

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), julio-agosto 2025,
Volumen 9, Número 4.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i2

BAHÍA EL FERROL: A 9 AÑOS DE FUNCIONAMIENTO DEL EMISOR SUBMARINO. CHIMBOTE, ÁNCASH. PERÚ, 2024

**BAHÍA EL FERROL: 9 YEARS OF OPERATION OF THE
SUBMARINE TRANSMITTER. CHIMBOTE, ÁNCASH. PERU,
2024**

Víctor Manuel García Nolasco
Universidad Nacional de Trujillo

Jeidy Beatriz Cárdenas Toribio
Autor independiente

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i4.19033**Bahía el Ferrol: a 9 años de funcionamiento del emisor submarino.
Chimbote, Áncash. Perú, 2024****Víctor Manuel García Nolzco¹**vgarcia@imarpe.gob.pe

Universidad Nacional de Trujillo

Jeidy Beatriz Cárdenas Toribio

Autor independiente

RESUMEN

Los objetivos de este estudio fueron analizar la información registrada sobre el impacto del estado ambiental en el mar costero de la bahía El Ferrol y evaluar los efectos de la contaminación en el ecosistema marino del 2024, después de 9 años de funcionamiento del emisor submarino. Para ello, se realizó una caracterización física, química y biológica de las masas de agua que entran en la bahía y luego, se mezclan con aguas mixohalinas de escorrentías agrícolas y urbanas. La bahía El Ferrol se caracteriza por ser semicerrada y flanqueada por las Islas Blancas, Ferrol Norte, Centro y Sur. Las mayores profundidades fueron encontradas por la entrada principal y la más baja por la zona costera; en el centro de la bahía se encontraron profundidades de 10 a 15 m. Se encontraron valores termohalinos de aguas costeras frías superficiales (ACF) y aguas superficiales subtropicales (ASS) con influencias causadas por descargas antropogénicas, descargas continentales y variaciones locales del proceso de evaporación como producto de profundidades más bajas del área evaluada. El oxígeno disuelto superficial en el litoral de la región de Ancash presentó en algunas zonas de la bahía de El Ferrol concentraciones mayores a 7,00 mg/L asociadas a la marea roja observada en la zona evaluada, que tiene valores de pH mayores a 8,00 unidades; en tanto que, por la zona sur el oxígeno disuelto estuvo asociado al afloramiento costero con valores normales. En los últimos años, la bahía El Ferrol ha sido favorecida por su ecosistema marino con el cierre del colector de Siderperú y el funcionamiento del sistema del emisor submarino, lo que refleja en la mayoría de los parámetros evaluados, ya que sus valores están por debajo de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para el Agua (ECA).

Palabras clave: calidad ambiental, nutrientes, materia orgánica total

¹ Autor principalCorrespondencia: vgarcia@imarpe.gob.pe

Bahía el Ferrol: 9 years of operation of the submarine transmitter. Chimbote, Áncash. Peru, 2024

ABSTRACT

The objectives of this study were to analyze the information recorded about the impact of the environmental state on the coastal sea of El Ferrol Bay and to evaluate the effects of pollution on the marine ecosystem from 2024, after 9 years of operation of the underwater transmitter. For this purpose, it had made a physical, chemical and biological characterization of masses of water that enters on the Bay and then, mix with mix with mixhaline waters from agricultural and urban runoffs. El Ferrol Bay is characterized by being semi-enclosed and flanked by the White Islands, North Ferrol, Central and South. The largest depths were found by the main entrance and the lowest by the coastal zone; in the center of the bay were found depths of 10 to 15 m. Thermohalin values of surface cold coastal waters (CCW) and subtropical surface waters (SSW) were found with influences caused by anthropogenic discharges, continental discharges and local variations in the evaporation process such as lower depths in the assessed area. Surface dissolved oxygen in the coastline of the Ancash Region presented concentrations greater than 7,00 mg/L associated with the red tide observed in the evaluated area in some áreas, which has values of pH of 8,00 units of the El Ferrol Bay; while dissolved oxygen in the southern area was associated with coastal outcrop with normal values. In recent years, El Ferrol Bay has been favored its marine ecosystem with the closure of the Siderperu collector and the operation of the submarine emitter system, reflecting in most of the parameters evaluated, as its values below national environmental quality standards for water (ECA).

Keywords: environmental quality, nutrients, total organic matter

Artículo recibido 05 julio 2025

Aceptado para publicación: 06 agosto 2025



INTRODUCCIÓN

En mayo del 2015 en la ciudad de Chimbote, se dio inicio a las operaciones de funcionamiento del emisor submarino, que tiene una longitud aproximada de 10 km al punto de descarga fuera de la bahía, construido por la empresa privada asociada a APROFERROL, entidad que en un principio reunía a la mayoría de empresas pesqueras que están situadas a lo largo del litoral costero de la bahía El Ferrol, en la actualidad reúne a todas las empresa del rubro, estas empresas pesqueras hasta antes de mayo del 2015 arrojaban directamente sus aguas residuales industriales con alto contenido de material orgánico sin tratamiento primario a la bahía El Ferrol. Por lo que Sánchez et al. (2008) mencionó que, la instalación de plantas pesqueras en el litoral de la bahía ha ocasionado el crecimiento desordenado de la ciudad con inadecuada gestión de los residuos líquidos y sólidos causando un grave y permanente deterioro del ecosistema marino costero de está bahía.

