



BOLETÍN BIO-OCEANOGRÁFICO N°5

Enero 2023

Convenio de Desempeño 2022

Condiciones bio-oceanográficas y evaluación del stock desovante de anchoveta entre las regiones de Arica y Parinacota y Antofagasta, año 2022.

SUBSECRETARÍA ECONOMÍA Y EMT / febrero 2023



BOLETÍN BIO-OCEANOGRÁFICO N°5

Enero 2023

Convenio de Desempeño 2022

Condiciones bio-oceanográficas y evaluación del stock desovante de anchoveta entre las regiones de Arica y Parinacota y Antofagasta, año 2022

SUBSECRETARÍA ECONOMÍA Y EMT / febrero 2023

REQUIRENTE

**SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y
EMPRESAS DE MENOR TAMAÑO**

Subsecretaria de Economía y EMT
Javiera Constanza Petersen Muga

EJECUTOR

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO, IFOP

Director Ejecutivo

Gonzalo Pereira Puchy

Jefe (S) División Investigación Pesquera

Leonardo Caballero González

Jefe Departamento de Oceanografía y Medio Ambiente

Dr. Jaime Letelier Pino

JEFATURA DE PROYECTO

Dra. Jessica Bonicelli Proaño



BOLETÍN BIO-OCEANOGRÁFICO N°5

Enero 2023

SUBSECRETARÍA ECONOMÍA Y EMT / febrero 2023

AUTORES

Jessica Bonicelli Proaño
Francisca Osorio Zúñiga
Adrián Bustamante Maino

COLABORADORES

Guillermo Galindo Pérez
Angélica Varas Sandoval
Andrés Varas Gómez

Citar boletín como: Bonicelli, J., Osorio, F. y Bustamante, A. 2023. Condiciones bio-oceanográficas y evaluación del stock desovante de anchoveta entre las regiones de Arica y Parinacota y Antofagasta, año 2022. Boletín Bio-Oceanográfico N°5 enero, 2023. Convenio de Desempeño 2022, Instituto de Fomento Pesquero.



BOLETÍN BIO-OCEANOGRÁFICO N°5: ENERO 2023

ZONA NORTE Y CENTRO SUR DE CHILE

RESUMEN: De acuerdo a las condiciones en el Pacífico Ecuatorial durante enero, el sistema de seguimiento de la NOAA mantuvo el estatus del ENOS como “Advertencia de La Niña”, es decir, un Evento La Niña que está activo desde septiembre de 2021. Se espera que en los próximos meses comiencen condiciones de ENSO-neutral (condiciones normales) en la zona ecuatorial. En el mar de Chile (18°S – 41°S) se observaron condiciones normales (neutrales) durante enero 2023 y la primera quincena de febrero 2023.

En términos locales, en la zona norte la abundancia media de huevos de anchoveta fue un 78% inferior al promedio histórico mensual, con la mayor abundancia en la estación de Arica. En Coliumo se encontraron huevos y larvas de anchoveta en las estaciones ubicadas a 5 y 12 millas náuticas, con la mayor abundancia de huevos en la estación de 5 mn y de larvas en la estación de 12 mn. En esta localidad también se observaron huevos y larvas de sardina común y jurel.

El valor mensual de IGS de anchoveta en la zona norte se encontró bajo el umbral de actividad reproductiva de la anchoveta (<5%). En Coliumo el IGS mensual no estuvo disponible, debido a la veda biológica de reclutamiento.

En enero 2023, la anomalía de temperatura superficial de mar (ATSM) se mantuvo negativa e intensa en la región Niño_{3,4} (-0,7°C) mientras que en la región Niño₁₊₂ (-0,2°C) estuvo cerca de cero. Por otro lado, el indicador bimensual ENOS Multivariado MEIv2, ha reflejado condiciones ambientales frías en el Pacífico Ecuatorial (MEIv2 menor a -0,5), desde mayo-junio 2020 hasta enero 2023 (**Figura 1a**). En el último boletín de la NOAA se ha mantenido el estado de “Advertencia de La Niña” (NOAA, 2023) estado que ha permanecido desde septiembre 2021 (NOAA 2021) y según los modelos de pronóstico, publicados por la NOAA (NOAA, 2023), se espera que comiencen condiciones de ENSO-neutral durante los próximos meses y que persistan hasta el otoño y comienzos de invierno del hemisferio sur.

Localmente, la ATSM promedio de la zona norte se tornó negativa y fue de alta intensidad (-0,8°C). La ATSM promedio de la zona sur también se tornó negativa, aunque estuvo cerca de cero (-0,3°C) (**Figura 1b**). A lo largo de la costa se observó una alta cobertura de ATSM negativas de alta intensidad en la zona norte, mientras que en el resto del área predominaron ATSM neutrales (**Figura 1c**). La concentración promedio de clorofila-a disminuyó respecto al mes anterior alcanzando valores inferiores a 4 mg/m³ en ambas zonas (**Figura 1d**). Meridionalmente se observó una baja cobertura de concentraciones > 5 mg/m³ (**Figura 1e**).

