, donde las anomalías de la TSM registraron valores de 0.16°C en junio, -0.33°C en julio y 0.1°C en agosto. Asimismo la disminución de la actividad de ondas de Kelvin, características de una transición de condiciones neutras a ligeramente frías, se ha manifestado como una anomalía negativa de cerca de 4 cm en el nivel del mar (onda de afloramiento) en el Pacífico ecuatorial desde marzo del presente año, aunque sin mayor repercusión en la costa frente a Coquimbo en donde el nivel del mar sólo muestra un valor ligeramente por encima de lo normal. En conjunto, este trimestre presentó un balance entre períodos de intensificación del viento favorable a la surgencia y episodios de debilitamiento vinculados a la llegada de sistemas frontales, típicas de un periodo de invierno. El viento sur que predomina en la región y favorece la surgencia se vió interrumpido por la llegada de dos sistemas de baja presión atmosférica acompañados de precipitaciones, los cuales afectaron la región durante el 8-9 de junio y el 13-14 de junio con vientos del NW de magnitud inferior a 4 m/s. El regreso a condiciones de surgencia especialmente en la región oceánica frente a la bahía de Coquimbo se vió nuevamente interrumpido por otro paso frontal entre el 2 y 3 de agosto. Las mediciones satelitales del viento en las localidades costeras de la Región de Coquimbo muestran una marcada variabilidad según el nivel de exposición al océano. Sin embargo, en mayor o menor medida, todas ellas registraron la presencia de vientos de componente norte con el paso de las perturbaciones frontales mencionadas en el párrafo anterior. Por consiguiente, la prevalencia de vientos del sur no superó el 75% del trimestre. Los periodos de viento norte elevaron la TSM hasta valores de 17°C, variando temporalmente el patrón estacional de TSM en la región, que por menor radiación tiende a ser del orden de 12 a 15°C. El periodo de viento más intenso del trimestre se registró entre el 25 de julio y el 2 de agosto, cuando las estaciones de isla Chañaral, La Cebada y Huentelauquén alcanzaron velocidades promedio del sur superiores a los 8 m/s. Consistente con las temperaturas mar adentro, los valores de TSM en las localidades costeras al norte de la Región mostraron también un enfriamiento estacional con valores entre 13 y 15 °C. Al sur de la Región (Huentelauquén y Los Vilos) se alcanzaron mínimas

de 11.5 °C. Coincidente con la menor radiación solar invernal, las concentraciones satelitales de clorofila fueron en promedio bajas (1 mg/m³) con reducciones notorias durante los períodos en que dominó el viento norte. Durante el periodo comprendido entre el 19 de junio al 15 de julio se registra un aumento en las concentraciones de clorofila en la región costera, particularmente al sur de los 30°S, asociados a eventos de surgencia costera. Las bahías de Coquimbo y Tongoy mostraron concentraciones medias más altas con valores respectivos de 3.4 y 2.6 mg/m³, dentro del intervalo histórico.

En cuanto a la bahía de Tongoy, la temperatura del mar se mantuvo estable dentro del rango histórico, salvo un ligero aumento entre el 13 y el 23 de junio, asociado a cambios en el viento y una disminución en la surgencia. El oxígeno presentó niveles superiores al promedio histórico en los primeros 23 días del trimestre, debido a la mayor mezcla vertical y los vientos del norte, disminuyendo luego significativamente entre el 27 y el 30 de junio por la intensificación de la actividad de surgencia. La clorofila se mantuvo baja y estable, con ligeros incrementos tras los eventos de surgencia, mientras que la salinidad permaneció constante en los valores históricos durante todo el trimestre.

En las localidades de Punta de Choros y Bahía de Tongoy, se observaron dos extensos períodos de surgencia costera durante el trimestre, impulsados por vientos del sur. En Punta de Choros, los eventos ocurrieron entre el 19 de junio y el 15 de julio, y entre el 3 y el 29 de agosto, superando ampliamente los valores del mismo periodo en 2023. En Tongoy, los mismos periodos mostraron una mayor intensidad. Además, las anomalías de la temperatura superficial del mar (TSM) reflejaron importantes enfriamientos en ambas localidades, siendo el más notable en Tongoy entre el 3 y el 18 de julio.

En la primera mitad de 2023, la Región de Coquimbo experimentó condiciones de El Niño, lo que elevó la temperatura y el nivel del mar, reduciendo los vientos del sur y la actividad de surgencia, factores que disminuyen la productividad primaria y el fitoplancton. A nivel productivo, estas condiciones llevaron a los acuicultores a reducir el ciclo de cultivo del ostión del norte, obteniendo tallas promedio de 58.4 mm frente a los 71.1 mm históricos, en un intento de prevenir pérdidas y satisfacer la demanda. La cosecha disminuyó en comparación con 2022, con 38,503 individuos en 2023 versus 45,433 el año anterior. En general, el fenómeno de El Niño generó una reducción del fitoplancton y del alimento disponible para los cultivos, lo que forzó ajustes en las prácticas de manejo para adaptarse a las condiciones desfavorables del año.



» MENSAJES DESTACADOS



- 1 Durante el trimestre de junio a agosto de 2024 se observaron anomalías de temperatura superficial leves a lo largo de todo el Pacífico Central y Oriental, alcanzando valores cercanos a las condiciones promedio. Esto confirma los pronósticos que proyectaron una fase neutra de la oscilación del Niño.
- 2 Se espera que las condiciones actuales neutrales de ENSO comiencen a cambiar hacia condiciones La Niña en los próximos meses, con un 71% de probabilidad de que se desarrollen durante octubre-noviembre de 2024 y se espera que persista hasta enero-marzo 2025.
- 3 El trimestre de junio a agosto de 2024, se caracterizó por el paso de sistemas de baja presión atmosférica que variaron temporalmente los patrones de viento y la actividad de la surgencia costera. Estos eventos provocaron un cambio en la dirección del viento hacia el norte, debilitando la surgencia y aumentando la mezcla en la capa superficial del océano generando aumentos locales en la temperatura superficial del mar y en la concentración de oxígeno disuelto.
- 4 El régimen prevalente de viento sur registró un aumento notorio en su magnitud en relación al 2023 incrementando levemente la respuesta del fitoplancton y su concentración en superficie.
- 5 Durante el trimestre la clorofila presentó valores bajos en contraste a los trimestres anteriores, principalmente debido a la menor radiación solar, típica de esta época del año, sin embargo superior a lo observado a igual fecha en el año 2023 bajo condiciones cálidas El Niño.
- 6 Las condiciones ambientales provocadas por El Niño redujeron la productividad primaria, afectando negativamente la producción del cultivo del ostión del norte. Los ostiones cosechados en 2023 alcanzaron un tamaño promedio de 58.4 mm, por debajo del promedio histórico de 71.1 mm. Además, el tiempo de cultivo se redujo a 244 días, en comparación con los 285 días históricos.
- 7 El primer semestre del 2024 consistió en el término de un evento cálido, lo que puede haber impactado positivamente el crecimiento y desove de los cultivos de ostión del norte. Dado que el segundo semestre del 2024 corresponde a un periodo neutro, no se esperan fluctuaciones ambientales de gran magnitud que puedan impactar los cultivos durante los próximos seis meses.

» 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 26 de este boletín.

Pronóstico de temperatura superficial del mar (TSM), oleaje, mareas y vientos

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)

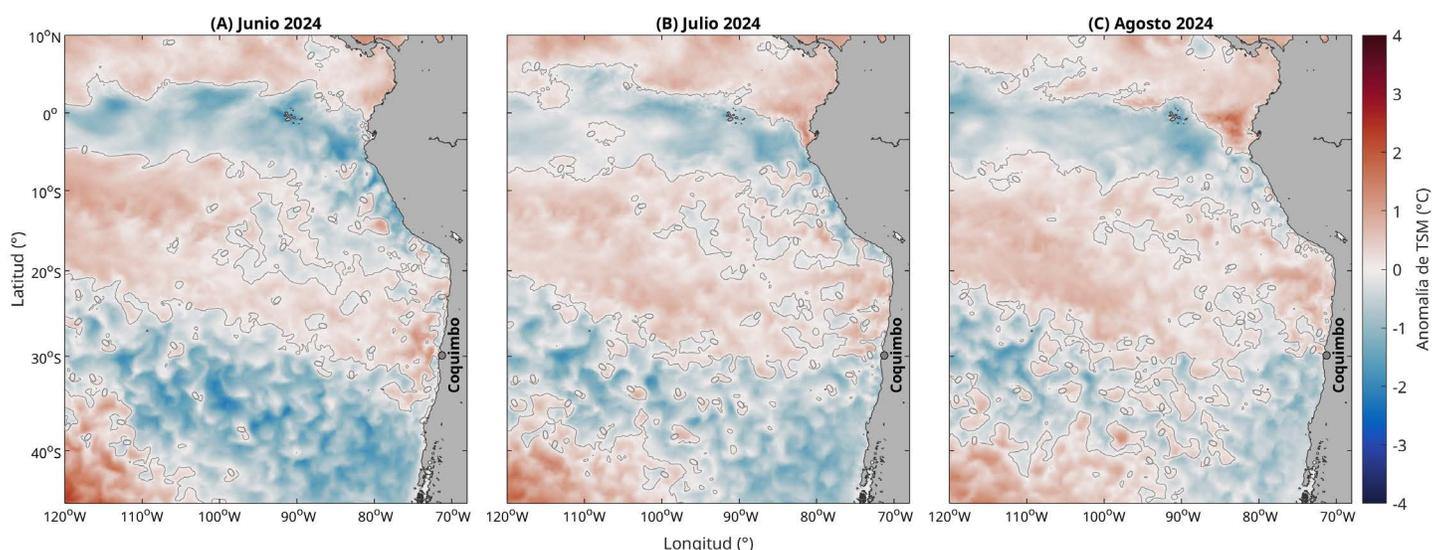


Figura 1. Anomalia mensual de la temperatura superficial del mar (TSM) de (A) Junio, (B) Julio y (C) Agosto de 2024 para la costa occidental de Sudamérica. Las anomalías de TSM se calculan con respecto al periodo 2007-2022. Los colores rojos en el mapa indican zonas en las que la TSM mostró valores por encima del promedio histórico de ese mes, mientras que los colores azules señalan TSMs por debajo del promedio histórico de ese mes. Los contornos en gris 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 círculo negro la localidad de Coquimbo.

El periodo comprendido entre junio y agosto de 2024 se caracteriza por la persistencia de condiciones neutras en el Pacífico Suroriental, reflejadas en anomalías de temperatura superficial del mar (TSM) generalmente bajas. Durante este trimestre, las anomalías positivas y negativas de la TSM al norte de los 20° S se mantienen en valores moderados, sin superar 1°C. En la región ecuatorial, predominan las anomalías negativas, que también se mantienen con magnitudes menores a 1°C. Al sur de los 20°S, se observa una banda de anomalías negativas con valores cercanos a -1°C, que se extiende desde la costa hasta los 120°O durante

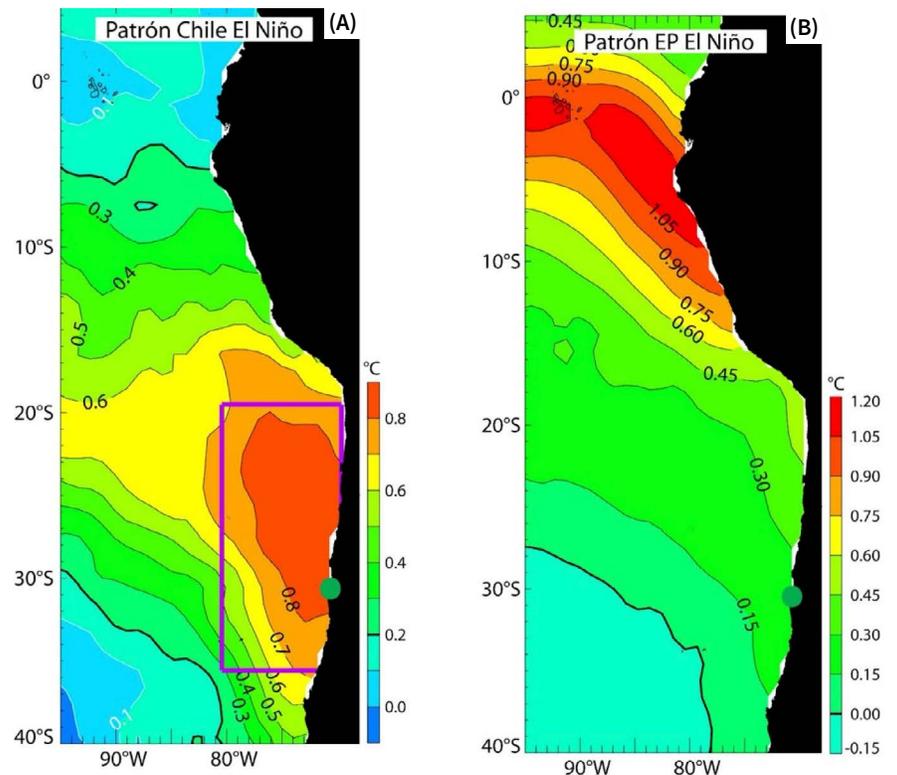
junio. A partir de julio, estas anomalías se concentran frente a las costas de Chile, al sur de los 30° S.

