



BOLETÍN BIO-OCEANOGRÁFICO N°4

Diciembre 2022

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 / enero 2023



BOLETÍN BIO-OCEANOGRÁFICO N°4

Diciembre 2022

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 / enero 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 División Investigación Pesquera

Dr. Carlos Montenegro Silva

Jefe Departamento de Oceanografía y Medio Ambiente

Dr. Jaime Letelier Pino

JEFATURA DE PROYECTO

Dra. Jessica Bonicelli Proaño



BOLETÍN BIO-OCEANOGRÁFICO N°4

diciembre 2022

SUBSECRETARÍA ECONOMÍA Y EMT / enero 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. 2022. 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°4 diciembre, 2022. Convenio de Desempeño 2022, Instituto de Fomento Pesquero.



BOLETÍN BIO-OCEANOGRÁFICO N°4: DICIEMBRE 2022

ZONA NORTE Y CENTRO SUR DE CHILE

RESUMEN: De acuerdo a las condiciones en el Pacífico Ecuatorial durante diciembre, el sistema de seguimiento de la NOAA mantuvo el estatus del ENOS como “Advertencia de La Niña”, que está activa desde septiembre de 2021 y se espera que esta condición continúe hasta el verano del hemisferio sur. Paralelamente, la comisión Multisectorial del ENFEN de Perú mantuvo el estatus EL Niño y La Niña costeros como “No activo”, dado que es más probable que la temperatura superficial del mar en la región Niño₁₊₂ continúe con un escenario de condición neutra hasta otoño. En el mar de Chile (18°S – 41°S) se observaron condiciones cálidas durante diciembre 2022 y la primera quincena de enero 2023.

En cuanto al ictioplancton, en la zona norte la abundancia media de huevos de anchoveta fue un 75% superior 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 mn, con la mayor abundancia de huevos en la estación de 5 mn. En esta localidad también se observaron huevos y larvas de sardina común, y huevos de merluza común.

El valor mensual de IGS de anchoveta en la zona norte indicó actividad reproductiva de la anchoveta (>5%), acorde con la abundancia media de huevos registrada en esta zona. En Coliumo el IGS mensual no estuvo disponible, debido a la veda biológica de reclutamiento.

En diciembre 2022, la anomalía de temperatura superficial de mar (ATSM) se mantuvo negativa e intensa en la región Niño_{3.4} (-0,9°C) mientras que en la región Niño₁₊₂ (-0,3°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 diciembre 2022 (**Figura 1a**). Según los modelos de pronóstico, publicados en el último boletín de la NOAA, se espera una transición de La Niña a ENOS neutral durante febrero-abril 2023, por ello el sistema de alerta de la NOAA mantuvo el estado de “Advertencia de La Niña” en su último boletín del 12 de enero 2023 (NOAA, 2023), estado que ha permanecido desde octubre 2021 (NOAA, 2021). Por otro lado, la comisión Multisectorial del ENFEN de Perú mantuvo el estatus EL Niño y La Niña costeros como “No activo”, dado que es más probable que la temperatura superficial del mar en la región Niño₁₊₂ continúe con un escenario de condición neutra hasta otoño (ENFEN, 2023).

Localmente, la ATSM promedio del sector costero en diciembre 2022 fue positiva y cercana a 0 en las zonas norte (+0,13°C) y sur (+0,3°C) (**Figura 1b**), aunque a lo largo de la costa se observó una alta cobertura espacial de ATSM positivas, con algunos focos dispersos de alta intensidad al sur de los 22°S (**Figura 1c**). La concentración promedio de clorofila-a en la banda costera de la zona norte estuvo cercana a 2 mg/m³ y aumentó respecto a noviembre (**Figura 1d**). En la zona sur también hubo un incremento de clorofila-a con respecto a noviembre, pero, este incremento fue más importante que en la zona norte, alcanzando una concentración de 6,36 mg/m³. Meridionalmente, concentraciones > 1mg/m³ cubrieron toda la zona costera, con focos aislados de concentraciones > 5 mg/m³ a lo largo de toda la costa y concentraciones que superaron los 10 mg/m³ en la zona sur (**Figura 1e**).