La carencia de una planificación para el ordenamiento territorial de la zona costera, donde diversos factores de índole normativo, institucional y tecnológico han contribuido al deterioro de la bahía, así como la falta de educación y concientización ambiental no ha permitido una gestión integral para la solución de los diversos problemas ambientales; dentro de una estrategia de prevención, mitigación y recuperación de la bahía (Ganoza et al., 2020)

Asimismo, en la bahía El Ferrol se vierten las aguas residuales domesticas o municipales, las descargas de aguas continentales del río Lacramarca y escorrentía agrícola que en su desplazamiento hacia la desembocadura a la mar traen consigo restos de insumos químicos inorgánicos utilizados en la agricultura.

Tresierra et al. (2007) recomendó, que es importante conocer la magnitud de los desechos de la materia orgánica procedente de las fabricas pesqueras que operan en la bahía El Ferrol, con la finalidad de tomar un control sobre los efluentes para disminuir el proceso de contaminación del ecosistema de la bahía. Igualmente se debe invocar a que las entidades correspondientes eviten arrojar las aguas de uso doméstico a la bahía El Ferrol por los peligros que ello conlleva a la salud humana y del ecosistema.

En la bahía El Ferrol existen bancos naturales del recurso concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) en las áreas del Agua Fría e isla Blanca respectivamente y navajuela (*tagelus dombeii*) en el área de

ENAPU; así mismo, los pescadores artesanales realizan su faena de pesca en la captura de los recursos marinos. En la bahía El Ferrol se desarrollaba una importante pesquería artesanal, la cual fue alterada por los procesos de contaminación que se produjeron por el desarrollo de la industria de harina de pescado desde mediados del siglo XX; en mayo 2022 se capturaron recursos marinos de Anchoveta (*Engraulis ringens*), Lorna (*Sciaena deliciosa*), Pejerrey (*Odontesthes regia regia*), Mojarilla (*Stellifer minor*), Mismis (*Menticirrhus ophivephalus*) y Machete (*Ethmidium maculatum*) (Herrera et al., 2024).

Finalmente se considera que el cierre del colector de aguas de uso industrial de Siderperú (abril 2013) y la puesta en marcha del emisor submarino (mayo 2015) de parte de la asociación civil APROFERROL, así como la modernización de las fábricas pesqueras con equipos de última generación en la mayoría de las empresas, han tenido un impacto positivo en la recuperación de la bahía. Aún existen restos orgánicos en el ecosistema marino, pero es evidente que hay una mejora en el ecosistema marino la que es evidenciada por los bancos naturales y cardúmenes de peces costeros detectada con métodos acústicos por IMARPE - Chimbote (García et al., 2025).

El objetivo de esta publicación es evaluar la calidad marina de la bahía El Ferrol después de 9 años de la puesta en marcha del funcionamiento del emisor submarino que evacua las aguas industriales tratadas fuera de la bahía.

MATERIAL Y MÉTODOS

La morfometría se utilizó a carta náutica de la marina de guerra del Perú y para la obtención de las coordenadas se utilizó un GPS satelital.

Para la batimetría se empleó una sonda portátil y un sistema de georeferenciación por satélite portátil (GPS).

Para la colecta de sedimento marino se utilizó una draga Van Veen de 0,05 m² de área de mordida.

Las determinaciones físico-químicas y biológicas se basaron en los siguientes métodos:

- Metodología de CARRIT Y CARPENTER (1966) para la determinación de oxígeno disuelto.
- Método colorimétrico de STRICKLAND Y PARSONS para la determinación de nutrientes, 1972.

- Método potenciométrico por medio del equipo portátil pH-metro de marca HANNA para la determinación del pH.
- Método gravimétrico 2540 D de la APHA-AWWA-WEF 23 RD Ed. (Baird et al., 2017) para la determinación de sólidos suspendidos totales.
- Método gravimétrico 5520 B de la APHA-AWWA-WEF 23 RD Ed. (Baird et al., 2017) para la determinación de aceites y grasas.
- Método de inducción con el Portasal Guildline 8410A, para la determinación de salinidad.
- Método de 5 – Day BOD Test 5210 B de la APHA-AWWA-WEF 23 RD Ed. (Baird et al., 2017) para la determinación de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅).
- Método de tubos múltiples (Número Más Probable) 9221 B según Standard Methods for Examination of Water and Wastewater de la APHA-AWWA-WEF 23 RD Ed. (Baird et al., 2017) .
- La temperatura superficial se registró con un termómetro de mercurio de balde y la de fondo con un termómetro de inversión kahlsico.
- Método pérdida por ignición, según Dean (1974) para la determinación de la materia orgánica total.
- Las corrientes marinas se registraron con un equipo electrónico AANDERRA.
- En el laboratorio se obtuvieron los volúmenes de plancton por centrifugación a 2 400 RPM durante 5 minutos y se empleó la siguiente fórmula:

$$V = \frac{V_c}{K}$$

Donde:

V = volumen de plancton

V_c = volumen de plancton centrifugado (mL)

K = 6,6273 m³, constante que indica el agua filtrada por la red

Los resultados finales son expresados en mililitros de plancton por metro cúbico de agua de mar filtrada (mL/m³).