A nivel local, frente a la Región de Coquimbo, las anomalías registraron valores de 0.16°C en junio, -0.33°C en julio y 0.1°C en agosto. Este comportamiento, caracterizado por la ausencia de grandes fluctuaciones, corresponde a una fase neutra del ciclo ENSO, marcada por la estabilidad en las condiciones oceánicas y la ausencia de eventos extremos de calentamiento o enfriamiento.

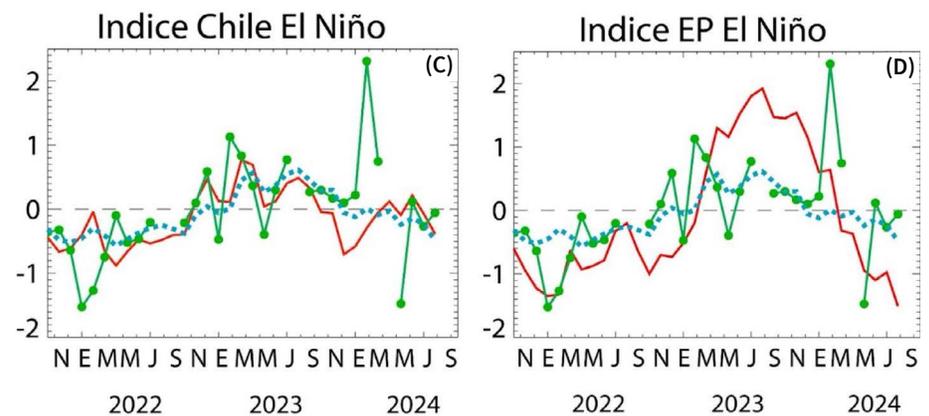


Condiciones climáticas: Índices Chile El Niño (CEN) y El Niño Pacífico Este (El Niño EP)

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 la temperatura superficial del mar (TSM) en °C. (B) Patrón del modo climático El Niño (EP) del Pacífico Este. Colores y contornos indican anomalías de la TSM en °C. (C) Comparación de la evolución del índice Chile El Niño (CEN) (rojo), de las anomalías de la TSM en Tongoy entre las observaciones (verde) y la solución de un modelo estadístico (azul punteado) entre octubre de 2021 y agosto de 2024. 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 (verde) y la solución de un modelo estadístico (azul) entre octubre de 2021 y agosto de 2024. Las anomalías de la TSM fueron calculadas usando como referencia el período comprendido entre 1960 y 2019.



Los distintos modos climáticos (ver Figura 2 A y B) 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 la zona central de Chile. Después de las condiciones El Niño en el Pacífico ecuatorial, hemos evolucionado hacia condiciones frías desde el principio del año 2024. Eso se ha traducido en una inversión del índice El Niño del Pacífico Este (EP) desde enero de 2024, evolucionando a condiciones frías. El índice Chile El Niño (CEN) se ha mantenido con valores débiles desde ese cambio de condiciones en el Pacífico ecuatorial (ver Figura 2 C, D). Después del evento cálido de febrero de 2024 en Tongoy, la temperatura ha bajado de manera abrupta alcanzando una anomalía de -1.47°C en mayo 2024, la cual se refleja en el nivel del mar (ver Figura 3), y podría estar relacionado con una onda costera de afloramiento asociado a condiciones frías en la región ecuatorial. La evolución subsecuente indica que ese episodio fue muy breve, y que desde junio hemos regresado a condiciones cercanas a lo normal.



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.



Nivel del Mar

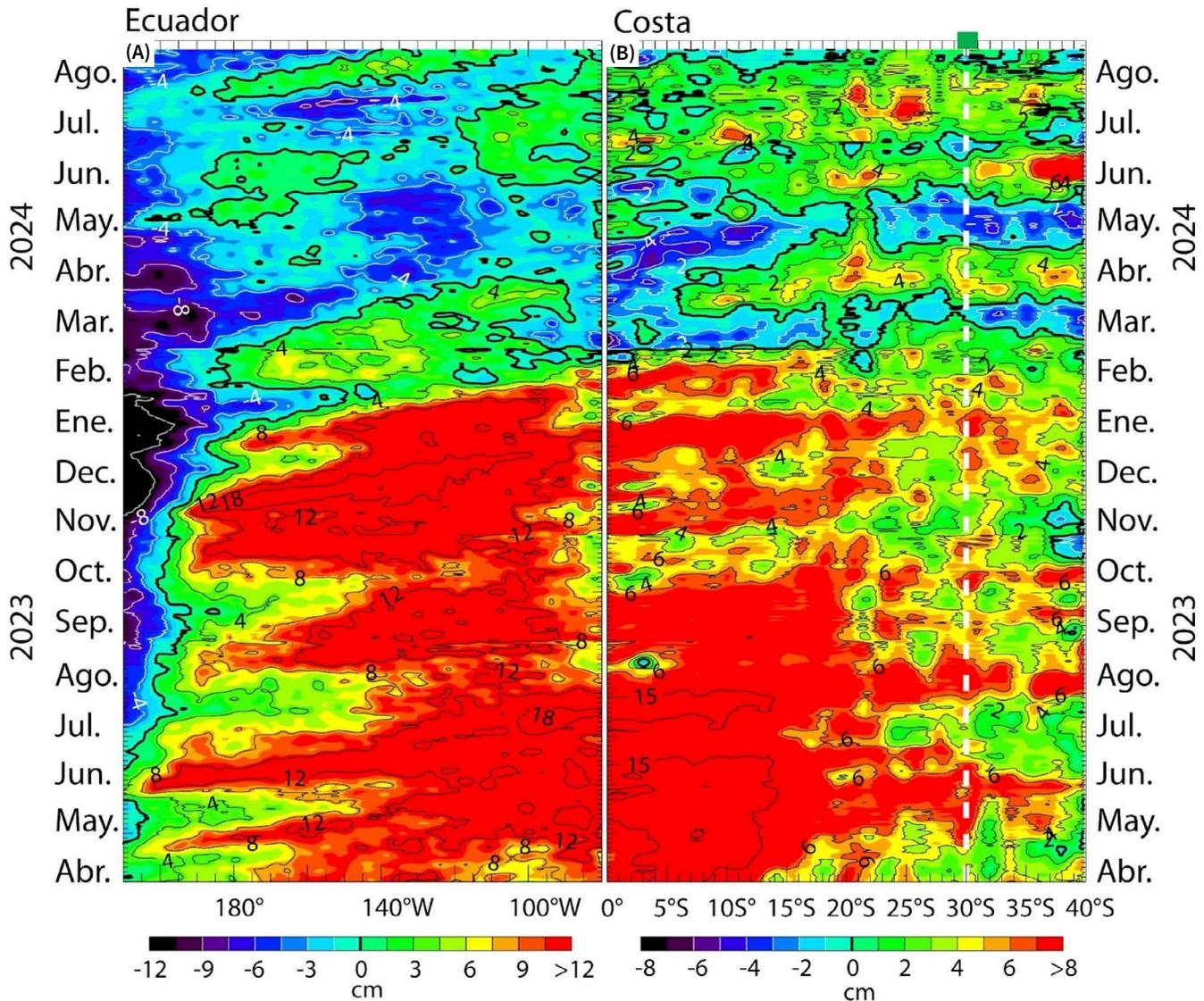


Figura 3: Evolución de las anomalías del nivel del mar a lo largo (A) del ecuador y (B) de la costa para el período comprendido entre el 1 abril de 2023 al 31 de agosto de 2024. Los cambios en el nivel del mar se muestran en centímetros (cm).

La evolución de la actividad de ondas de Kelvin ecuatoriales indican que desde enero de 2024, hemos entrado en un periodo neutro a frío con una disminución de la actividad de ondas. Desde marzo de 2024 se puede observar una ligera actividad de ondas de afloramiento (anomalías negativas del nivel del mar, enfriamiento) de amplitud significativa (~-4 cm), la cual se relaciona con las condiciones frías que se observaron. En mayo de 2024 se puede observar una conexión clara con las condiciones costeras, pero sin impacto significativo en la temperatura del mar en la región costera frente a Coquimbo (ver Figura 3A). La evolución del nivel del mar desde mayo indica una persistencia de condiciones ligeramente frías (anomalías del nivel del mar negativas) en el ecuador, mientras que en la costa, el nivel del mar tiende a mantenerse ligeramente por encima de lo normal, sin eventos particulares frente a Coquimbo.



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.