En términos espaciales la magnitud del viento promedio de enero aumentó respecto a diciembre, presentando magnitudes > 7m/s entre Coquimbo y Talcahuano, y magnitudes débiles (<4m/s) a lo largo de todo el sector costero, que se extendieron hacia el oeste al norte de Mejillones (**Figura 2a**). La temperatura superficial del mar (TSM) promedio del mes mostró valores > 19°C al norte de Coquimbo y máximas que bordearon los 24°C entre Arica e Iquique. Estas temperaturas fueron disminuyendo hacia el sector costero, formándose un frente térmico costa-océano. Hacia el sur, la TSM fue disminuyendo, encontrándose TSM de 17°C en el sector oceánico que fueron disminuyendo hacia la costa donde se encontraron mínimas de 13°C frente a Corral (**Figura 2b**). Las ATSM asociadas a estas TSM tuvieron



una alta cobertura de valores neutros. Sin embargo, se presentaron focos de ATSM negativas de alta intensidad en el sector costero de la zona norte y focos aislados de ATSM positivas de alta intensidad en el sector oceánico entre Mejillones y Coquimbo (**Figura 2c**). De acuerdo a la distribución espacial del promedio mensual de clorofila-*a*, se observaron altas concentraciones ($> 5 \text{ mg/m}^3$) en gran parte del sector costero, aunque con una menor cobertura espacial que el mes anterior. También, se detectó una alta actividad geostrofica y una corriente de meandro con dirección hacia el norte asociada a concentraciones de clorofila-*a* $> 0,5 \text{ mg/m}^3$ (**Figura 2d**).

En enero 2023 las mediciones *in-situ* de la anomalía de temperatura en las estaciones de Arica (**Figura 3a**) e Iquique (**Figura 3b**) se tornaron negativas en toda la columna de agua. En Arica las anomalías negativas fueron de alta intensidad bajo los 10 m de profundidad, mientras que en Iquique fueron intensas en toda la columna de agua. En Mejillones el perfil de anomalía presentó una estructura similar a la del mes anterior, con valores positivos en la capa superficial y negativos en estratos más profundos (**Figura 3c**). Finalmente, en Coliumo las anomalías se tornaron negativas en toda la columna de agua, pero fueron cercanas a cero (**Figura 3d**).

Las series de tiempo de las variables hidrográficas mostraron una alta estratificación térmica en Arica (Temperatura_{superficial} = 18°C , Temperatura_{fondo} = $12,8^\circ\text{C}$) y Mejillones (Temperatura_{superficial} = $19,8^\circ\text{C}$, Temperatura_{fondo} = $12,6^\circ\text{C}$) en enero 2023. En Iquique la temperatura fluctuó entre 16°C en superficie y $12,6^\circ\text{C}$ en el fondo de la columna de agua (**Figura 4a**). La salinidad mostró valores cercanos a 34,8 en toda la columna de agua de las tres estaciones, valores que reflejan la predominancia de la masa de agua Ecuatorial Subsuperficial (**Figura 4b**). En cuanto a la clorofila-*a*, Arica fue la estación más productiva, con las mayores concentraciones en el estrato subsuperficial de la columna de agua, que coincidió con la posición de la termoclina. Las estaciones de Iquique y Mejillones presentaron bajas concentraciones con máximas de $2 \text{ } \mu\text{g/L}$ y $0,7 \text{ } \mu\text{g/L}$ respectivamente (**Figura 4d**).

La columna de agua en Coliumo siguió presentando una alta estratificación, pero menos intensa que el mes anterior y solo en las 2 estaciones de muestreo más alejadas de la costa (12 mn y 18 mn), con temperaturas que fluctuaron entre $13,5^\circ\text{C}$ y $10,2^\circ\text{C}$ en la estación de 12 mn y entre 14°C y 10°C en la estación de 18 mn de distancia a la costa. La estación más costera (5 mn) tuvo una menor fluctuación en temperatura, con una máxima de $12,3^\circ\text{C}$ en superficie y una mínima de $10,7^\circ\text{C}$ en el fondo (**Figura 5a**). Por otro lado, la salinidad mostró valores cercanos a 34,5 en toda la columna de agua de las tres estaciones (**Figura 5b**). La densidad presentó una distribución similar a la temperatura en la columna de agua (**Figura 5c**).

En relación al ictioplancton, en las estaciones de la zona norte solo se encontraron huevos y larvas de anchoveta en Arica e Iquique. La abundancia media de huevos de anchoveta ($3064 \text{ huevos}/10 \text{ m}^2$) fue un 78% menor a la media histórica mensual 1997-2021 ($14053 \text{ huevos}/10 \text{ m}^2$). En cuanto a su distribución, el 85,7% de los huevos se concentraron en Arica, seguido de Iquique, con un 14,3%. De acuerdo a la distribución vertical de estadios tempranos, la mayor abundancia de huevos se ubicó en el estrato de 10-25 m en la estación de Arica, mientras que en Iquique en el estrato de 0-10 m. Las larvas de anchoveta presentaron su mayor abundancia en el estrato de 10-25 m en ambas estaciones de muestreo (**Tabla 1**).



En Coliumo se registraron huevos y larvas de anchoveta en las estaciones ubicadas a 5 y 12 mn, con la mayor abundancia de huevos en la estación más costera (135717 huevos/10 m²) y de larvas en la estación de 12 mn (4149 larvas/10 m², 0-25 m). La abundancia media de huevos de anchoveta en esta localidad fue de 68215 huevos/10 m², aumentando con respecto a los 11 meses anteriores (**Figura 6b**). En las estaciones de 5 mn y 12 mn además se observaron huevos de sardina común, con la mayor abundancia en la estación de 5 mn (1178 huevos/10 m²), mientras que en la de 12 y 18 mn también se encontraron larvas de sardina común. En esta localidad también se observaron huevos y larvas de jurel en las estaciones de 5 mn y 12 mn respectivamente (**Tabla 1**).