Las muestras fueron analizadas semicuantitativamente considerando la proporción de los principales grupos del plancton, así como de las especies más abundantes y se les otorgó valores convencionales según metodología estandarizada para fitoplancton: Ausente: 0; presente: 1; escaso: 2; abundante: y muy abundante: 4.

Tam et al. (2014) mencionaron que, con el fin de evaluar el impacto negativo del incremento de la materia orgánica sobre los organismos del fondo marino, los datos se ajustaron a un modelo de decaimiento exponencial de la biomasa del macrozobentos (g/m^2) en función del contenido de materia orgánica en el sedimento (%), resultando la siguiente ecuación:

$$B = 391,74 e^{-1,49 \text{ MO}} \quad (p < 0,05) \dots\dots\dots (1)$$

Donde:

B es la biomasa del macrozobentos

MO es la materia orgánica del sedimento

RESULTADOS

Topografía

Morfometría

En la costa central – norte de Perú se localiza a la ciudad de Chimbote donde se encuentra la bahía El Ferrol, que está flanqueada por las islas Ferrolles (norte, centro y sur) de la bahía e isla Blanca al norte. Por la zona sur se produce el arenamiento y por la parte norte la erosión. La bahía tiene una distancia aproximada de 6 millas de longitud y ancho de 3,5 millas. Por otro lado, la descarga continental del río Lacramarca y demás colectores ubicados en el margen costero; generan un aporte de sedimento y desechos domésticos alterando el comportamiento Bio-ecológico de la bahía; las profundidades fueron de 7,0 a 24,0 m de profundidad con un promedio de 12,4 m (Fig. 1).

Batimetría

En la distribución batimétrica de la bahía se encontraron por el borde costero las isobatas menores a 7,0 m de profundidad; por la zona central de la bahía se encontraron isobatas entre 10,0 y 15,0 m de profundidad y por la bocana principal las isobatas mayores a 20,0 m de profundidad (Anexo 1 y Fig. 2).

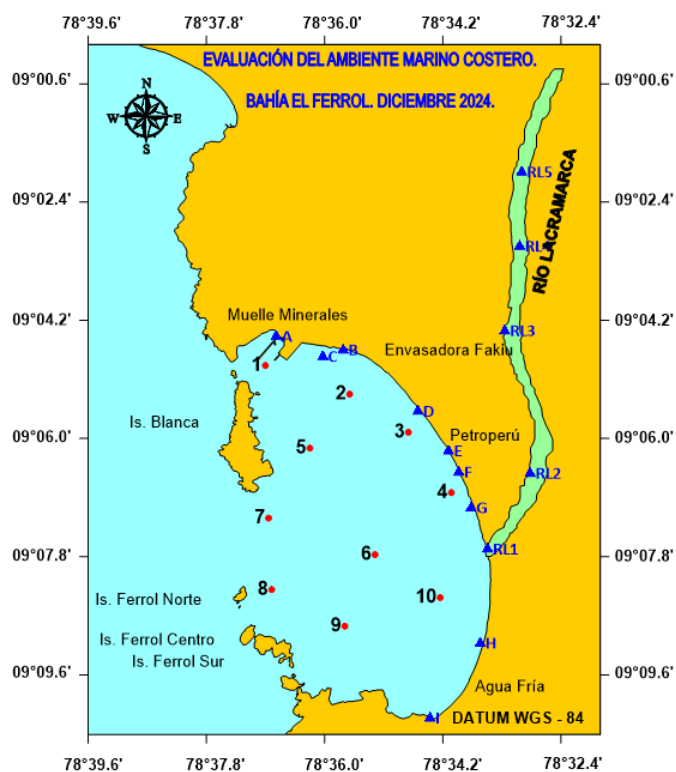


Figura 1. Estaciones de muestreo en la bahía El Ferrol.