En términos espaciales la magnitud del viento promedio de diciembre aumentó respecto a noviembre, presentando las magnitudes más altas entre Caldera y Talcahuano, y magnitudes débiles ($<5\text{m/s}$) a lo largo de todo el sector costero que se extendieron hacia el oeste al norte de Caldera y al sur de Talcahuano (**Figura 2a**). La temperatura superficial del mar (TSM) promedio del mes mostró valores $> 19^{\circ}\text{C}$ al norte de Caldera con máximos que bordearon los 23°C frente a Arica. Estas temperaturas fueron disminuyendo hacia el sector costero, formándose un frente térmico costa-océano (**Figura 2b**). La TSM fue disminuyendo hacia el sur, sin embargo, se encontraron TSM $> 16^{\circ}\text{C}$ en el extremo sur de la zona estudiada, que son valores altos para esa zona durante diciembre. Las ATSM asociadas a estas TSM tuvieron una alta cobertura de valores positivos $> +0,5^{\circ}\text{C}$ con focos de ATSM positivas de alta intensidad ($>+1^{\circ}\text{C}$) entre Iquique y Coquimbo, y al sur de Valparaíso (**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. 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 diciembre las mediciones *in-situ* de la anomalía térmica en la columna de agua en las estaciones de Arica (**Figura 3a**), Iquique (**Figura 3b**), Mejillones (**Figura 3c**) y Coliumo (**Figura 3d**) fueron positivas al igual que el mes anterior en la capa superficial.

Las series de tiempo de las variables hidrográficas mostraron una alta estratificación térmica en Arica (Temperatura superficial = $19,7^{\circ}\text{C}$, Temperatura fondo = $12,8^{\circ}\text{C}$), Iquique (Temperatura superficial = $17,8^{\circ}\text{C}$, Temperatura fondo = $12,5^{\circ}\text{C}$) y Mejillones (Temperatura superficial = 19°C , Temperatura fondo = $12,2^{\circ}\text{C}$), en diciembre 2022 (**Figura 4a**). Sin embargo, 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 al oxígeno, en Arica y Mejillones la isolínea de 1 mL/L estuvo alrededor de los 20 m, mientras que en Iquique estuvo más profunda, llegando a los 30 m de profundidad (**Figura 4c**). En cuanto a la clorofila-*a*, Arica y Mejillones fueron las estaciones más productivas, con las mayores concentraciones en el estrato subsuperficial de la columna de agua, que coincidió con la posición de la termoclina. La estación de Iquique presentó bajas concentraciones que no superaron el $1\text{ }\mu\text{g/L}$ en toda la columna de agua (**Figura 4d**).

La columna de agua en Coliumo mostró una alta estratificación térmica en las tres estaciones de muestreo con temperaturas que fluctuaron entre $16,5^{\circ}\text{C}$ y 10°C en las estaciones más alejadas de la costa (12 mn y 18 mn) y entre $14,6^{\circ}\text{C}$ y 10°C en la estación más costera (5 mn) (**Figura 5a**). Sin embargo, 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 (Arica, Iquique y Mejillones), la abundancia media de huevos de anchoveta ($63415\text{ huevos}/10\text{ m}^2$) fue un 75% mayor a la media histórica mensual 1997-2020 ($15965\text{ huevos}/10\text{ m}^2$), con la mayor abundancia en la estación de Arica. Además, Arica fue la única estación que presentó larvas de anchoveta. De acuerdo a la distribución vertical de los estadios tempranos de anchoveta, la mayor abundancia de huevos se observó en el estrato superficial de las tres estaciones y las larvas solo se ubicaron en el estrato superficial de Arica (**Tabla 1**).



En Coliumo se registraron huevos y larvas de anchoveta en las estaciones ubicadas a 5 y 12 millas mn, con la mayor abundancia de huevos en la estación más costera (38744 huevos/10 m²) y de larvas en la estación de 12 mn (4314 larvas/10 m², 0-80 m) (**Tabla 1**). La abundancia media de huevos de anchoveta en esta localidad fue de 19486 huevos/10 m², disminuyendo en un 68% con respecto al mes anterior (**Figura 6b**). En la estación de 5 mn también se observó ictioplancton de sardina común (1296 huevos/10 m² y 68 larvas/10 m²), y en la de 18 mn se encontraron huevos de merluza común (77 huevos/10 m²) (**Tabla 1**).

Durante diciembre el dato mensual de IGS de anchoveta de la zona norte fue de 5,7%, indicando actividad reproductiva (>5%) (Díaz, 2022), lo que estuvo acorde con la abundancia media de huevos observada en este sector (63415 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 Ñuble y Biobío (IFOP, 2022) (**Figura 6b**).

Durante la primera quincena de enero 2023, las ATSM positivas se fortalecieron y aparecieron anomalías negativas de alta intensidad en el sector costero entre Arica y Mejillones, y entre Talcahuano y Corral (**Figura 7**).



Referencias

Díaz E. 2022. Monitoreo reproductivo semana N°49, Regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta (5 al 11 diciembre 2022). Programa de seguimiento de las pesquerías pelágicas zona norte, año 2022. Convenio de desempeño 2022, Instituto de Fomento Pesquero.