Durante enero el dato mensual de IGS de anchoveta de la zona norte fue de 4,1%, indicando una baja actividad reproductiva (<5%) (Díaz, 2023), lo que estuvo acorde con la abundancia media de huevos observada en este sector (3064 huevos/10 m²) (**Figura 6a**). En Coliumo el valor mensual de IGS de anchoveta no estuvo disponible, debido a la veda biológica de reclutamiento de la especie establecida para las regiones de Valparaíso a Los Ríos (IFOP, 2023) (**Figura 6b**).

Durante la primera quincena de febrero 2023, las ATSM positivas se fortalecieron y aparecieron anomalías negativas de alta intensidad en el sector costero al sur de Constitución (**Figura 7**)

Referencias

Díaz E. 2023. Monitoreo reproductivo semana N°2, Regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta (9 al 15 enero 2023). Programa de seguimiento de las pesquerías pelágicas zona norte, año 2023. Convenio de desempeño 2022, Instituto de Fomento Pesquero.

https://www.ifop.cl/wp-content/uploads/boletines/pelagica_zona_norte/2023/Biologicos_Pesqueros/INF%20SEM%200_B-P_PPN%20N%C2%B002_2023.pdf?v=2

IFOP. 2023. Documento monitoreo de reclutamiento, Monitoreo del proceso de reclutamiento de sardina común y anchoveta entre las Regiones de Valparaíso y Los Ríos, año 2023. Boletín N°10: semana 03 (16 al 22 de enero 2023). Programa de seguimiento de las principales pesquerías pelágicas de la zona centro sur de Chile, regiones de Valparaíso y Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo, año 2023. Convenio de desempeño 2022, Instituto de Fomento Pesquero.

[https://www.ifop.cl/wp-content/uploads/boletines/pelagica_centro_sur/reclutamiento/2023/mod/Monitoreo%20Reclutamiento%20V-XIV%20Region%20N%C2%B010%20sem%2003%20\(16%20al%2022%20de%20enero%202023\).pdf](https://www.ifop.cl/wp-content/uploads/boletines/pelagica_centro_sur/reclutamiento/2023/mod/Monitoreo%20Reclutamiento%20V-XIV%20Region%20N%C2%B010%20sem%2003%20(16%20al%2022%20de%20enero%202023).pdf)

NOAA, 2023. El Niño/Oscilación del sur (ENOS), discusión diagnóstica. 9 de febrero, 2023.

https://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/enso_disc_feb2023/ensodisc_Sp.pdf

NOAA, 2021. El Niño/Oscilación del sur (ENOS), discusión diagnóstica. 14 de octubre, 2021.

https://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/enso_disc_oct2021/ensodisc_Sp.pdf