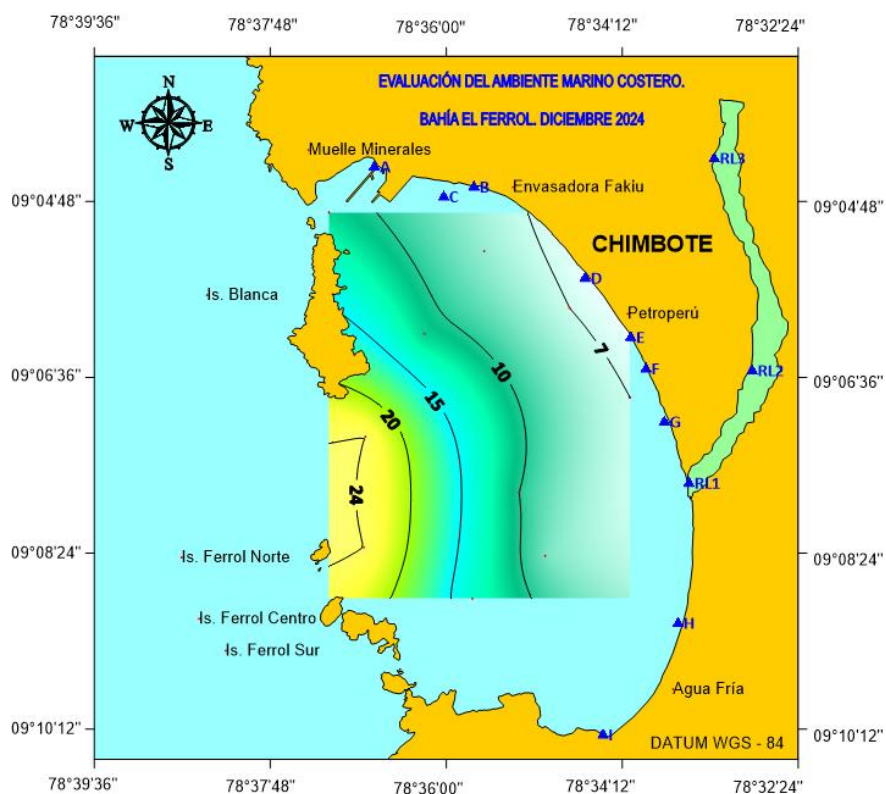


Figura 2. Distribución batimétrica de la bahía El Ferrol.

3.2 Aspectos oceanográficos

Temperatura (°C)

A nivel superficial la temperatura registró 17,0 a 19,6 °C con un promedio de 18,2 °C, a los 5 m de profundidad los valores térmicos fluctuaron entre 16,7 y 18,4 °C con un promedio de 17,6 °C y en el fondo la temperatura varió de 15,0 a 18,3 °C con un promedio de 16,4 °C (Anexo 1). En estos niveles se observó que la distribución térmica en su desplazamiento del frente oceánico hacia el interior de la bahía y a la parte norte del área evaluada incrementa su temperatura gradualmente (Figura 3).

En el área evaluada se localizaron mezcla de las Aguas Costeras Frías (ACF) y Aguas Subtropicales Superficiales (ASS) que están asociadas a temperaturas próximas a 18,0 °C; debido a la característica de ser muy somera, presenta una intensificación del proceso de evaporación.

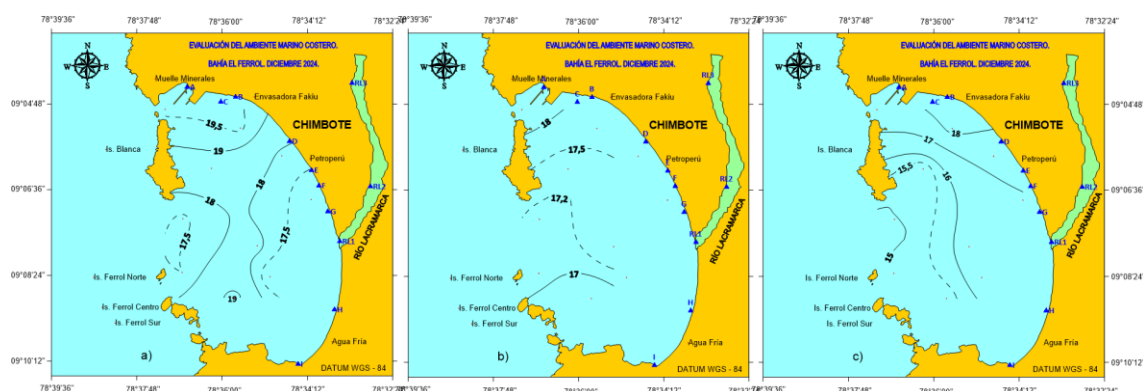


Figura 3. Distribución de temperatura: a) superficie, b) 5 m de superficie y c) fondo. Bahía El Ferrol. Diciembre 2024.

Salinidad (ups)

La salinidad superficial fue de 34,878 a 35,052 con un promedio de 34,949, a los 5 m de la superficie la salinidad varió de 34,044 a 35,034 con un promedio de 34,827 ups y en el fondo las concentraciones variaron de 34,678 a 35,082 ups con un promedio de 34,968 ups (Anexo 1). La distribución halina disminuye su concentración desde el frente oceánico central hacia el interior de la bahía (Figura 4).