[https://www.ifop.cl/wp-content/contenidos/uploads/boletines/pelagica_zona_norte/2022/monitoreo-reproductivo/Informe%20reproductivo%2049-2022\(zn\).pdf](https://www.ifop.cl/wp-content/contenidos/uploads/boletines/pelagica_zona_norte/2022/monitoreo-reproductivo/Informe%20reproductivo%2049-2022(zn).pdf)

IFOP. 2022. Boletín técnico semanal, Pesquería pelágica centro-sur, 2022. Boletín semana 52 (26 de diciembre 2022 al 01 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 2022. Convenio de desempeño 2022, Instituto de Fomento Pesquero.

[https://www.ifop.cl/wp-content/contenidos/uploads/boletines/pelagica_centro_sur/2023/Semanales/Boletin%20sem%2052%20\(26%20de%20diciembre%202022%20al%2001%20de%20enero%202023\).pdf](https://www.ifop.cl/wp-content/contenidos/uploads/boletines/pelagica_centro_sur/2023/Semanales/Boletin%20sem%2052%20(26%20de%20diciembre%202022%20al%2001%20de%20enero%202023).pdf)

NOAA, 2023. El Niño/Oscilación del sur (ENOS), discusión diagnóstica. 12 de enero, 2023.

https://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/enso_disc_jan2023/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

ENFEN 2022. Comisión multisectorial encargada del estudio nacional del fenómeno “El Niño”. Comunicado Oficial ENFEN N°01-2023.

<https://www.dhn.mil.pe/Archivos/oceanografia/enfen/comunicado-oficial/01-2023.pdf>

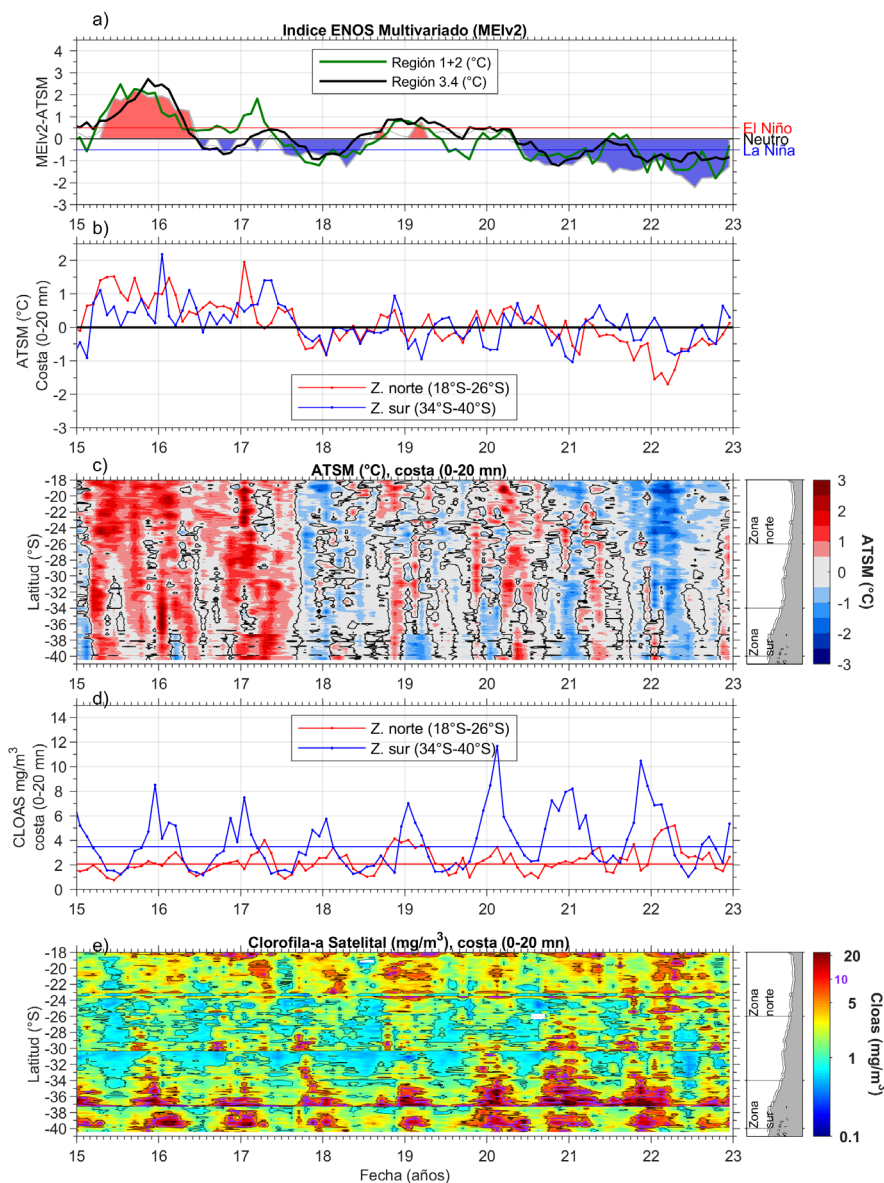


Figura 1. Series de tiempo para el período enero 2015 – diciembre 2022 de a) Índice ENOS Multivariado MEIv2.1 (línea gris), ATSM de la región Niño3.4 (línea negra) y ATSM de la región Niño1+2 (línea verde). Diagramas de Hovmöller de c) ATSM (°C) y e) clorofila-a satelital (mg/m³) en la banda costera (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