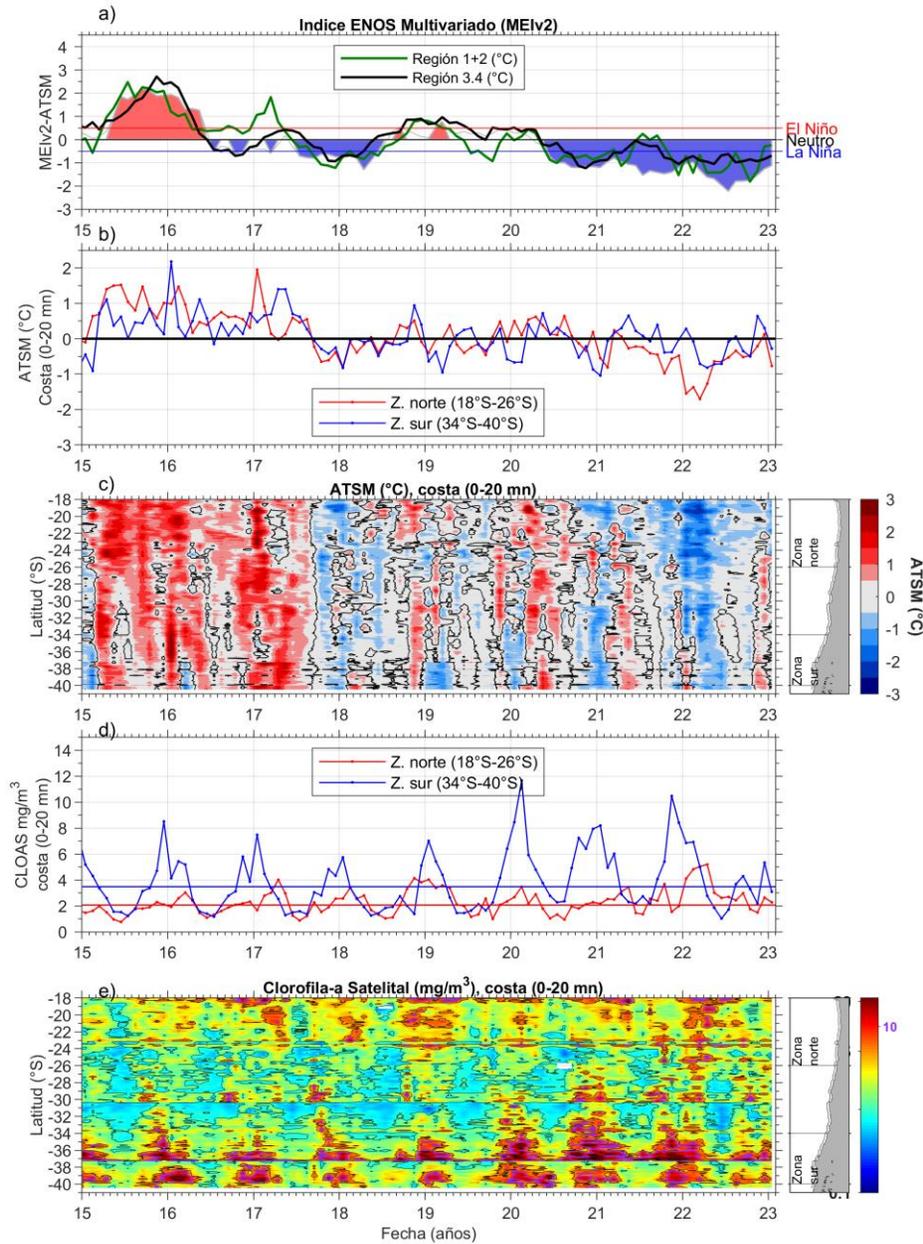


Figura 1. Series de tiempo para el período enero 2015 – enero 2023 de a) Índice ENOS Multivariado MEIv2.1 (línea gris), ATSM de la región Niño3.4 (línea negra) y ATSM de la región Niño1+2 (línea verde). Diagramas de Hovmöller de c) ATSM (°C) y e) clorofila-a satelital (mg/m³) en la banda costera (0-20 mn). Promedio de la banda costera (<20 mn) de las series de b) ATSM (°C) y d) clorofila-a satelital (mg/m³), entre 18°S-26°S (rojo) y 34°S-40°S (azul). En el primer panel los eventos declarados El Niño están marcados de rojo y La Niña de azul. Nota: Los promedios de clorofila-a (d, e) se generaron con información en logaritmo base 10

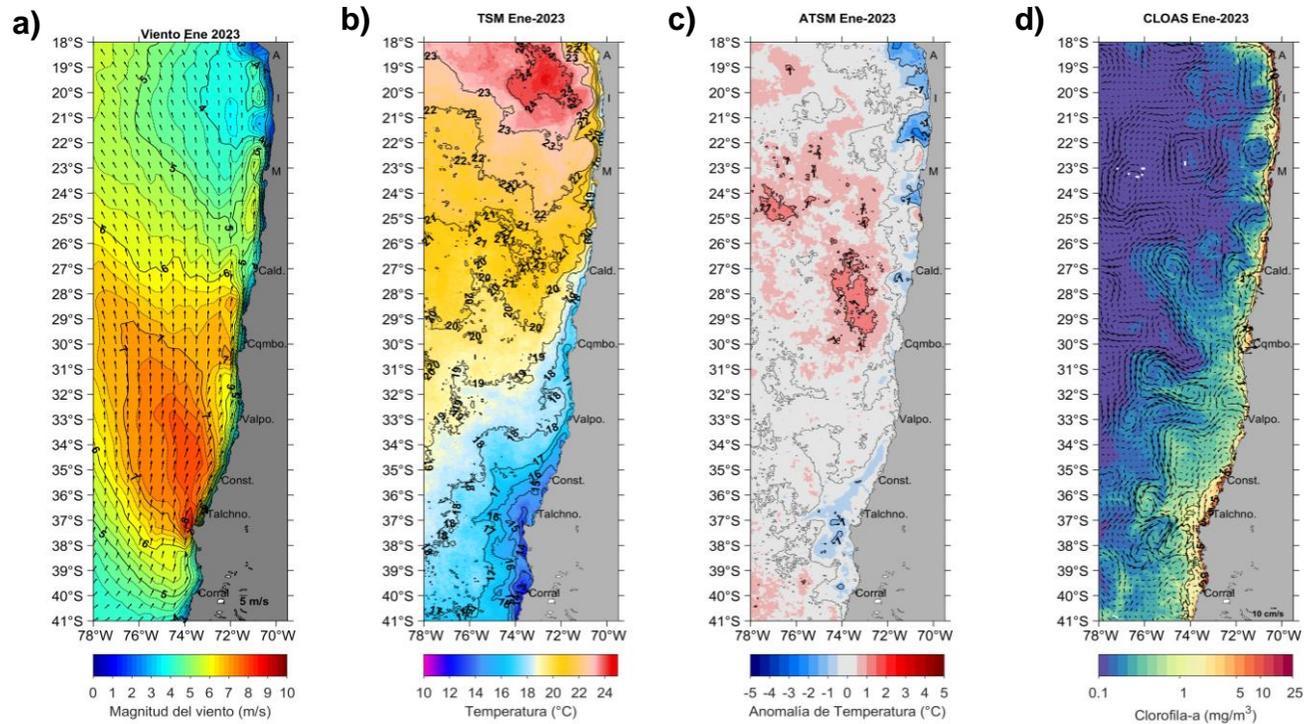


Figura 2. Distribución espacial de enero 2023 de: a) viento promedio (m/s), b) temperatura superficial del mar (TSM, °C), c) anomalía de temperatura superficial del mar (ATSM, °C) y d) concentración de clorofila-a (mg/m^3) con la corriente geostrofica en vectores (cm/s). A: Arica, I: Iquique, M: Mejillones, Cald: Caldera, Cqmb: Coquimbo, Valpo: Valparaíso, Const: Constitución, Talchno: Talcahuano. Nota: El viento promedio correspondió al producto ERA5 de 1 hora, resolución de $0,25^\circ \times 0,25^\circ$ y distribuido por COPERNICUS ; la TSM y el cálculo de su anomalía corresponden al producto (L4) diario (promedio día y noche) de resolución $4 \times 4 \text{ km}^2$ del satélite MODIS-A; la clorofila-a corresponde al producto (L4) mensual de resolución $4 \times 4 \text{ km}^2$ del satélite MODIS-A, mientras que las corrientes geostroficas promedio son obtenidas del producto (NRT-L4) diario, de resolución $28 \times 28 \text{ km}^2$ y distribuido por CMEMS.