Velocidad y dirección del viento

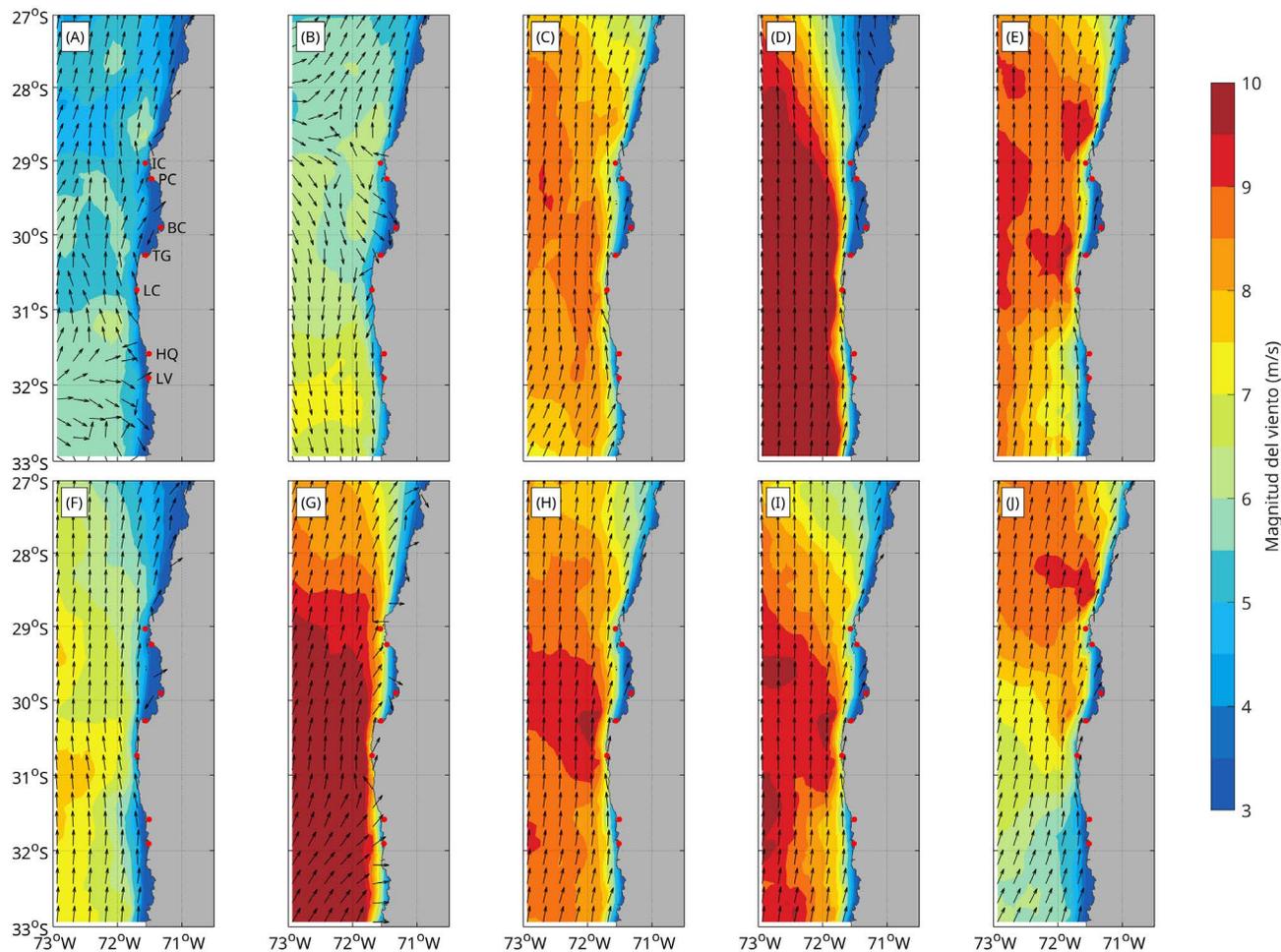


Figura 4. Promedio de la velocidad (m/s) y dirección de viento estimada a través de la observación satelital a 10 metros sobre el nivel del mar frente a la Región de Coquimbo, desde el 1 de junio de 2024 al 29 de agosto de 2024. Cada imagen muestra el promedio para ambas variables (velocidad y dirección de viento) para un período de 9 días. (A) 1 a 9 de junio de 2024, (B) 10 a 18 de junio de 2024, (C) 19 a 27 de junio de 2024, (D) 28 de junio a 6 de julio de 2024, (E) 7 a 15 de julio de 2024, (F) 16 a 24 de julio de 2024, (G) 25 de julio a 2 de agosto de 2024, (H) 3 a 11 de agosto de 2024, (I) 12 a 20 de agosto de 2024, (J) 21 a 29 de agosto de 2024. Se muestran con puntos rojos las localidades de Isla Chañaral (IC), Punta de Choros (PC), bahía de Coquimbo (BC), bahía de Tongoy (TG), La Cebada (LC), Huentelauquén (HQ) y Los Vilos (LV).

El viento sobre la zona oceánica frente a la Región de Coquimbo presentó variaciones notables tanto en su magnitud como en su dirección durante el trimestre junio-agosto 2024. Al inicio del periodo (figura 4a-b), se observó viento con dirección sur-este con velocidad por debajo de 6 m/s en toda la zona oceánica, especialmente notable al sur de los 30° S. Este comportamiento se asocia a la llegada de dos sistemas de baja presión atmosférica a la región durante el 8-9 de junio y el 13-14 de junio, los cuales debilitaron el viento favorable a la surgencia típica de la región. Se retorna a condiciones favorables a la surgencia con posterioridad al

19 de junio (figuras 4c-e), con vientos que se dirigen al norte y con velocidades sobre los 8 m/s, especialmente en la región oceánica frente a la Bahía de Coquimbo. A partir de mediados de julio (figura 4f), se registró una nueva disminución general en la intensidad del viento, el cual precede el paso de otro sistema frontal, acompañado de viento norte, que tuvo lugar el 2-3 de agosto. En conjunto, este trimestre presentó un balance entre periodos de intensificación del viento favorable a la surgencia y episodios de debilitamiento vinculados a la llegada de sistemas frontales, típicas de un periodo de invierno.

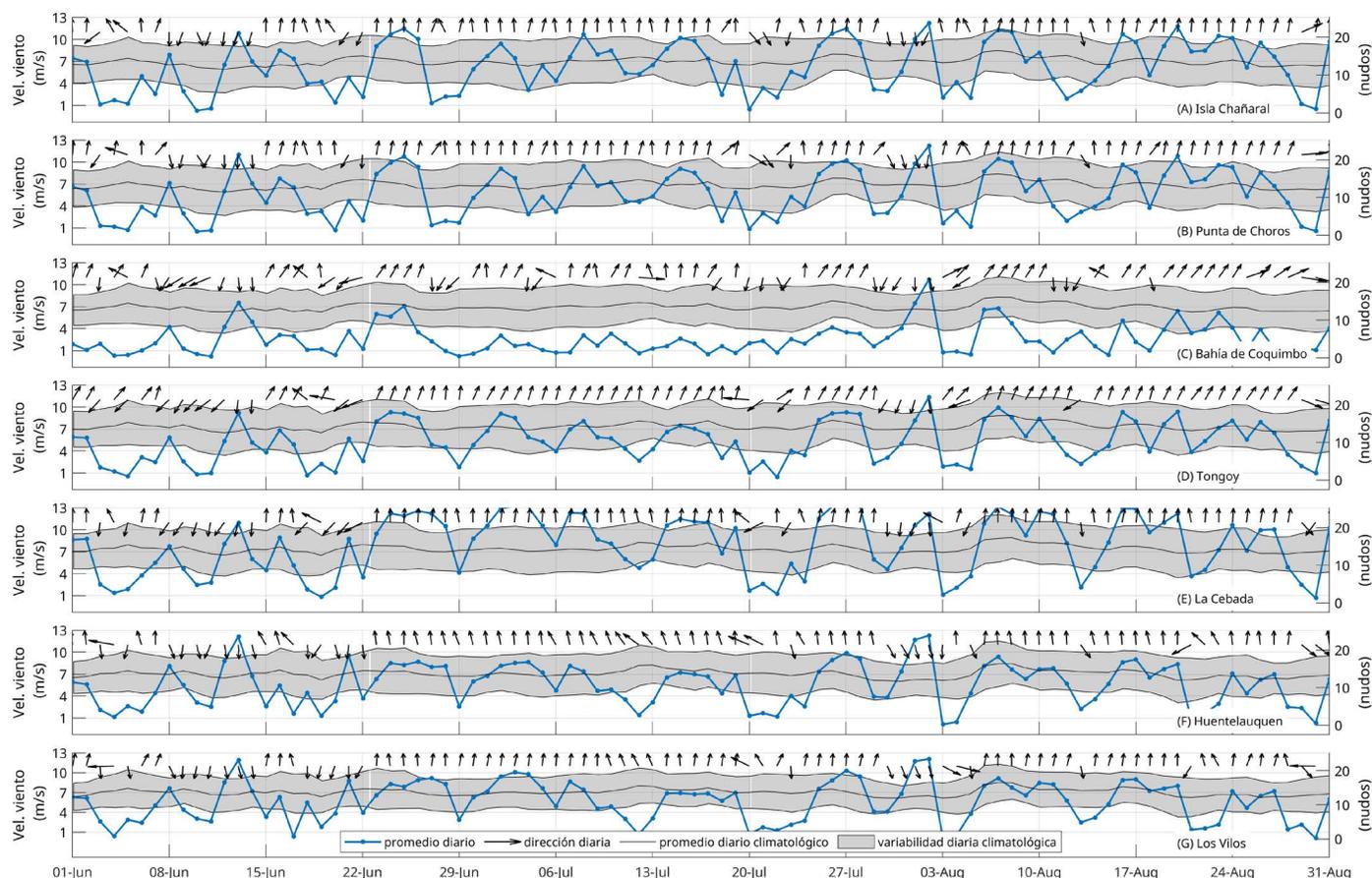


Figura 5. Series diarias de la velocidad (curva azul) y dirección (vectores) del viento promedio diario satelital (m/s y nudos) para las localidades de (A) Isla Chañaral, (B) Punta de Choros, (C) Bahía de Coquimbo, Bahía de Tongoy, La Cebada, (F) Huentelauquén y (G) Los Vilos desde el 1 de junio al 31 de agosto de 2024 (curva azul punteada). Adicionalmente, se incluye el promedio diario histórico de velocidad de viento (curva negra) y su desviación estándar (sombreado azul) respecto al período histórico comprendido entre el año 2008 y 2022.

Las mediciones satelitales del viento en las localidades costeras de la Región de Coquimbo muestran una marcada variabilidad según el nivel de exposición al océano de cada localidad. Zonas más expuestas, como Isla Chañaral y Punta de Choros, registraron vientos con dirección favorable a la surgencia durante el 80% y 78.9% del tiempo, respectivamente, lo que refleja una menor variabilidad en la dirección del viento. En contraste, la Bahía de Coquimbo, al estar más protegida de las condiciones oceánicas, presentó vientos favorables a la surgencia solo un 62.2% del tiempo, presentando mayor variabilidad debido a las influencias geográficas de la zona. Tongoy y La Cebada, también presentaron una alta prevalencia de vientos del sur, con un 75.6% del tiempo, mientras que Huentelauquén y Los Vilos

registraron valores ligeramente menores, con un 72.2% y 71.1%, respectivamente. A pesar de estas diferencias en la exposición y en la frecuencia de los vientos del sur, todas las estaciones experimentaron la influencia de sistemas de baja presión que impactaron la región durante los periodos del 8-9 de junio, 13-14 de junio, 21-23 de junio, y 2-3 de agosto. Estos sistemas provocaron cambios en la dirección del viento, acentuando la presencia de vientos desde el norte durante esos días. En términos de magnitud, el periodo más intenso del trimestre se registró entre el 25 de julio y el 2 de agosto, cuando las estaciones de isla Chañaral, La Cebada y Huentelauquén alcanzaron vientos promedio superiores a los 8 m/s, marcando los valores máximos observados en toda la región durante este trimestre.



Temperatura superficial del mar (TSM)