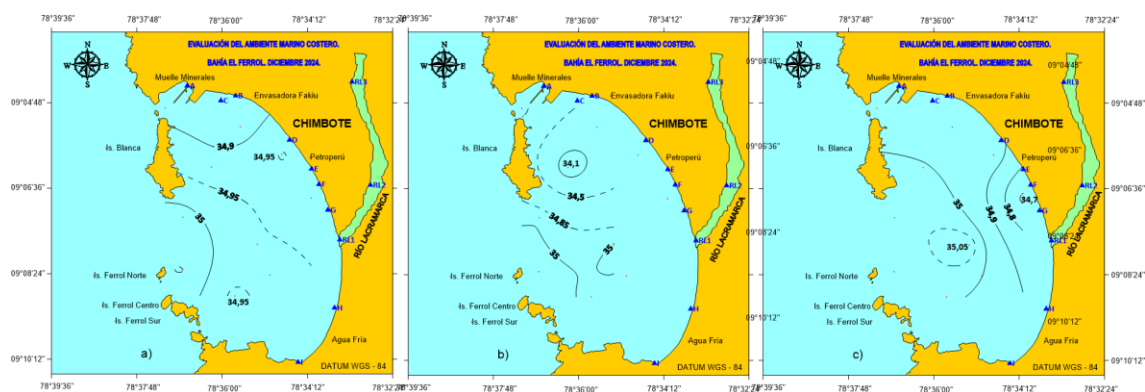


Figura 4. Distribución de salinidad: a) superficie, b) 5 m de superficie y c) fondo. Bahía El Ferrol. Diciembre 2024.

Circulación marina (cm/s)

La velocidad y dirección superficial presentó intensidades de flujo de 3,47 a 11,38 cm/s con un promedio de 7,40 cm/s (Anexo 1). Las masas de agua hacen su ingreso por la parte norte hacia el interior de la bahía y luego de impactar con el borde costero sur se direccionan hacia la parte norte (Figura 5a).

A los 5 m de la superficie la velocidad fue de 10,58 a 50,41 cm/s con un promedio de 35,88 cm/s. Las masas de agua luego de impactar con el borde costero se direccionan hacia el sur abandonando la bahía por las bocanas principal y pequeña (Figura 5b).

En el fondo las velocidades fueron de 16,42 a 38,78 cm/s con un promedio de 28,36 cm/s. Las masas de agua abandonan la bahía siguiendo la línea de costa con dirección sur (Figura 5c).

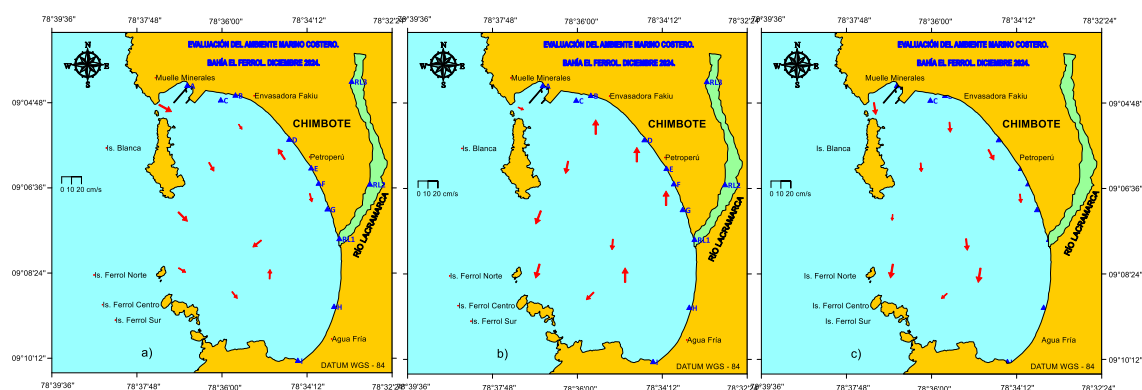


Figura 5. Distribución de corrientes marinas: a) superficie, b) 5 m de superficie y c) fondo. Bahía El Ferrol. Diciembre 2024.

Transparencia (m)

La penetración de la luz en el agua de mar medida como transparencia fue de 0,9 a 2,2 m con un promedio de 1,6 m de profundidad (Anexo 1). La mejor visibilidad se localizó por la zona sur con valores mayores a 2,00 m y las menores visibilidades se encontraron por la parte norte de la bahía (Figura 6).

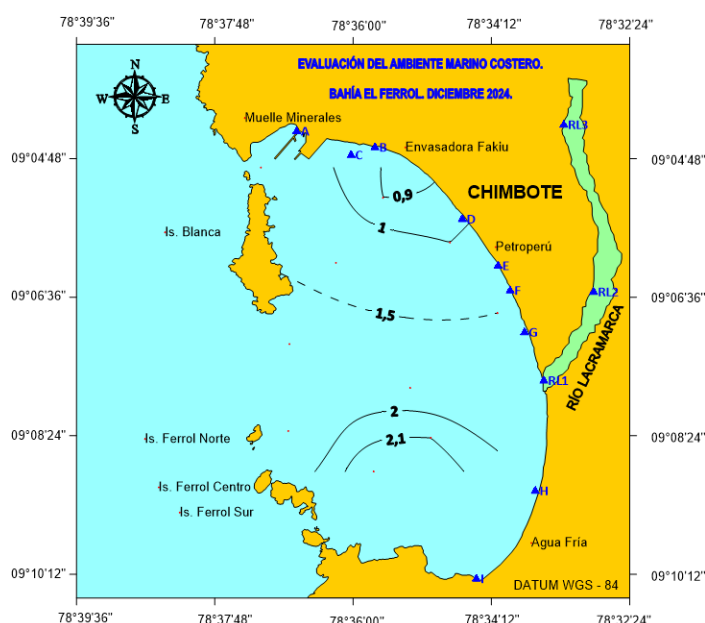


Figura 6. Distribución de transparencia del mar. Bahía El Ferrol durante diciembre 2024.