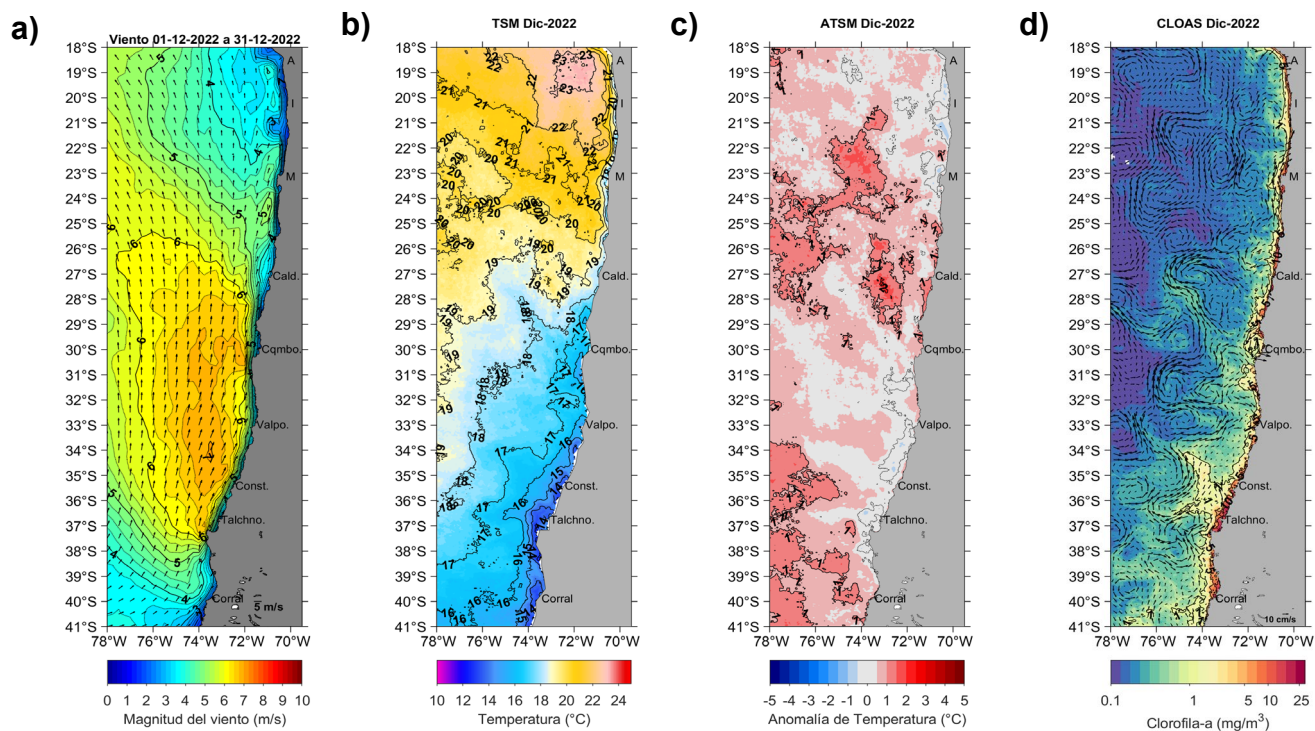


Figura 2. Distribución espacial de diciembre 2022 de: a) viento promedio (m/s), b) temperatura superficial del mar (TSM, °C), c) anomalía de temperatura superficial del mar (ATSM, °C) y d) concentración de clorofila-a (mg/m³) con la corriente geostrófica en vectores (cm/s). A: Arica, I: Iquique, M: Mejillones, 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°x0,25° y distribuido por COPERNICUS ; la TSM y el cálculo de su anomalía corresponden al producto (L4) diario (promedio día y noche) de resolución 4x4 km² del satélite [MODIS-A](#); la clorofila-a corresponde al producto (L4) mensual de resolución 4x4 km² del satélite [MODIS-A](#), mientras que las corrientes geostróficas promedio son obtenidas del producto (NRT-L4) diario, de resolución 28x28 km² y distribuido por [CMEMS](#).