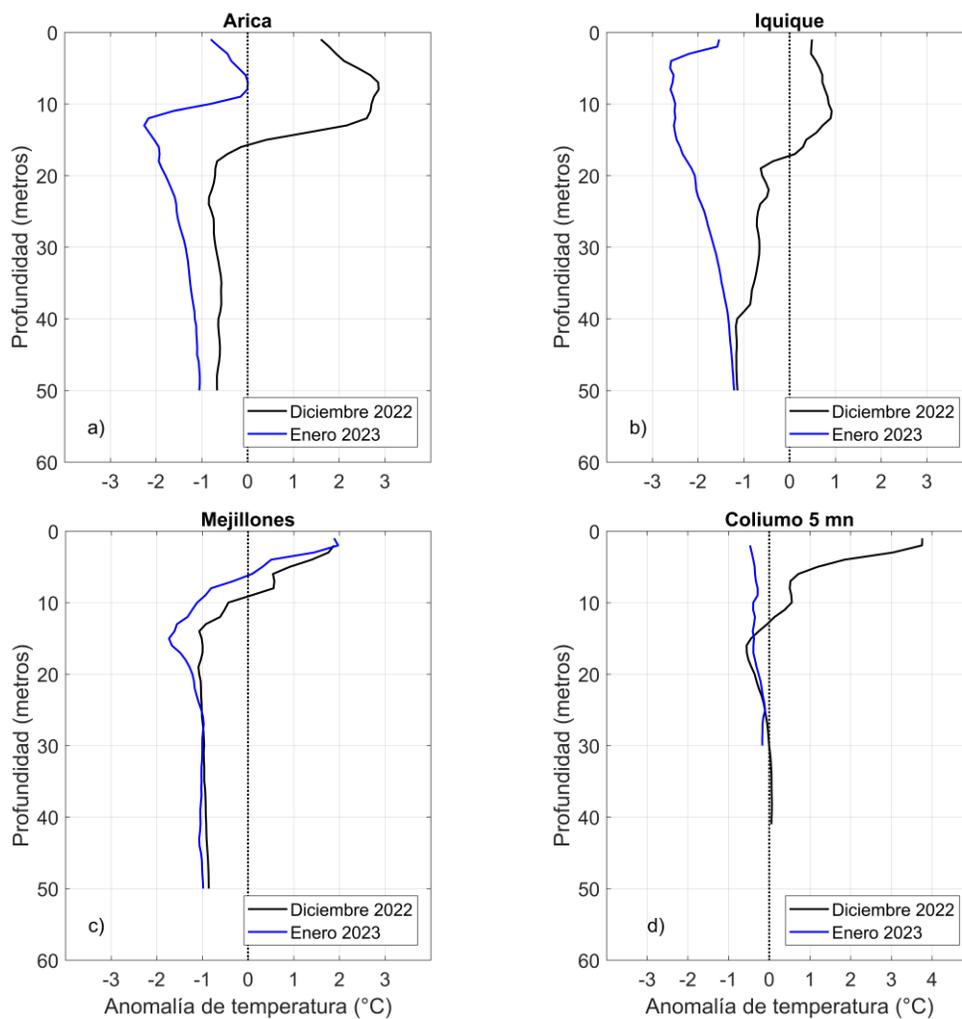


Figura 3. Perfiles de anomalía de temperatura de las estaciones costeras de Arica (a), Iquique (b), Mejillones (c) y Coliumo a 5 mn (d), durante diciembre 2022 (línea negra) y enero 2023 (línea azul).