Oxígeno disuelto (mg/L)

El oxígeno superficial fluctuó entre 5,47 y 12,16 mg/L con un promedio de 8,24 mg/L (Anexo 1). La distribución de oxígeno incrementa su concentración desde el frente oceánico hacia el interior de la bahía por la parte norte (Figura 7a).

A 5 m de profundidad la concentración fue de 4,83 a 8,18 mg/L con un promedio de 3,61 mg/L. En este nivel se observó una disminución de la concentración desde el frente oceánico central hacia el interior de la bahía (Figura 7b).

En el fondo la concentración fue de 3,49 a 4,33 mg/L con un promedio de 3,88 mg/L. Se observó un incremento de la concentración desde el frente oceánico central hacia la parte norte de la bahía (Figura 7c).

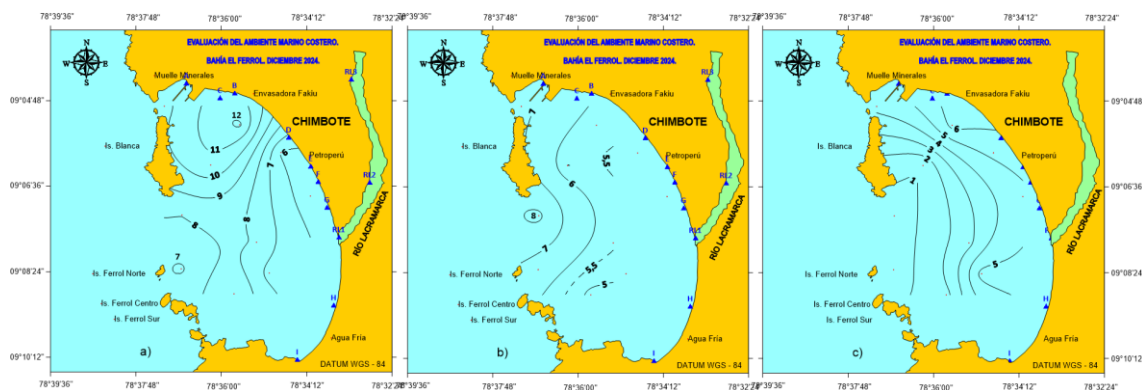


Figura 7. Distribución de oxígeno: a) superficie, b) 5 m de superficie y c) fondo. Bahía El Ferrol. Diciembre 2024.

Potencial de iones hidronio (pH)

En la superficie el potencial de iones de hidronio, pH presentó concentraciones de 7,81 a 8,45 unidades y en el fondo fluctuó de 7,80 y 8,38 unidades (Anexo 1). La distribución en su desplazamiento desde la zona sur hacia la parte norte de la bahía incrementa su concentración muy cerca del borde costero (Figura 8).

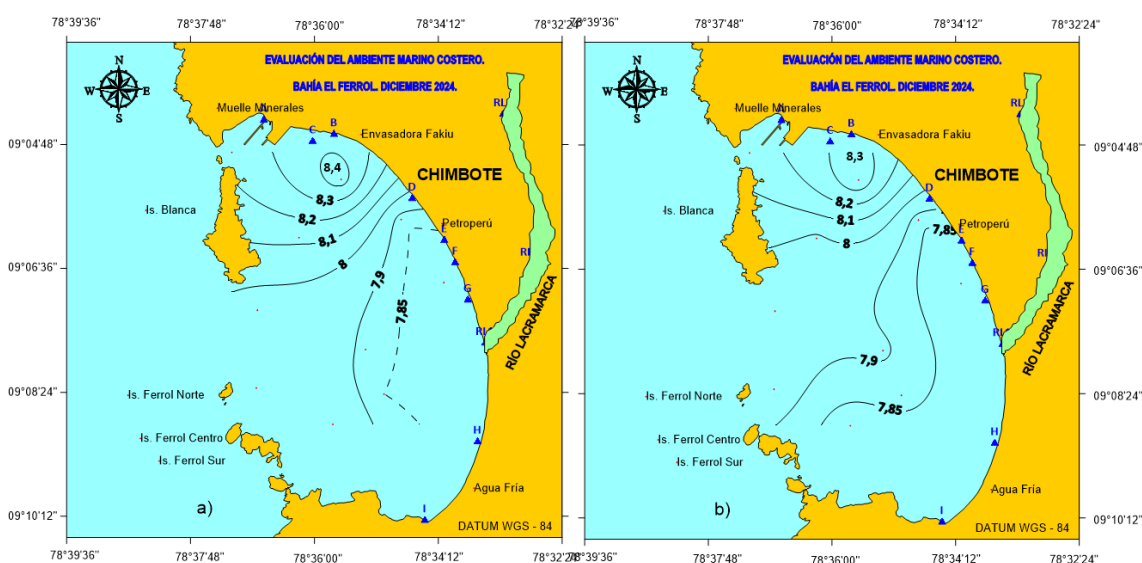


Figura 8. Distribución de pH: a) superficie y b) fondo. Bahía El Ferrol. Diciembre 2024.