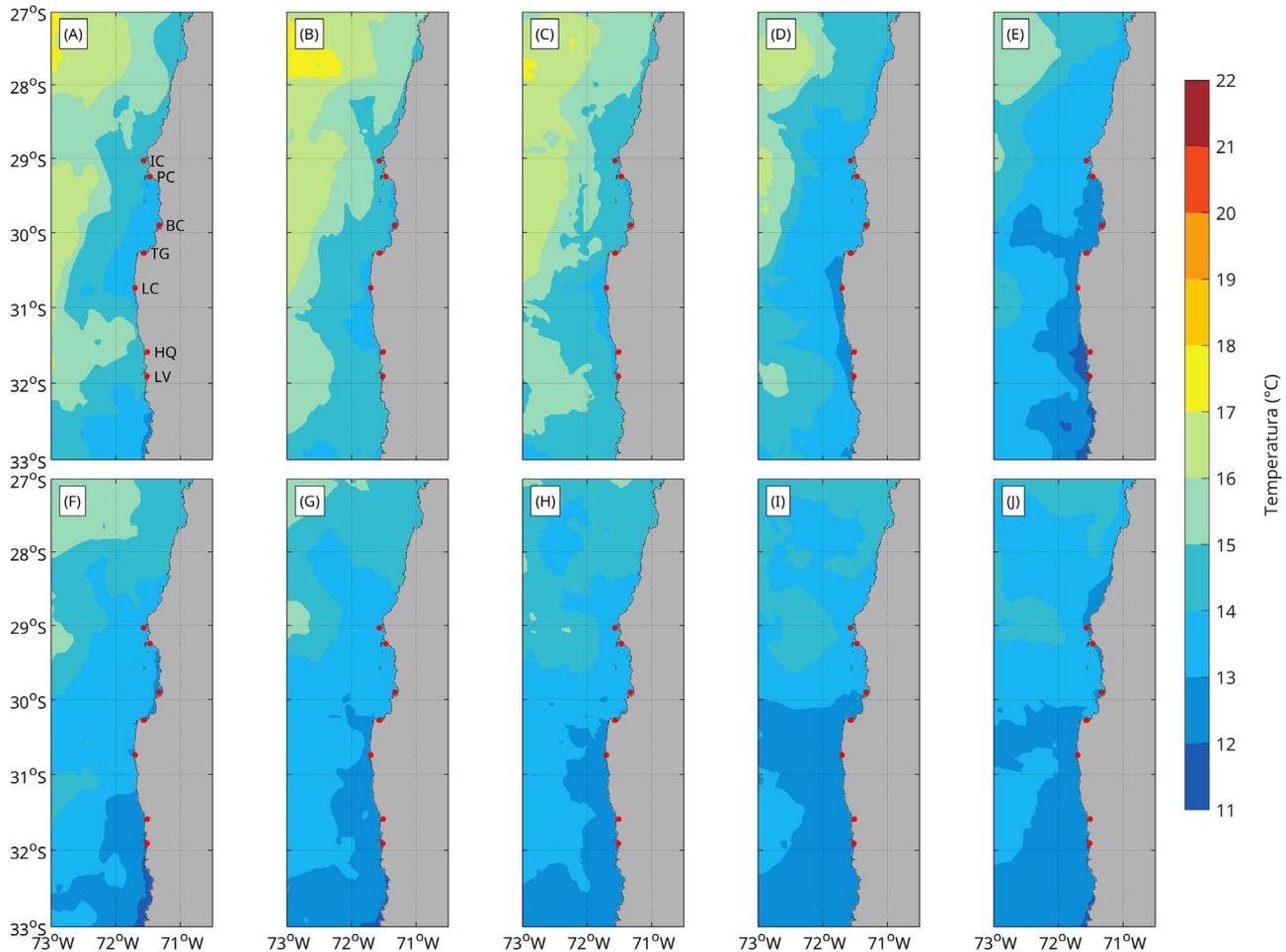


Figura 6. Temperatura superficial del mar (TSM) (°C) estimada a través de la observación satelital de la superficie oceánica frente a la Región de Coquimbo desde el 1 de junio de 2024 al 29 de agosto de 2024. Cada imagen muestra el promedio para la TSM para un período de 9 días. (A) 1 a 9 de junio de 2024, (B) 10 a 18 de junio de 2024, (C) 19 a 27 de junio de 2024, (D) 28 de junio a 6 de julio de 2024, (E) 7 a 15 de julio de 2024, (F) 16 a 24 de julio de 2024, (G) 25 de julio a 2 de agosto de 2024, (H) 3 a 11 de agosto de 2024, (I) 12 a 20 de agosto de 2024, (J) 21 a 29 de agosto de 2024. Se muestran con puntos rojos las localidades de Isla Chañaral (IC), Punta de Choros (PC), bahía de Coquimbo (BC), bahía de Tongoy (TG), La Cebada (LC), Huentelauquén (HQ) y Los Vilos (LV).

A lo largo del trimestre invernal se observa una disminución progresiva de la TSM, coherente con lo esperado para esta época del año, debido a la menor radiación solar. En general, las temperaturas oscilaron entre los 12 y los 15°C, con la presencia de aguas más frías al sur de los 30°S, una tendencia típica durante el invierno. Sin embargo, se registraron temperaturas ligeramente más altas,

alcanzando hasta los 17°C, coincidiendo con la presencia de frentes de mal tiempo. Este aumento temporal en la temperatura puede atribuirse a una disminución en el proceso de surgencia, lo que redujo el afloramiento de aguas frías, y a una mayor mezcla en la capa superficial del océano debido a la actividad atmosférica de los frentes.

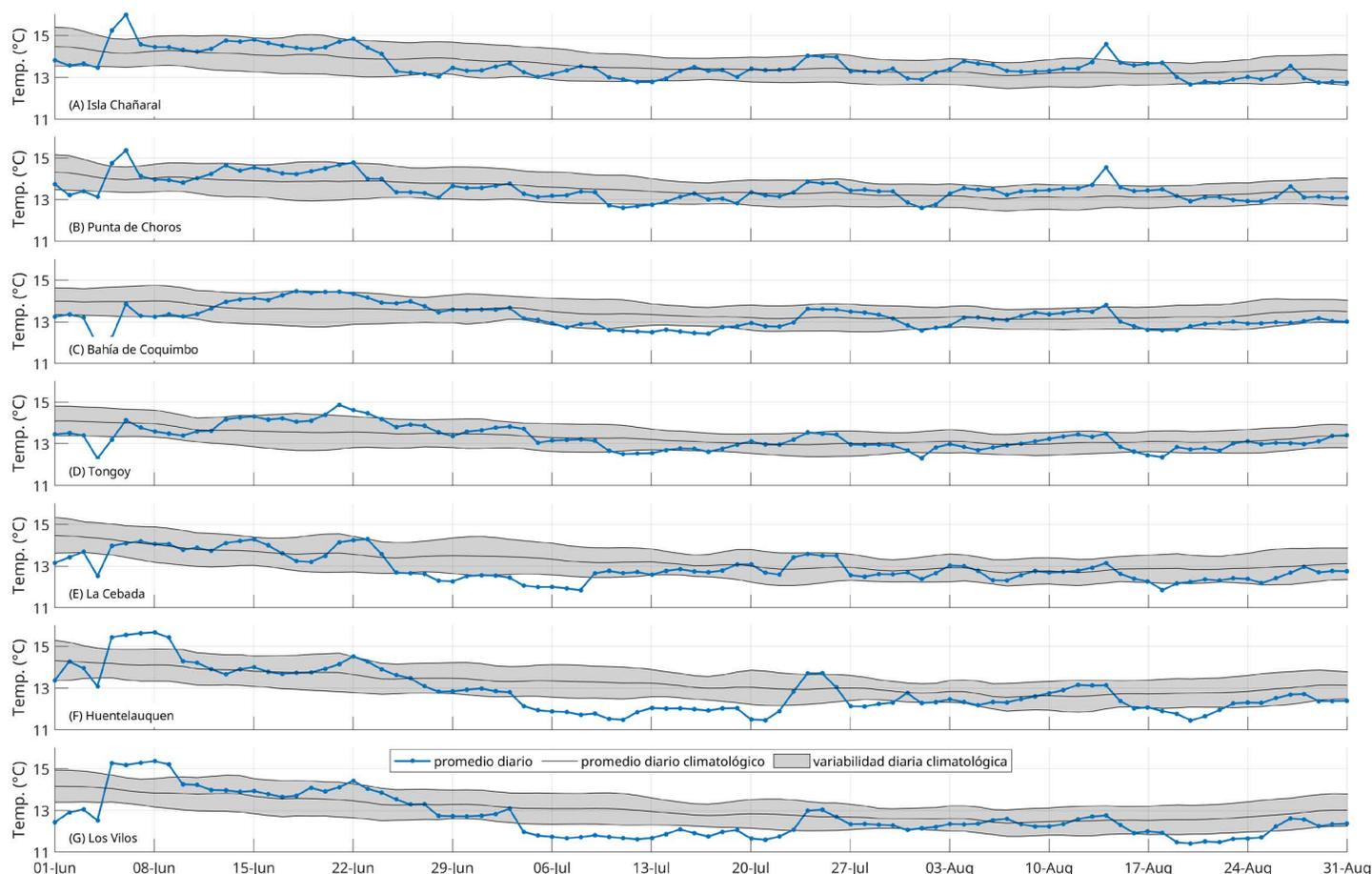


Figura 7. Series diarias de la temperatura superficial del mar (TSM) (°C) para las localidades de (A) Isla Chañaral, (B) Punta de Choros, (C) bahía de Coquimbo, (D) bahía de Tongoy, (E) La Cebada, (F) Huentelauquén y (G) Los Vilos desde el 1 de diciembre de 2023 al 29 de febrero de 2024 (curva azul punteada). Promedio diario histórico de TSM (curva negra) y desviación estándar (sombreado azul) calculados entre 2003 y 2022.



TEMPERATURA DEL AGUA: La temperatura del agua depende de la radiación solar, la latitud, y de otros procesos atmosféricos-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.

El comportamiento de la TSM fue distinto a lo largo de la costa regional. En las localidades al norte (figura 7A-D), las temperaturas se mantuvieron dentro de los valores históricos, con oscilaciones entre los 13 y los 15°C a lo largo de todo el trimestre. Este comportamiento es coherente con las condiciones climáticas estacionales típicas de la zona que se enfrían debido a la menor radiación sobre la región.

Por otro lado, las localidades más al sur, como Huentelauquén (figura 7F) y Los Vilos (figura 7G), presentaron una disminución notable de la TSM, por debajo del promedio histórico. Esto se observó durante el periodo comprendido entre el 4 y el 22 de julio, y entre el 19 y el 22 de agosto, alcanzando valores mínimos de 11.5°C. Esta disminución también se observó en La Cebada (figura 7E), aunque de manera menos prolongada. Este descenso se atribuye a eventos de surgencia débiles, ambos forzados por los vientos del sur registrados en los días previos a ambos eventos (ver figura 4D y 4J), que favorecieron el afloramiento de aguas más frías desde capas profundas hacia la superficie.

Este comportamiento es típico del periodo de invierno donde la combinación entre eventos de viento favorable a la surgencia, el paso de sistemas de baja presión y una menor radiación controlan y modifican el comportamiento de la temperatura del océano.