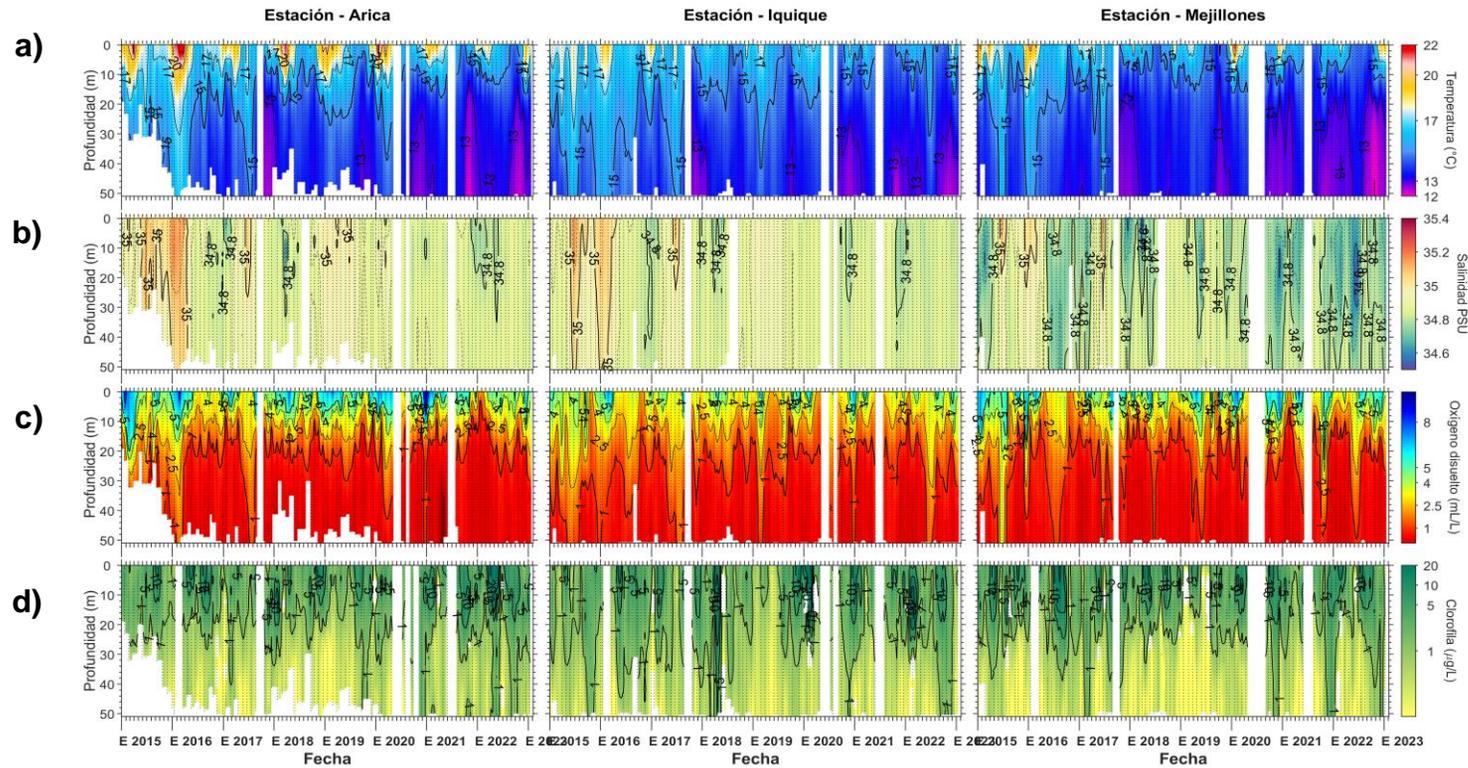


Figura 4. Series de tiempo mensual de (a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), (b) salinidad, (c) concentración de oxígeno disuelto (mL/L) y (d) clorofila-a ($\mu\text{g/L}$), en las estaciones costeras (~ 2 mn) de Arica (panel izquierdo), Iquique (panel medio) y Mejillones (panel derecho), entre enero 2015 y enero 2023. Las franjas blancas indican los meses en que no se realizaron mediciones.