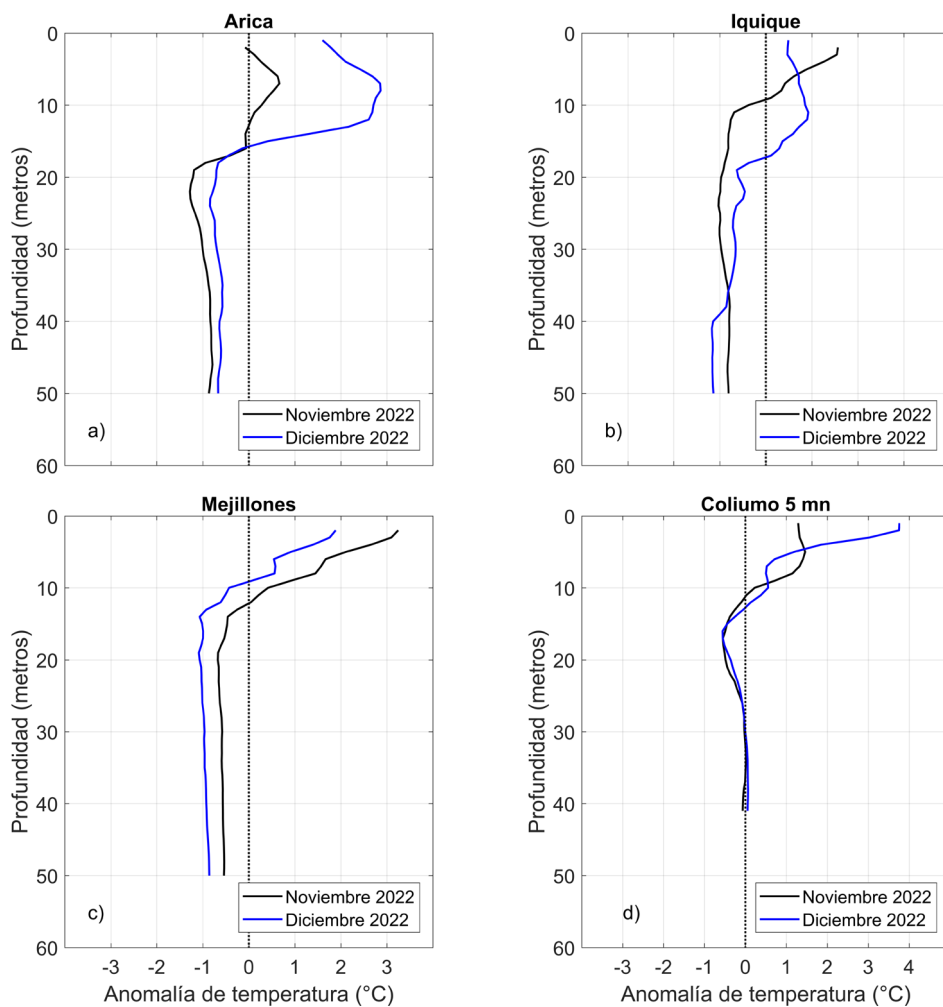


Figura 3. Perfiles de anomalía de temperatura de las estaciones costeras de Arica (a), Iquique (b), Mejillones (c) y Coliumo a 5 mn (d), durante noviembre 2022 (línea negra) y diciembre 2022 (línea azul).