Clorofila superficial

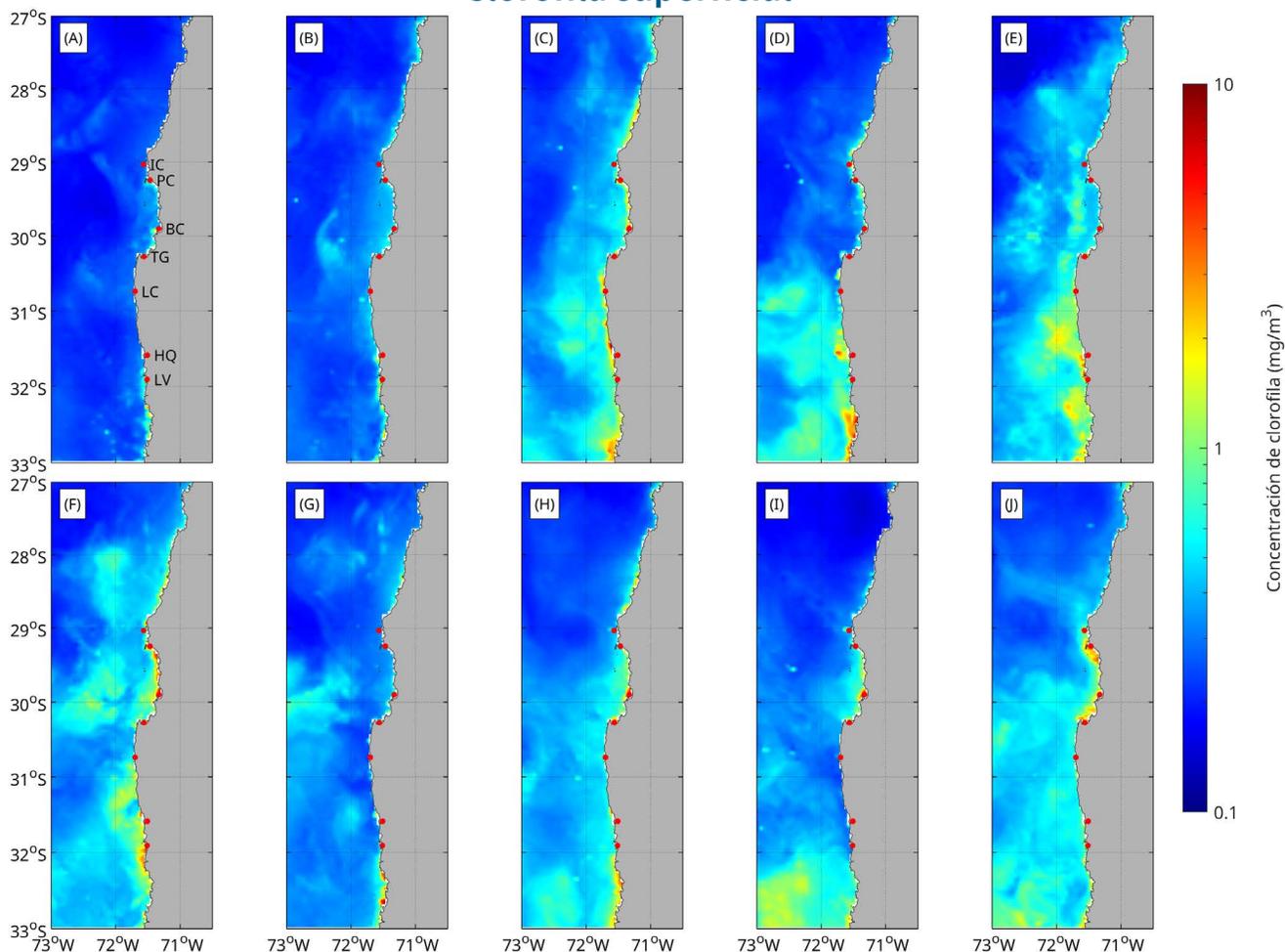


Figura 8. Concentración de clorofila superficial estimada a través de observaciones satelitales (mg/m^3) para la Región de Coquimbo desde el 1 de marzo de 2024 al 29 de mayo de 2024. Cada imagen muestra el promedio para la concentración de clorofila para un período de 9 días. (A) 1 a 9 de junio de 2024, (B) 10 a 18 de junio de 2024, (C) 19 a 27 de junio de 2024, (D) 28 de junio a 6 de julio de 2024, (E) 7 a 15 de julio de 2024, (F) 16 a 24 de julio de 2024, (G) 25 de julio a 2 de agosto de 2024, (H) 3 a 11 de agosto de 2024, (I) 12 a 20 de agosto de 2024, (J) 21 a 29 de agosto de 2024. Se muestran con puntos rojos las localidades de isla Chañaral (IC), Punta de Choros (PC), bahía de Coquimbo (BC), bahía de Tongoy (TG), La Cebada (LC), Huentelauquén (HQ) y Los Vilos (LV).

Las imágenes satelitales de clorofila muestran una disminución en las concentraciones a nivel estacional, lo que es coherente con lo esperado para un periodo invernal debido a la menor radiación solar disponible para la fotosíntesis. Al inicio del periodo (Figura 8A-B), se observan concentraciones muy bajas de clorofila a lo largo de toda la zona oceánica. Esto se debe a la influencia de un sistema de baja presión, que alteró la dirección del viento y aumentó la mezcla en la columna de agua, limitando la producción primaria en la región. Durante el periodo comprendido entre el 19 de junio al 15 de julio (Figura 8C) se registra un aumento en las concentraciones de clorofila en la región costera, particularmente al sur de los 30°S . Este incremento está asociado a un evento de surgencia, ya que coincide con la pluma de agua fría observada en ese mismo periodo (ver figura 6E) y con la presencia de vientos favorables a la surgencia (ver figura 4D). Sin embargo, las concentraciones de clorofila alcanzadas durante este evento son limitadas, con valores alrededor de $1 \text{ mg}/\text{m}^3$, lo cual se atribuye a la menor radiación solar disponible. Tras este evento y el posterior desplazamiento de la clorofila en la hacia zonas más oceánicas (Figura 8F), las concentraciones de clorofila vuelven a disminuir, alcanzando un nuevo mínimo entre el 25 de julio y el 2 de agosto (Figura 8G), periodo que coincide nuevamente con la llegada de un sistema de baja presión que impactó en la región. Posteriormente, se observan máximos locales en el interior de la Bahía de Coquimbo, aunque con valores relativamente bajos que no superan los $1 \text{ mg}/\text{m}^3$, lo que sigue siendo consistente con las condiciones limitantes impuestas por la temporada invernal.



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 verde 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.

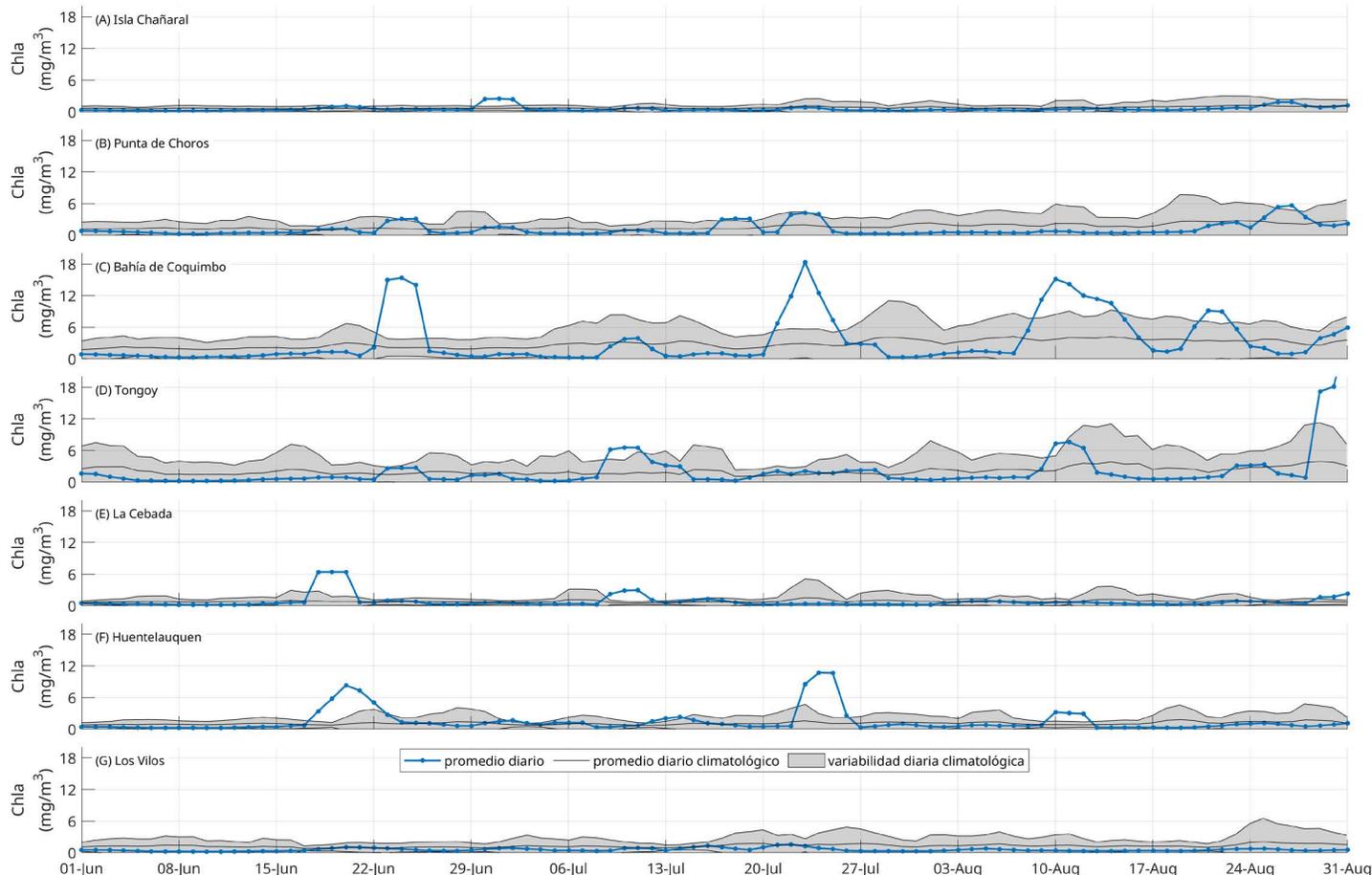


Figura 9. Series diarias de clorofila satelital (superficial) (mg/m^3) para las localidades de (A) Isla Chañaral, (B) Punta de Choros, (C) Bahía de Coquimbo, (D) Bahía de Tongoy, (E) La Cebada, (F) Huentelauquén y (G) Los Vilos entre el 1 de junio de 2024 al 31 de agosto del 2024. Se muestran los datos diarios de clorofila (curva azul punteada), el promedio diario histórico (línea negra) y su desviación estándar (sombreado azul) calculados entre 1998 y 2022.

Las imágenes satelitales de clorofila muestran una disminución en las concentraciones a nivel estacional, lo que es coherente con lo esperado para un periodo invernal debido a la menor radiación solar disponible para la fotosíntesis. Al inicio del periodo (Figura 8A-B), se observan concentraciones muy bajas de clorofila a lo largo de toda la zona oceánica. Esto se debe a la influencia de un sistema de baja presión, que alteró la dirección del viento y aumentó la mezcla en la columna de agua, limitando la producción primaria en la región. Durante el periodo comprendido entre el 19 de junio al 15 de julio (Figura 8C) se registra un aumento en las concentraciones de clorofila en la región costera, particularmente al sur de los 30°S . Este incremento está asociado a un evento de surgencia, ya que coincide con la pluma de agua fría observada en

ese mismo periodo (ver figura 6E) y con la presencia de vientos favorables a la surgencia (ver figura 4D). Sin embargo, las concentraciones de clorofila alcanzadas durante este evento son limitadas, con valores alrededor de $1 \text{ mg}/\text{m}^3$, lo cual se atribuye a la menor radiación solar disponible. Tras este evento y el posterior desplazamiento de la clorofila hacia zonas más oceánicas (Figura 8F), las concentraciones de clorofila vuelven a disminuir, alcanzando un nuevo mínimo entre el 25 de julio y el 2 de agosto (Figura 8G), periodo que coincide nuevamente con la llegada de un sistema de baja presión que impactó en la región. Posteriormente, se observan máximos locales en el interior de la Bahía de Coquimbo, aunque con valores relativamente bajos que no superan los $1 \text{ mg}/\text{m}^3$, lo que sigue siendo consistente con las condiciones limitantes impuestas por la temporada invernal.