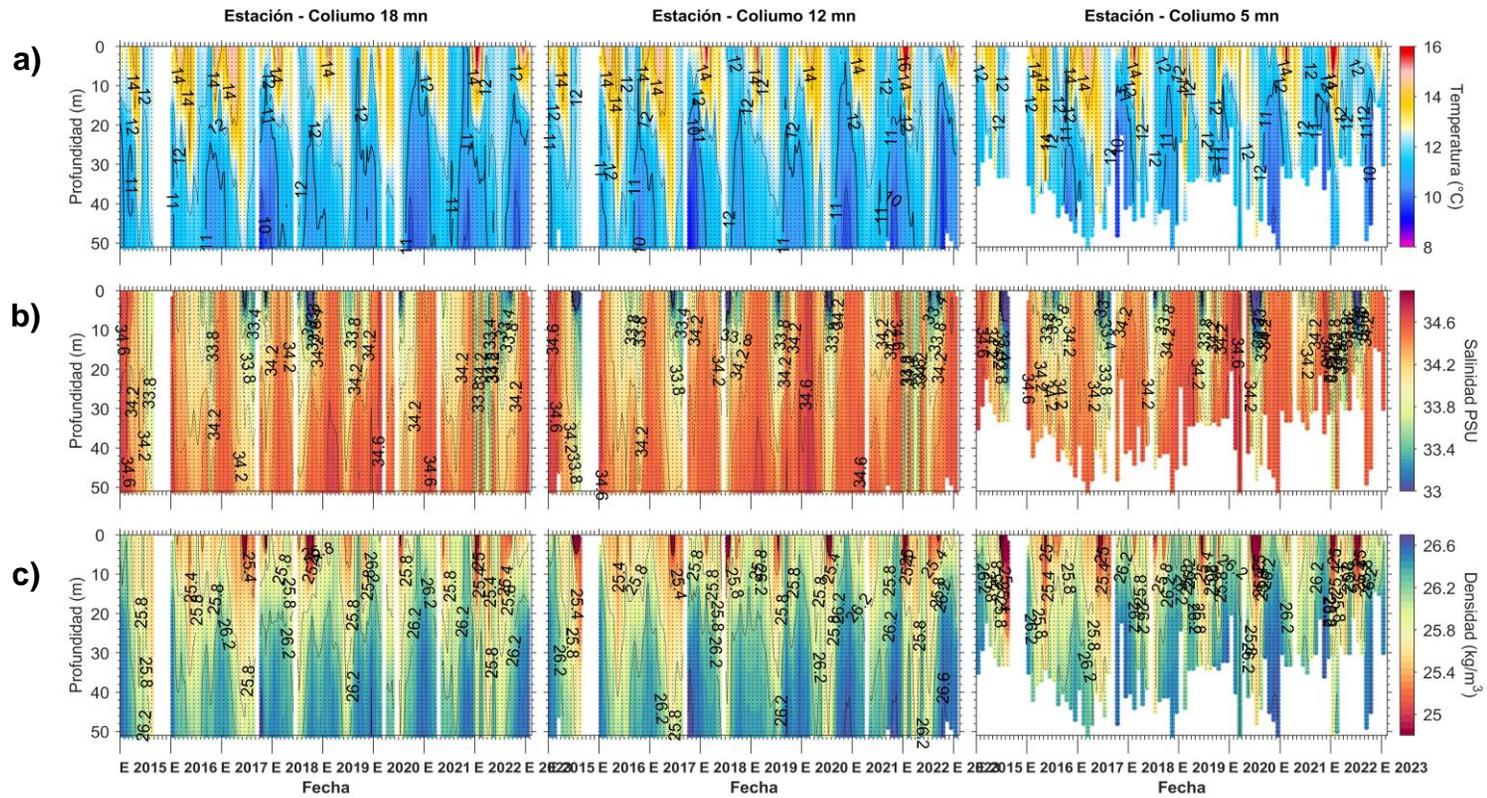


Figura 5. Serie de tiempo mensual de las estaciones costeras frente a Coliumo, entre enero 2015 y enero 2023, de: a) temperatura (°C), b) salinidad, c) densidad (kg/m³). Los paneles dispuestos en columnas de derecha a izquierda, representan la distancia de las estaciones de costa a océano (5 mn, 12 mn y 18 mn, respectivamente). Las franjas blancas indican los meses en que no se realizaron mediciones.