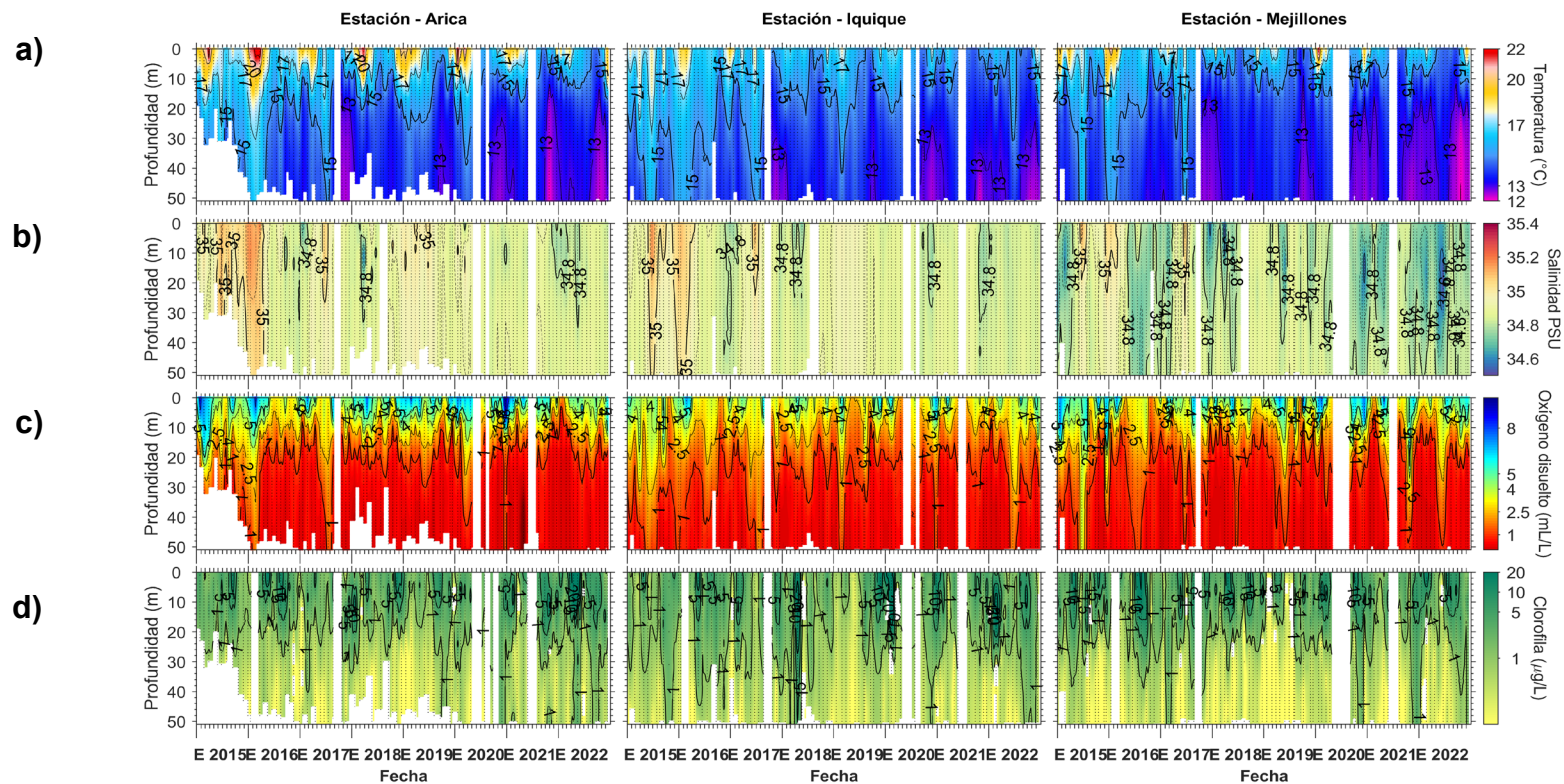


Figura 4. Series de tiempo mensual de (a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), (b) salinidad, (c) concentración de oxígeno disuelto (mL/L) y (d) clorofila-a ($\mu\text{g/L}$), en las estaciones costeras ($\sim 2 \text{ mn}$) de Arica (panel izquierdo), Iquique (panel medio) y Mejillones (panel derecho), entre enero 2015 y diciembre 2022. Las franjas blancas indican los meses en que no se realizaron mediciones.