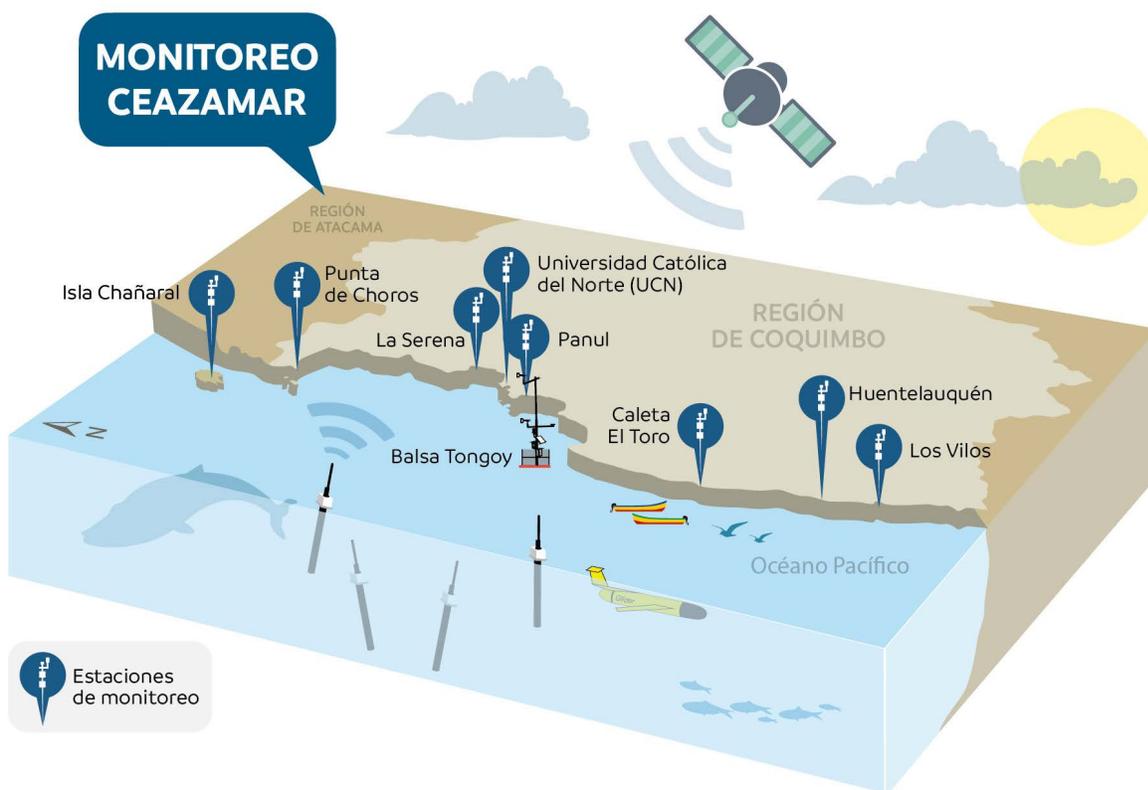


Observaciones locales

» 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 cerca de 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

Los vientos medidos en la Estación Meteorológica Automática (EMA) CEAZAMET de Punta de Choros (ver figura 10) presentaron magnitudes ligeramente superiores a los rangos históricos durante el trimestre. En general, las velocidades promedio se mantuvieron levemente por encima del promedio histórico, con valores de 2 m/s (3.8 nudos) en junio, 1.9 m/s (3.7 nudos) en julio y 2.7 m/s (5.3 nudos) en agosto. Durante este periodo, se registraron dos eventos significativos con vientos que superaron los 6 m/s, los cuales ocurrieron entre el 12 y 13 de junio y entre el 1 y

2 de agosto. Estos máximos en el periodo están asociados a eventos de vientos del norte. Este cambio en la dirección se asoció al paso de sistemas de baja presión atmosférica sobre la región acompañados de intensas precipitaciones, los cuales suelen presentarse con mayor frecuencia durante el periodo invernal. En cuanto al viento favorable a la surgencia, se observó durante el 73% del trimestre, sin embargo, presentó con magnitudes mucho menores que lo observado en los trimestres anteriores.

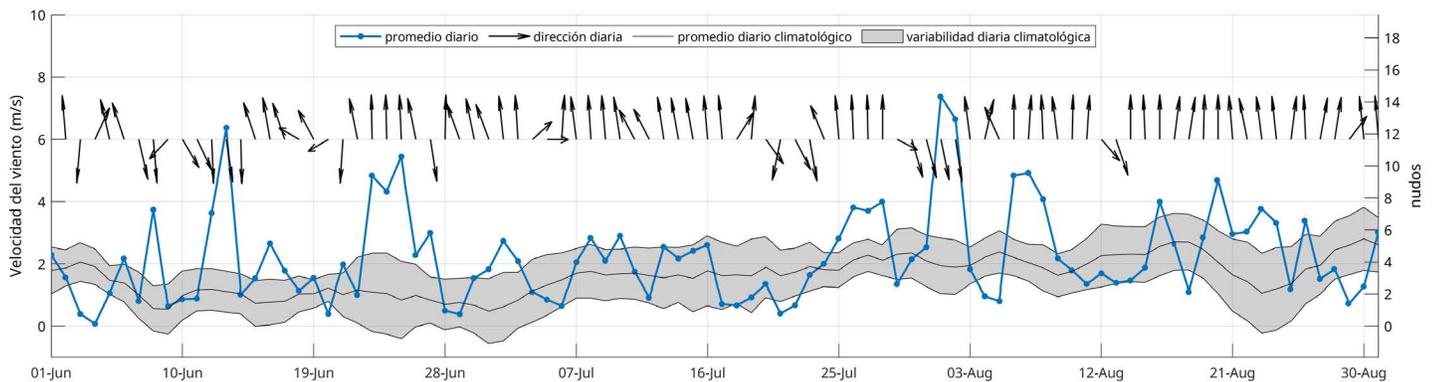


Figura 10. Serie diaria de la velocidad (curva azul punteada) y dirección (vectores) del viento promedio diario (m/s y nudos) medido por la estación CEAZAMET en la localidad de Punta de Choros desde el 1 de junio de 2024 al 31 de agosto de 2024. Adicionalmente, se incluye el promedio diario histórico de velocidad de viento (curva negra) y 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

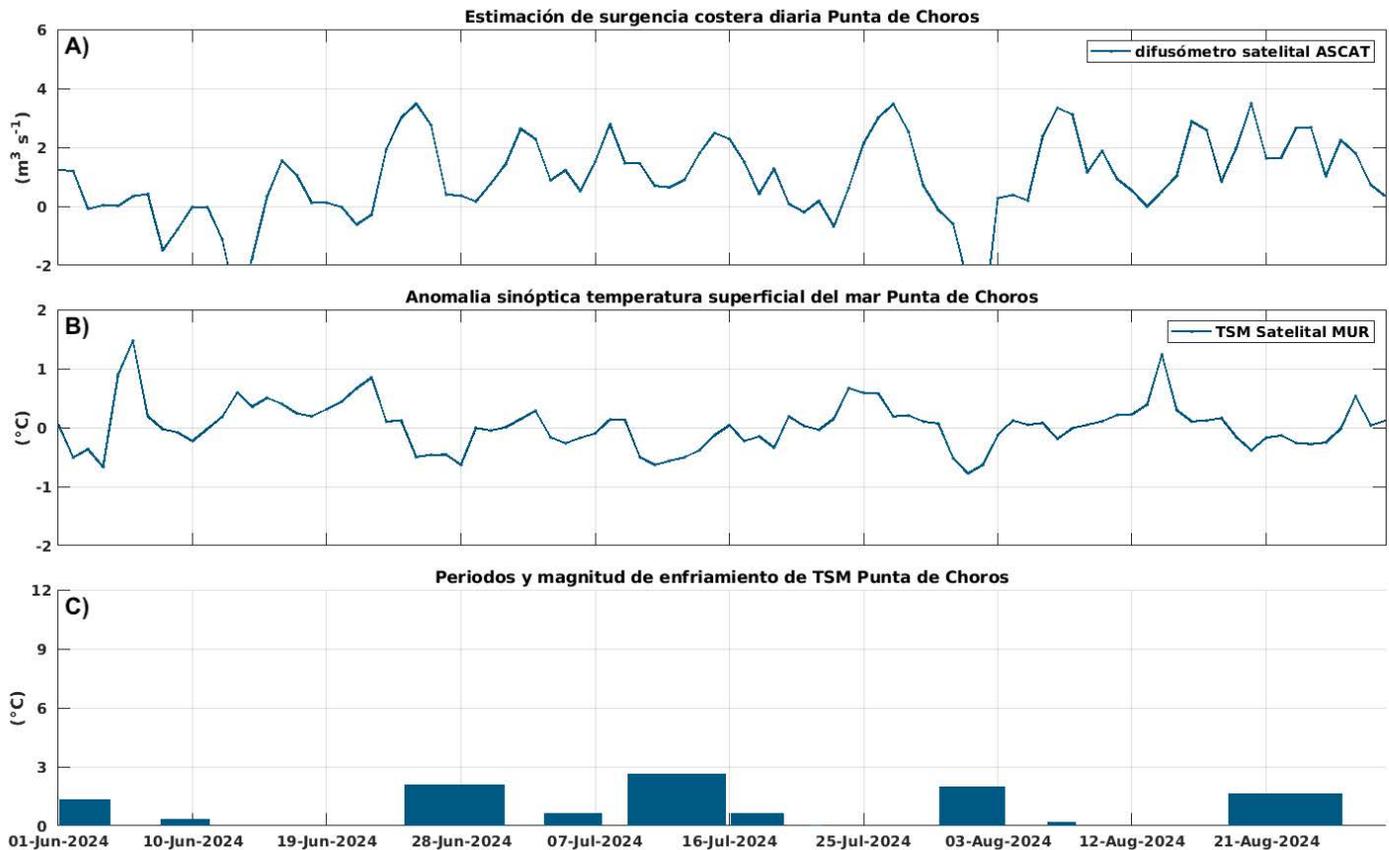


Figura 11. Indicadores de intensidad y duración de la surgencia costera en Punta de Choros entre el 1 de junio al 29 de agosto de 2024. (A) Índice de surgencia costera (UI) estimado a partir del estrés del viento. (B) Anomalías sinópticas de la temperatura superficial del mar (TSM) ($^{\circ}C$). (C) 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 (ver figura 11), el índice derivado del viento registró dos extensos periodos con transporte de surgencia de importancia, estos eventos se caracterizaron por su extensión temporal acumulando transporte de surgencia de 34.7 y 42.2 m^3/s entre el 19 de junio al 15 de julio, y del 3 al 29 de agosto, respectivamente. La comparativa con igual periodo del 2023 indica un nivel de la actividad del viento muy superior a lo observado en el año anterior (ver boletín octubre 2023) acumulando un transporte de surgencia de 28 m^3/s el año 2023 versus 84 m^3/s durante el presente año.

Respecto a los índices obtenidos a partir de las anomalías de la temperatura superficial del mar, destacamos que los eventos más importantes de enfriamiento de la TSM se observaron entre el 24 al 30 de junio y durante el 8 al 15 de julio, en el primer periodo de viento intenso antes indicado. Estos eventos de enfriamiento registraron una duración de 7 y 8 días, respectivamente acumulando una anomalía / enfriamiento de TSM de 2.05 / 0.84 $^{\circ}C$ y 2.65 / 1.27 $^{\circ}C$ respectivamente. Finalmente, a fines de agosto se observó otro evento de enfriamiento con una duración de 8 días, durante el segundo periodo de viento intenso a fines de agosto, acumulando una anomalía / enfriamiento de TSM de 1.61 / 0.5 $^{\circ}C$.