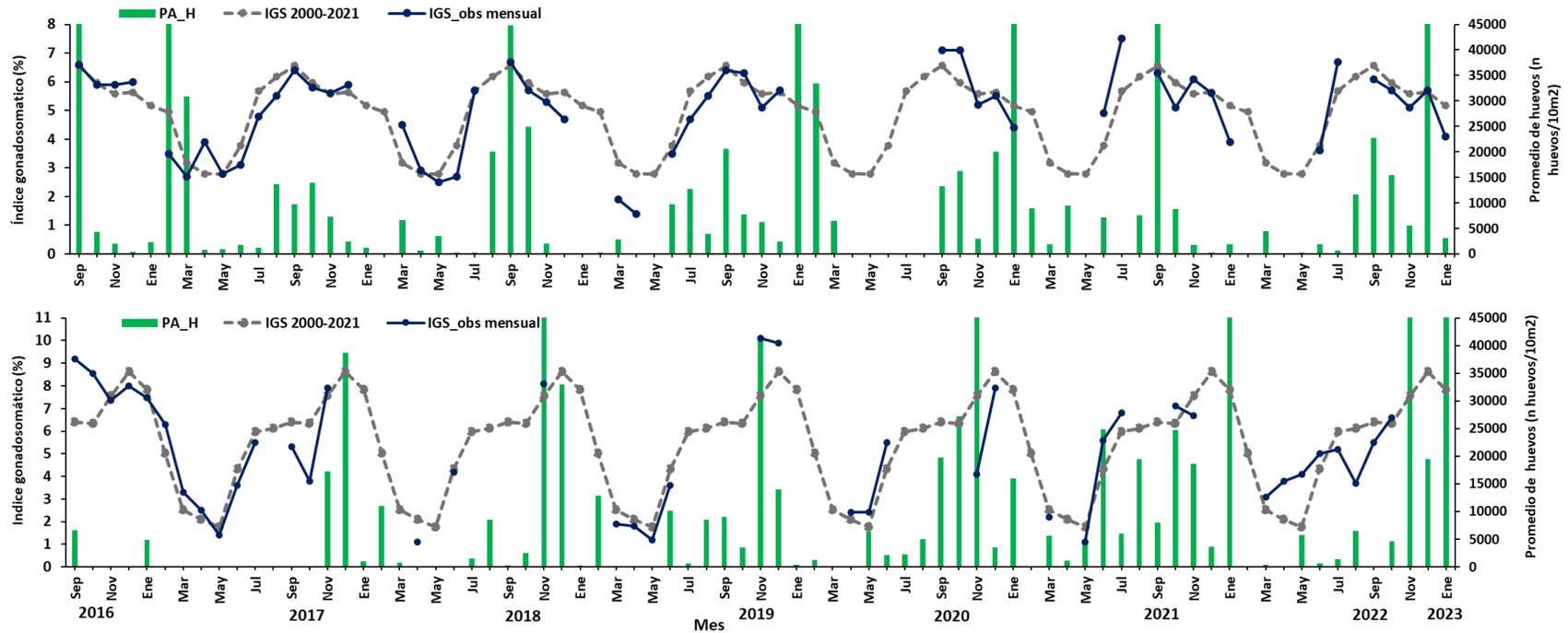


Figura 6. Análisis comparativo del índice gonadosomático medio mensual (IGS) observado (línea azul), promedio histórico del IGS (línea gris) y promedio aritmético de huevos (huevos/10 m²) de anchoveta (barra verde), periodo 2016-2022, entre: a) Arica y Mejillones y b) Coliumo (5, 12 y 18 mn). La escala de abundancia de huevos fue ajustada al valor máximo del promedio histórico del mes (45.000 huevos/10m²). Los datos de septiembre de 2016, febrero 2017, enero 2020, septiembre 2021 y diciembre 2022 de la zona norte; noviembre de 2018 y de 2020; enero 2022; noviembre 2022; enero 2023 de Coliumo, exceden este valor (abundancia prom norte sept 2016: 102.894 huevos/10m²; feb 2017: 52.309 huevos/10m²; jun 2018: 45.916 huevos/10m²; enero 2020: 67.694 huevos/10m²; sept 2021:154.819 huevos/10m²; dic 2022:63.415 huevos/10m². Coliumo: nov 2018:300.901 huevos/10m²; nov 2020:112.468 huevos/10m²; enero 2022:74.121 huevos/10m²; nov 2022:60.913 huevos/10m²; ene 2023:68.215 huevos/10m²).

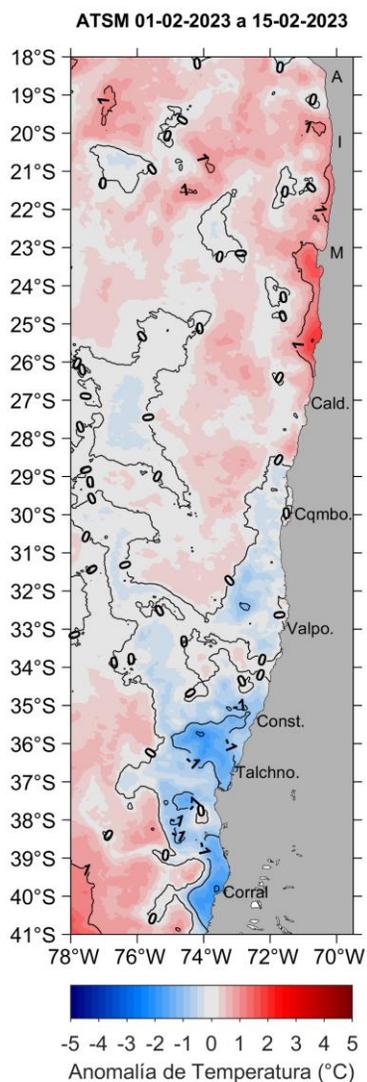


Figura 7. Distribución espacial del promedio de la anomalía de temperatura superficial del mar (ATSM, °C) durante las 2 primeras semanas de febrero 2023 (del 1 al 15 de febrero 2023). Nota: el promedio de las ATSM se calcula de las imágenes diarias de ATSM del producto [MUR](#), con resolución 1x1 km² y distribuidas por el repositorio [ERDDAP-NOAA](#).



Tabla 1. Resumen de la abundancia relativa del ictioplancton (individuos/10 m²) de las distintas especies encontradas en las zonas norte y centro-sur, además de la biomasa (ml/1000 m³) y abundancia (ind/1000 m³) del zooplancton correspondiente a cada estación de muestreo, durante el mes de enero de 2023.

Estación	Huevos (n°huevos/10 m ²)					Larvas (n°larvas/10 m ²)				Zooplancton	
	Estrato	<i>Engraulis ringens</i>	<i>Strangomera bentincki</i>	<i>Trachurus murphyi</i>	Otras especies	<i>Engraulis ringens</i>	<i>Strangomera bentincki</i>	<i>Trachurus murphyi</i>	Otras especies	Biomasa (mL/1000 m ³)	Abundancia (ind/1000 m ³)
Arica	0-50 m	5252	0	0	159	2706	0	0	0	235	462820
	0-10 m	1989	0	0	80	955	0	0	0	1253	814873
	10-25 m	2626	0	0	80	1035	0	0	80	491	1036099
	25-50 m	0	0	0	0	0	0	0	0	119	56023
Iquique	0-50 m	875	0	0	0	159	0	0	0	290	425580
	0-10 m	1114	0	0	0	0	0	0	0	855	1967155
	10-25 m	796	0	0	0	159	0	0	0	676	1617014
	25-50 m	80	0	0	0	0	0	0	0	374	91673
Mejillones	0-50 m	0	0	0	0	0	0	0	80	428	1035523
	0-10 m	0	0	0	0	0	0	0	0	990	2657679
	10-25 m	0	0	0	0	0	0	0	0	478	739216
	25-50 m	0	0	0	0	0	0	0	0	270	382232
Coliumo 5 mn	0-30 m	135717	1178	76	646	418	0	0	38	735	386935
Coliumo 12 mn	0-80 m	713	51	0	0	1630	153	0	51	853	534825
	0-25 m	1428	0	0	68	4149	136	68	0	2830	1913591
	25-50 m	0	0	0	0	93	47	0	0	1371	834635
	50-80 m	0	0	0	0	44	0	0	0	348	96097
Coliumo 18 mn	0-80 m	0	0	0	0	549	299	0	200	1338	1412630
	0-25 m	0	0	0	0	309	265	0	88	3636	1840426
	25-50 m	0	0	0	0	0	0	0	0	531	197203
	50-80 m	0	0	0	0	0	0	0	0	121	70789



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

Almte. Manuel Blanco Encalada 839

Fono 56-32-2151500

Valparaíso, Chile

www.ifop.cl



www.ifop.cl