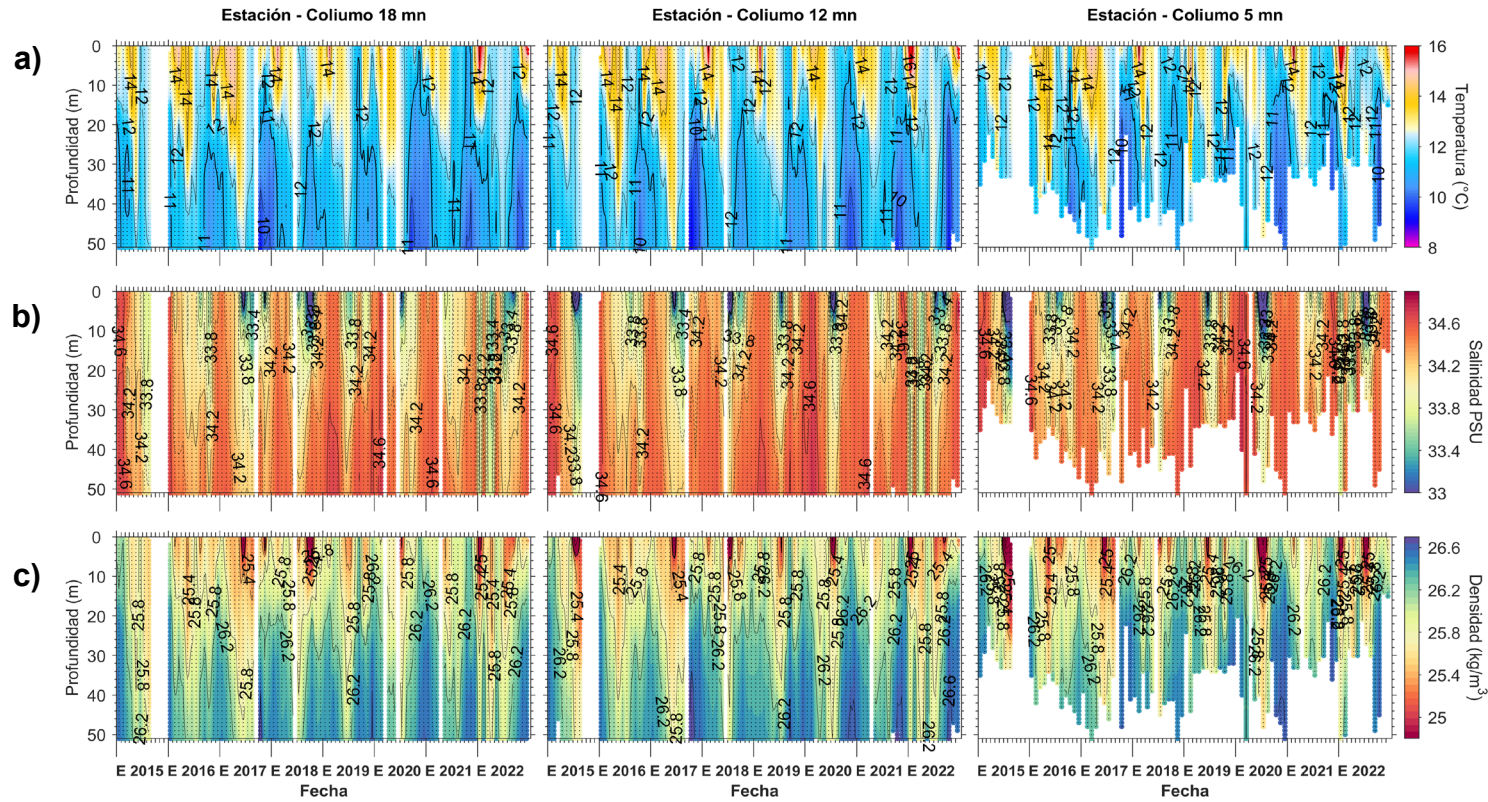


Figura 5. Serie de tiempo mensual de las estaciones costeras frente a Coliumo, entre enero 2015 y diciembre 2022, de: a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), b) salinidad, c) densidad (kg/m^3). Los paneles dispuestos en columnas de derecha a izquierda, representan la distancia de las estaciones de costa a océano (5 mn, 12 mn y 18 mn, respectivamente). Las franjas blancas indican los meses en que no se realizaron mediciones.