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

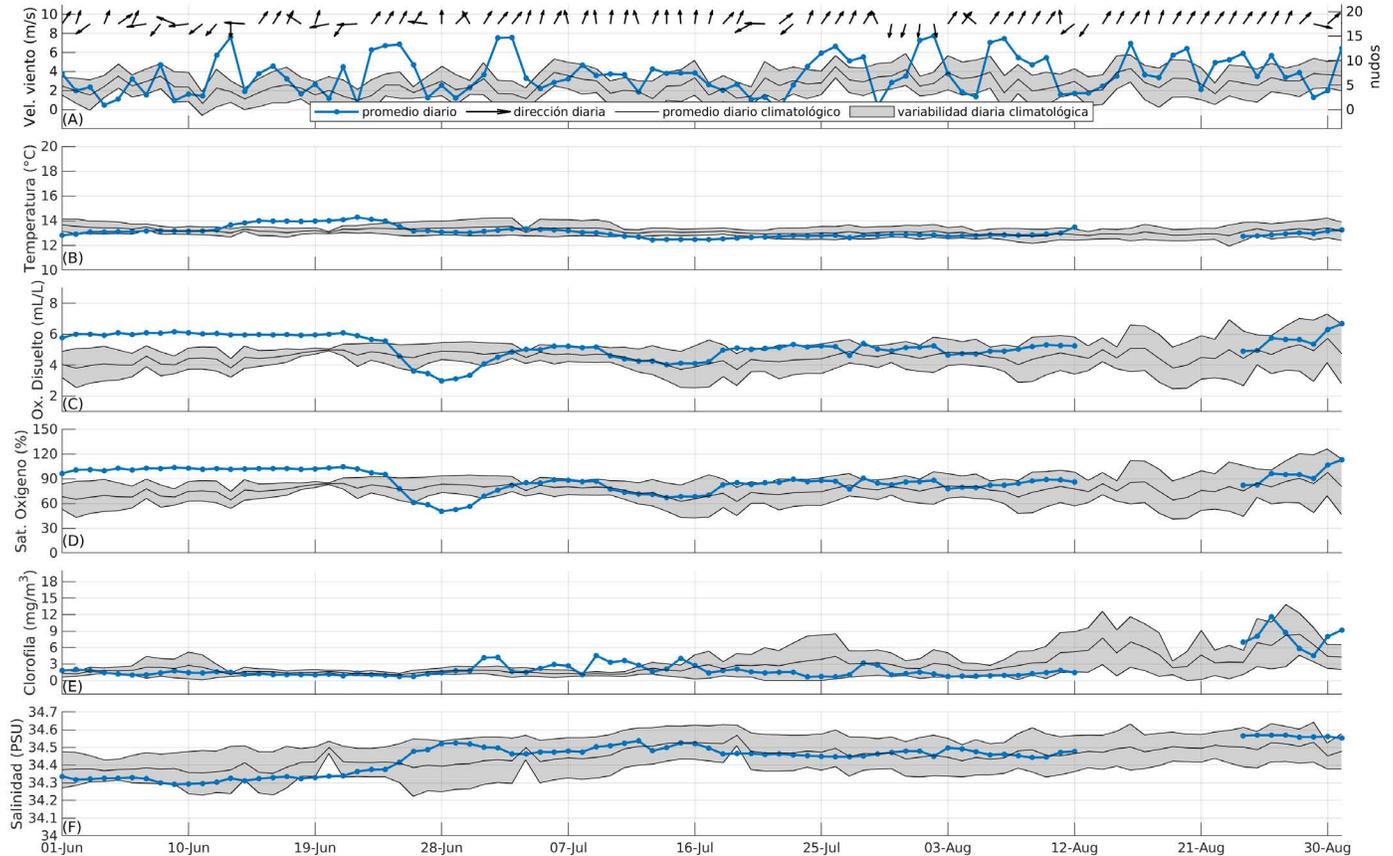


Figura 12. (A) Serie diaria de la velocidad (curva azul punteada) y dirección (vectores) del viento promedio diario satelital (m/s y nudos) en Punta Lengua de Vaca (PLV) desde el 1 de junio al 31 de agosto de 2024. Promedio histórico diario (línea negra) y desviación estándar (sombreado azul) de la velocidad del viento en PLV calculados entre 2000 y 2022. (B) temperatura del agua (°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 boya CEAZA localizada en la bahía de Tongoy.

Al igual que en Punta de Choros (Figura 10), las mediciones de viento en Punta Lengua de Vaca (Figura 12A) registraron dos eventos de gran relevancia, con velocidades superiores a los 8 m/s, entre el 12 y 13 de junio y nuevamente entre el 1 y 2 de agosto. Estos eventos estuvieron acompañados por un cambio en la dirección del viento hacia el sur, coincidiendo con la influencia de sistemas de baja presión atmosférica en la región acompañados de precipitaciones. Otros periodos de vientos notables ocurrieron entre el 23-26 de junio y el 2-3 de julio, aunque en estos casos el viento se orientó hacia el noreste. En cuanto a las variables oceanográficas la temperatura del mar en la bahía de Tongoy (Figura 12B) se mantuvo en el rango histórico, a excepción del periodo entre el 13 y el 23 de junio, donde los valores fueron ligeramente superiores. Este aumento de temperatura se asocia a una mayor mezcla en la capa superficial del océano, provocada por los cambios en la dirección del viento y a una consecuente disminución en los procesos de surgencia que suelen enfriar la zona. Similarmente, el oxígeno en la región (Figuras 12C-D) mostró niveles por encima del promedio histórico durante

los primeros 23 días del trimestre, un fenómeno también vinculado a la mayor mezcla vertical, como a la reducción de la surgencia, generada por los vientos del norte durante el paso de los sistemas de baja presión. Sin embargo, entre el 27 y 30 de junio, tras un periodo de intensificación del viento sur, se registró una disminución significativa en las concentraciones de oxígeno producto de la surgencia costera asociada al forzamiento del viento. El resto del periodo se presentó sin grandes variaciones y dentro de los rangos históricos. Por su parte, la clorofila (Figura 12E) mostró condiciones estables y bajas durante la primera mitad del trimestre, en línea con los valores históricos. Se observaron ligeros aumentos en la concentración de clorofila entre el 1-2 de julio y el 9-11 de julio, asociados a leves eventos de surgencia impulsados por los vientos. En cuanto a la salinidad (Figura 12F), los valores se mantuvieron dentro del rango histórico, sin fluctuaciones significativas a lo largo del trimestre.



Índice de surgencia (Bahía de Tongoy)

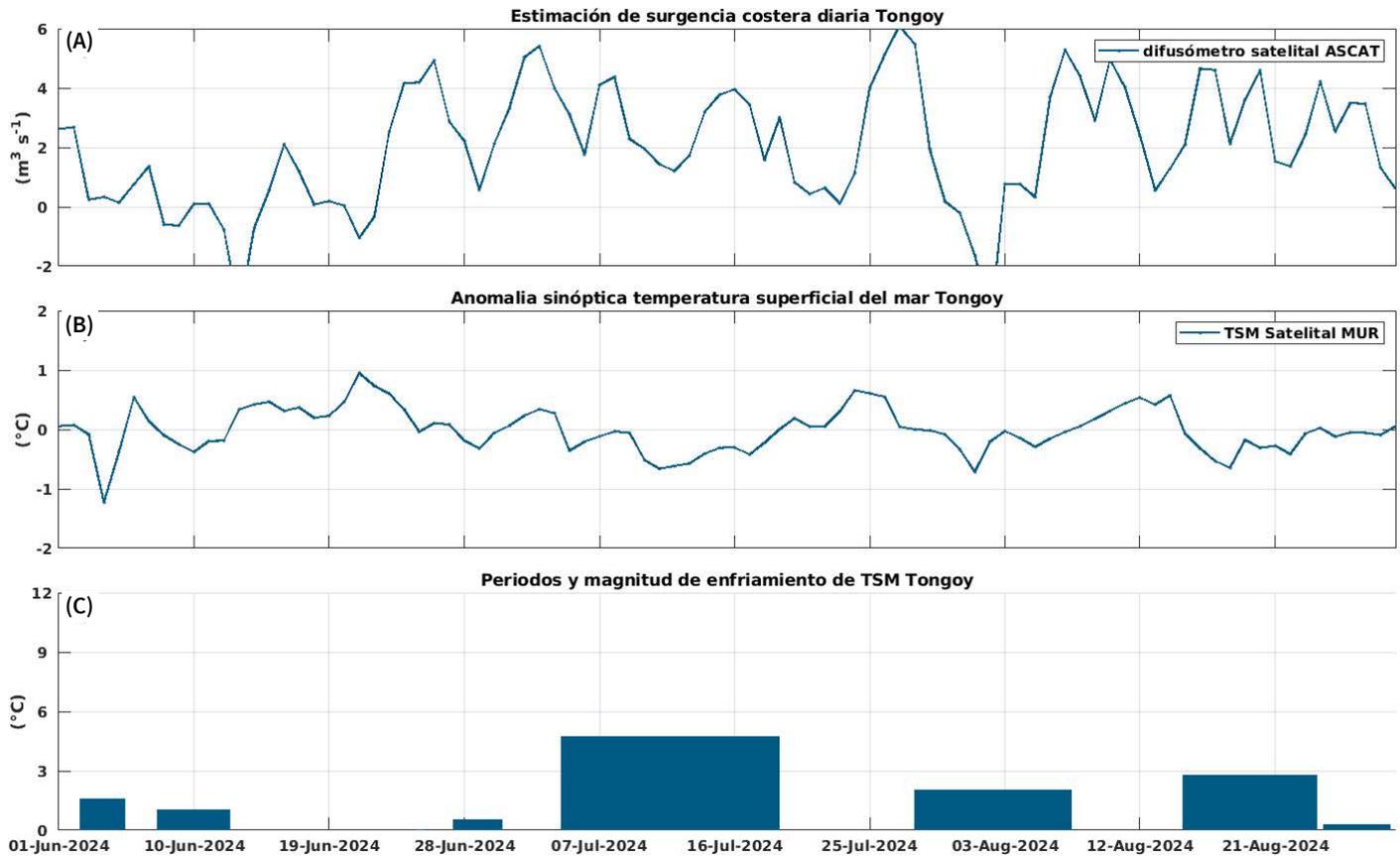


Figura 13. Indicadores de intensidad y duración de la surgencia costera en la bahía de Tongoy entre el 1 de junio al 29 de agosto de 2024. (A) Índice de surgencia costera (UI) estimado a partir del estrés del viento. (B) Anomalías sinópticas de la temperatura superficial del mar (TSM) ($^{\circ}\text{C}$). (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, derivados a partir del viento, registra, al igual que Punta de Choros, dos extensos periodos con transporte de surgencia de importancia, estos eventos se caracterizaron por su extensión temporal y mayor acumulación de transporte de surgencia que en Punta de Choros con 69 y 74 m^3/s entre el 19 de junio al 15 de julio, y del 3 al 29 de agosto, respectivamente. La comparativa con igual periodo del 2023 indica un nivel de la actividad del viento muy superior a lo observado en el año anterior (ver boletín julio 2023) acumulando durante el trimestre un transporte de surgencia de 38 m^3/s el año

2023 versus 162 m^3/s durante el presente año. Por otra parte el índice de surgencia basado en las anomalías de TSM registró tres eventos de enfriamiento de importancia, el de mayor intensidad entre 3 al 18 de julio, durante un extenso periodo de viento sur que se extendió por 16 días, con una anomalía y enfriamiento integrado en el transcurso del episodio de 4.73 $^{\circ}\text{C}$ y 4.11 $^{\circ}\text{C}$, respectivamente. Los otros dos eventos se prolongaron por 10 y 14 días entre el 24 de junio al 7 de agosto y del 28 al 24 de agosto con 2 y 2.8 $^{\circ}\text{C}$ de anomalía integrada, respectivamente.



» DIAGNÓSTICO DE LOS SECTORES PRODUCTIVOS

» Análisis de las condiciones ambientales

Considerando la disponibilidad de información hasta la fecha, el presente análisis se realiza en base a las temporadas 2023 y 2024.

Durante la primera mitad del 2023, la Región de Coquimbo experimentó el impacto del fenómeno de El Niño, lo que elevó el nivel y la temperatura superficial del mar junto con disminuir el régimen de viento y la surgencia. Estos fenómenos suelen reducir la productividad primaria, ya que se tiende a estratificar en mayor medida la columna de agua, limitando el transporte de nutrientes desde las capas profundas hacia la superficie y reduciendo la generación de fitoplancton.

Durante los meses de febrero y marzo, las temperaturas superficiales alcanzaron cerca de 18°C, superando los

promedios históricos del primer trimestre. Aunque algunos eventos de surgencia disminuyeron la temperatura por períodos acotados, estos no fueron suficientes para contrarrestar el calentamiento generalizado de las aguas producto de las condiciones cálidas de El Niño. Durante el año, predominó el viento del sur, acompañado de algunos episodios de viento del norte. Los vientos del sur suelen promover la surgencia. Sin embargo, la efectividad de estos eventos podría haberse visto limitada por las condiciones El Niño, como se indicó previamente. En efecto, la concentración de clorofila, un indicador clave de la biomasa fitoplanctónica y de la disponibilidad de alimento para los ostiones, fue ligeramente inferior a la media histórica (Figura 14).