Fosfatos (μM)

En la superficie los fosfatos fluctuaron entre 2,64 y 3,77 μM con un promedio de 3,14 μM (Anexo 1). La distribución en su desplazamiento desde la zona central hacia los extremos norte y sur disminuye su concentración (Figura 9a).

A los 5 m de profundidad los fosfatos fueron de 2,87 a 4,14 μM con un promedio de 3,61 μM . La distribución en su desplazamiento del frente oceánico central hacia el interior de la bahía incrementa su concentración (Figura 9b).

En el fondo los fosfatos fluctuaron entre 3,49 y 4,33 μM con un promedio de 3,88 μM . La distribución en su desplazamiento del frente oceánico sur hacia el interior de la bahía disminuye su concentración

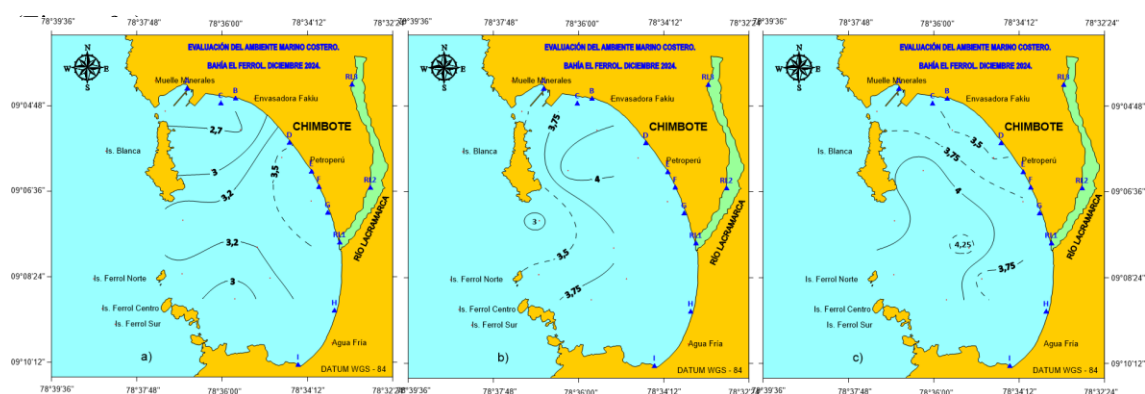


Figura 9. Distribución de fosfatos: a) superficie, b) 5 m de superficie y c) fondo. Bahía El Ferrol. Diciembre 2024.

Silicatos (μM)

En la superficie los silicatos fueron de 3,04 a 43,81 μM con un promedio de 12,77 μM (Anexo 1). Se observó a las concentraciones más altas por la parte norte que al desplazarse hacia la zona central y sur disminuye su concentración (Figura 10a).

A los 5 m de profundidad la concentración de silicatos fue de 8,40 a 16,45 μM con un promedio de 11,17 μM . La distribución incrementa su concentración desde la parte norte hacia la zona sur de la bahía (Figura 10b).

En el fondo la concentración varió de 9,66 a 33,17 μM con un promedio de 21,79 μM . En este nivel la distribución en su desplazamiento del frente oceánico sur hacia el interior de la bahía disminuye su concentración (Figura 10c).

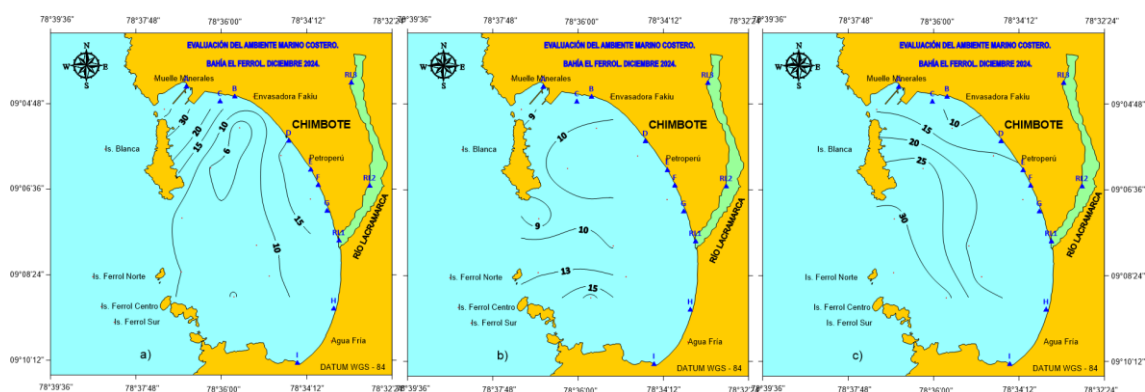


Figura 10. Distribución de silicatos: a) superficie, b) 5 m de superficie y c) fondo. Bahía El Ferrol. Diciembre 2024.

Nitratos (μM)

En la superficie los nitratos fluctuaron de 0,42 y 5,37 μM con un promedio de 3,03 μM (Anexo 1). En este nivel las concentraciones disminuyen desde la zona sur hacia la parte norte y muy cerca del borde costero (Figura 11a).