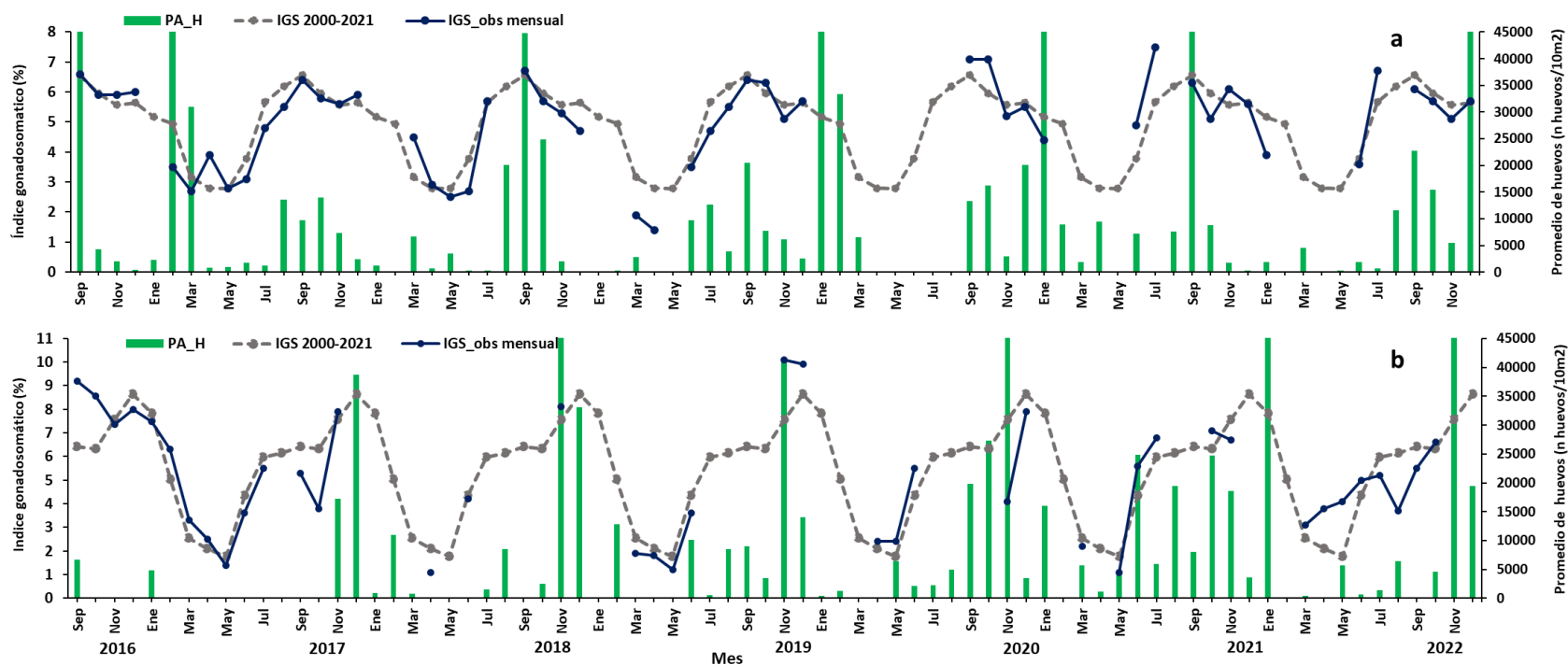


Figura 6. Análisis comparativo del índice gonadosomático medio mensual (IGS) observado (línea azul), promedio histórico del IGS (línea gris) y promedio aritmético de huevos (huevos/10 m²) de anchoveta (barra verde), periodo 2016-2022, entre: a) Arica y Mejillones y b) Coliumo (5, 12 y 18 mn). La escala 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 de 2017, enero 2020, septiembre 2021 y diciembre 2022 de la zona norte; noviembre de 2018 y de 2020; enero 2022; noviembre 2022 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).

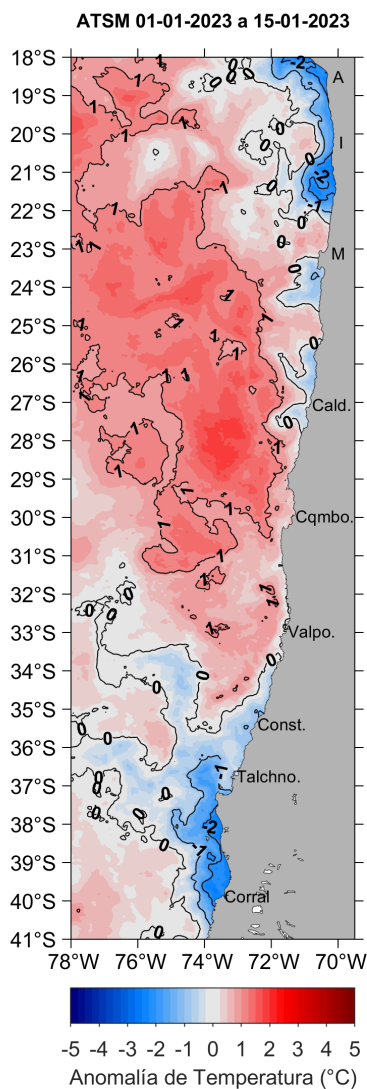


Figura 7. Distribución espacial del promedio de la anomalía de temperatura superficial del mar (ATSM, °C) durante las 2 primeras semanas de enero 2023 (del 1 al 15 de enero 2023). Nota: el promedio de las ATSM se calcula de las imágenes diarias de ATSM del producto [MUR](#), con resolución 1x1 km² y 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 diciembre de 2022.

Estación	Huevos (n°huevos/10 m ²)					Larvas (n°larvas/10 m ²)			Zooplancton	
	Estrato	<i>Engraulis ringens</i>	<i>Strangomera bentincki</i>	<i>Merluccius gayi</i>	Otras especies	<i>Engraulis ringens</i>	<i>Strangomera bentincki</i>	Otras especies	Biomasa (ml/1000 m ³)	Abundancia (ind/1000 m ³)
Arica	0-50 m	126767	0	0	0	0	0	0	410	1048039
	0-10 m	159235	0	0	80	398	0	80	1215	6578932
	10-25 m	4218	0	0	0	0	0	0	279	254997
	25-50 m	6366	0	0	0	0	0	0	375	553344
Iquique	0-50 m	0	0	0	0	0	0	0	653	542175
	0-10 m	159	0	0	0	0	0	0	545	785425
	10-25 m	0	0	0	0	0	0	0	529	592266
	25-50 m	0	0	0	0	0	0	0	454	130507
Mejillones	0-50 m	64	0	0	159	0	0	0	1532	445548
	0-10 m	62	0	0	249	0	0	0	905	462756
	10-25 m	0	0	0	0	0	0	0	1512	1441972
	25-50 m	0	0	0	0	0	0	0	388	98303
Coliumo 5 mn	0-50 m	38744	1296	0	5116	1501	68	136	500	538580
Coliumo 12 mn	0-80 m	227	0	0	76	4314	76	0	569	614338
Coliumo 18 mn	0-80 m	0	0	77	0	0	0	0	311	247486



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

Almte. Manuel Blanco Encalada 839

Fono 56-32-2151500

Valparaíso, Chile

www.ifop.cl



www.ifop.cl