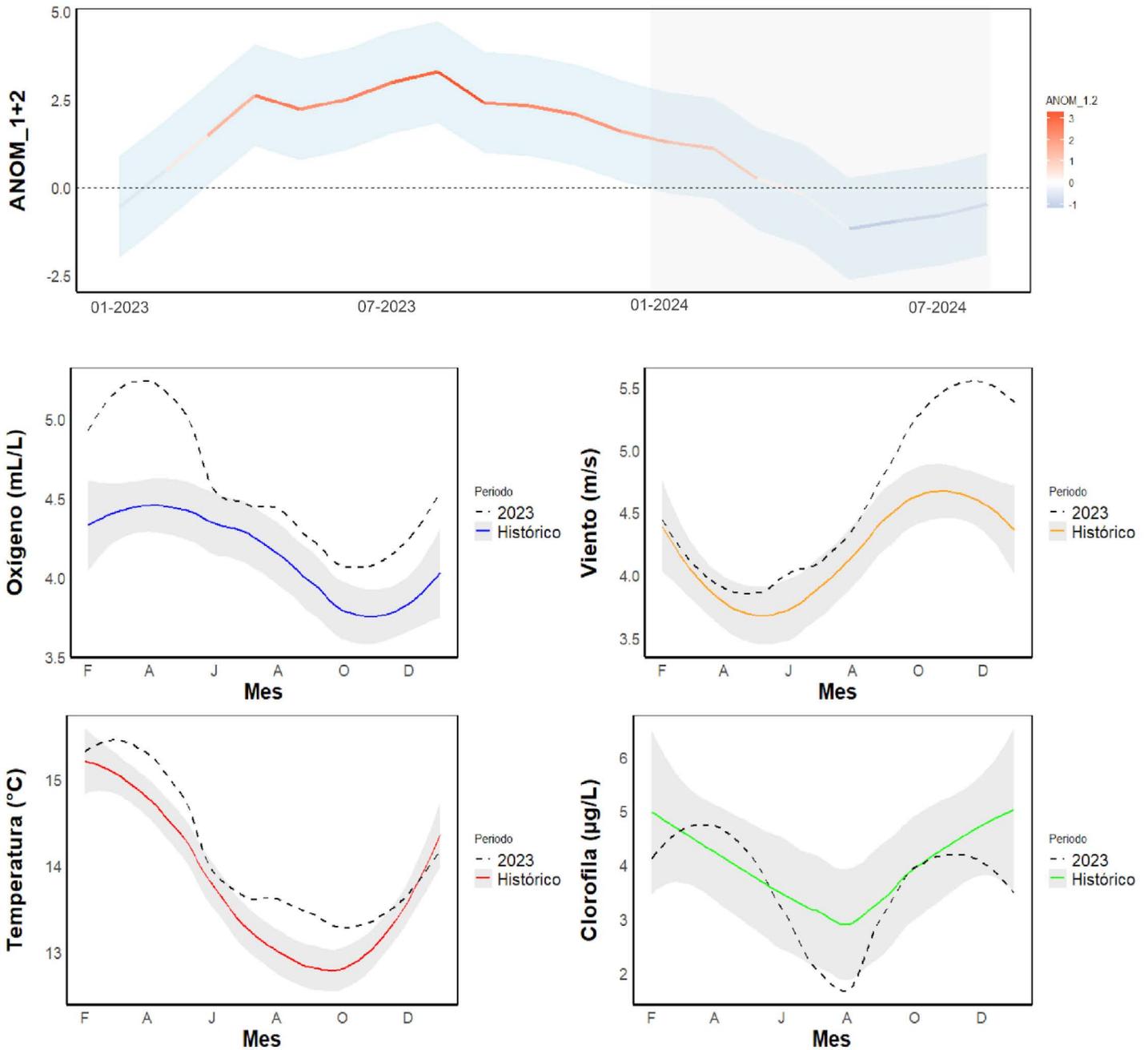


Figura 14. Series temporales de variables ambientales en la bahía de Tongoy. Se presenta el índice de la anomalía de El Niño 1+2 para los años 2023 y 2024 (este último destacado en sombreado). Se incluye una línea de referencia en cero que indica condiciones neutras, así como colores que representan las desviaciones positivas (El Niño, en rojo) y negativas (La Niña, en azul). También se grafican los parámetros oceanográficos promedio del año 2023 y los valores históricos. Las bandas sombreadas alrededor de las tendencias estimadas representan los intervalos de confianza aproximados del 95% a lo largo de la función.



» Análisis productivo del año 2023

Este análisis productivo permite entender cómo las variaciones ambientales y las decisiones de manejo influyen en la productividad del cultivo de ostión del norte en la Región de Coquimbo, una especie clave para la economía de la zona. Además, ofrece información valiosa para ajustar estrategias de manejo que promuevan la sostenibilidad de la industria ante retos climáticos y demandas del mercado.

Durante el año 2023, se observó una extracción de individuos de ostión del norte de menor tamaño, lo que podría atribuirse a decisiones de manejo por parte de los acuicultores. Estos optaron por cosechar antes para reducir pérdidas derivadas de las variaciones ambientales y ajustarse a las demandas del mercado. La talla promedio de los ostiones fue de 58.4 mm, significativamente menor que el promedio histórico de 71.1 mm, y el tiempo de cultivo también se redujo a 244 días en

promedio, frente a los 285 días históricos (Figura 15A). Esto sugiere que los cultivadores redujeron el ciclo de cultivo como una medida preventiva. Si bien la cosecha se mantuvo en su rango histórico, en comparación con 2022, la producción fue menor, con 38,503 individuos cosechados frente a 45,433 del año anterior, y una talla promedio de 58.4 mm en 2023, en contraste con los 73.2 mm de 2022 (Figura 15B). Estos resultados reflejan el impacto negativo de las condiciones ambientales durante el 2023 sobre la productividad del cultivo. En conjunto, el análisis productivo de 2023 muestra correspondencia con las condiciones climáticas de la región. El fenómeno de El Niño generó un entorno de baja productividad primaria, lo que llevó a los cultivadores a ajustar sus prácticas de manejo. La reducción del tiempo de cultivo y la cosecha de ostiones de menor tamaño reflejan un esfuerzo por adaptarse a las condiciones desfavorables del año.

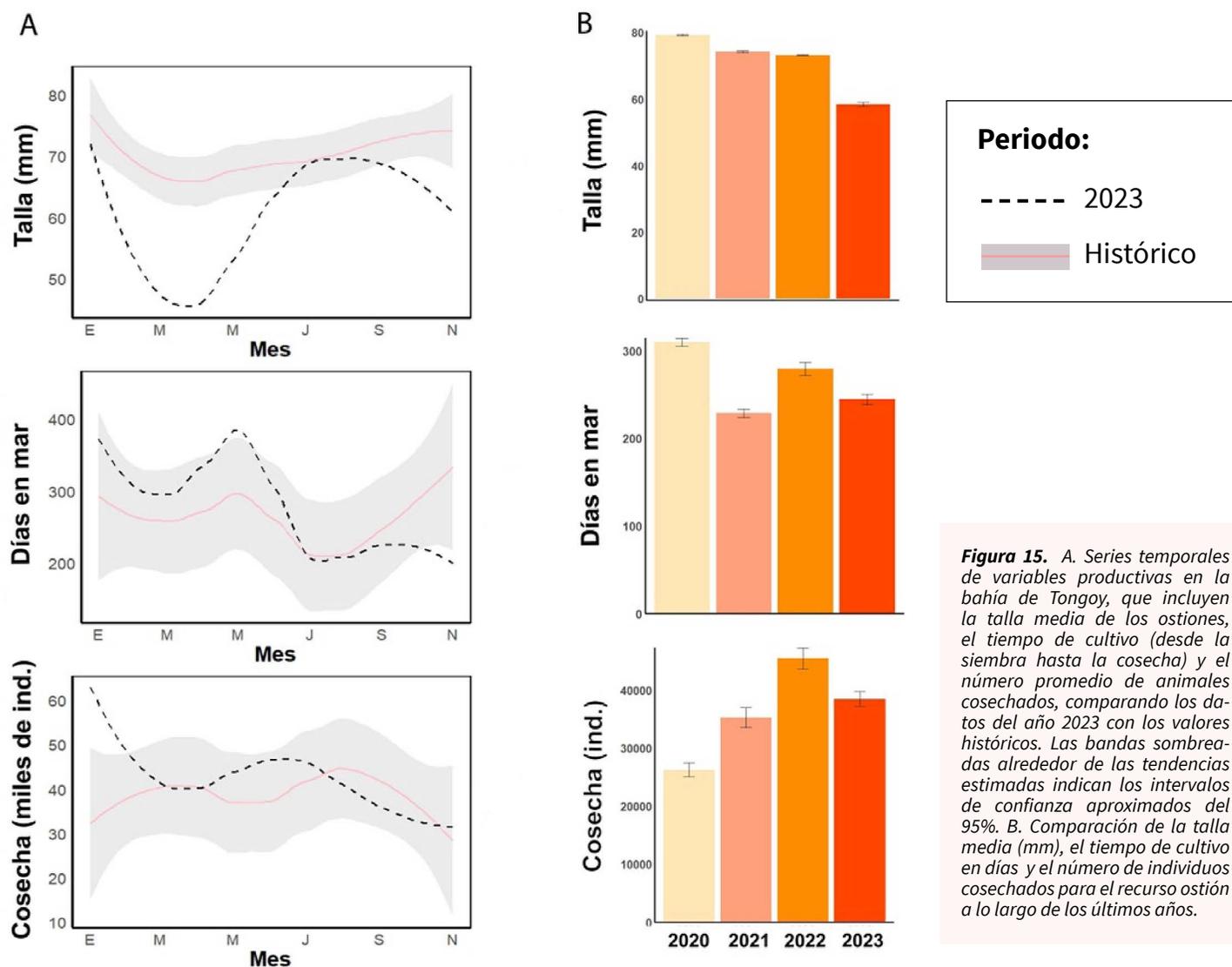


Figura 15. A. Series temporales de variables productivas en la bahía de Tongoy, que incluyen la talla media de los ostiones, el tiempo de cultivo (desde la siembra hasta la cosecha) y el número promedio de animales cosechados, comparando los datos del año 2023 con los valores históricos. Las bandas sombreadas alrededor de las tendencias estimadas indican los intervalos de confianza aproximados del 95%. B. Comparación de la talla media (mm), el tiempo de cultivo en días y el número de individuos cosechados para el recurso ostión a lo largo de los últimos años.



» PRONÓSTICOS A CORTO PLAZO

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

En esta sección se introduce y presenta el 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/oceanograma-porcaleta/>, 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 los pronósticos a 10 días de las principales variables oceanográficas (viento, oleaje, mareas, etc). Se resalta que los pronósticos 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.



A fines del 2022 la red de monitoreo CEAZAMET expandió sus puntos de monitoreo costero en la región con la instalación de 2 nuevas estaciones meteorológicas automáticas, el primero en el extremo norte en la isla Chañaral de Aceituno y el segundo en la el extremo sur en la ciudad de Los Vilos. Estos nuevos puntos de medición se suman a las estaciones meteorológicas que operan en Punta de Choros, Tongoy y Punta Lengua de Vaca, permitiendo medir y estudiar en detalle la circulación atmosférica y la dinámica de surgencia, así como validar y perfeccionar los pronósticos a lo largo de la costa de la región de Coquimbo.

LINKS DE ACCESO:

PRONÓSTICOS REGIONALES:

» [VIENTOS](#)

» [OLAS](#)

» [TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL MAR \(TSM\)](#)

PRONÓSTICOS LOCALES:

» [OCEANOGRAMA POR CALETA:](#)
¡Ahora descargable para imprimir!

¡Nuevo producto!

Conoce la
app.ceaza.cl





» 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 CO_2 (pCO_2), 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 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 clorofitas 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 las 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.

Olas de calor marinas: Eventos donde la temperatura del océano supera un percentil del registro de temperaturas históricas (usualmente 90%) y su persistencia es de al menos 5 días seguidos.

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 fijas 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
2024