A 5 m de profundidad los nitratos fueron de 1,39 a 7,59 μM con un promedio de 3,05 μM . La distribución en su desplazamiento del frente oceánico central hacia el interior de la bahía disminuye su concentración (Figura 11b).

En el fondo los fosfatos variaron de 0,50 a 4,21 μM con un promedio de 2,87 μM . La distribución en su desplazamiento desde la zona sur hacia la parte norte de la bahía disminuye su concentración (Figura 11c).

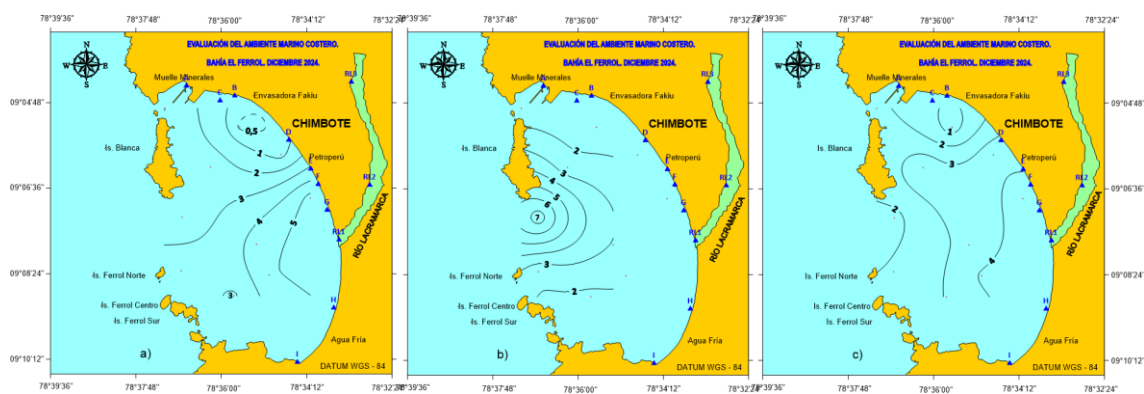


Figura 11. Distribución de nitratos: a) superficie, b) 5 m de superficie y c) fondo. Bahía El Ferrol. Diciembre 2024.

Nitritos (μM)

A nivel superficial los nitritos fueron de 0,41 a 7,43 μM con un promedio de 3,25 μM (Anexo 1). La distribución en su desplazamiento desde la zona central del borde costero disminuye su concentración hacia los extremos norte y sur del área evaluada (Figura 12a).

A 5 m de profundidad la concentración varió de 1,83 a 5,66 μM con un promedio de 3,99 μM . La distribución en su desplazamiento desde la zona sur hacia la paret norte de la bahía disminuye su concentración (Figura 12b).

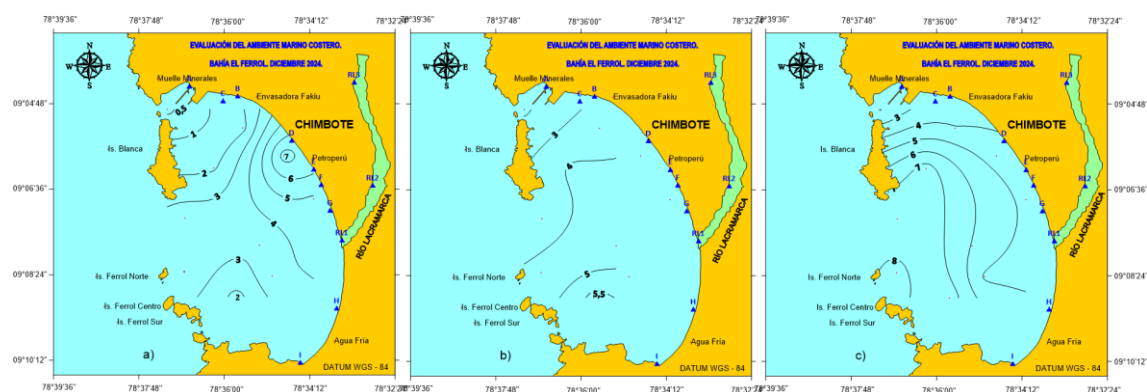


Figura 12. Distribución de nitritos: a) superficie, b) 5 m de superficie y c) fondo. Bahía El Ferrol. Diciembre 2024.

En el fondo los nitritos oscilaron entre 1,91 a 8,12 μM con un promedio de 5,71 μM . La distribución disminuye su concentración desde el frente oceánico sur hacia la parte norte de la bahía (Figura 12c).

Clorofila “a” ($\mu\text{g/L}$)

En la superficie la clorofila “a” fue de 2,14 a 13,56 μM con un promedio de 8,05 μM (Anexo 1). La distribución en su desplazamiento del frente oceánico central disminuye su concentración hacia el interior de la bahía (Figura 13a).

En el fondo la clorofila varió de 1,91 a 8,12 μM con un promedio de 6,71 μM . Se observó un incremento de la concentración desde el frente oceánico sur hacia el interior de la bahía (Figura 13b).

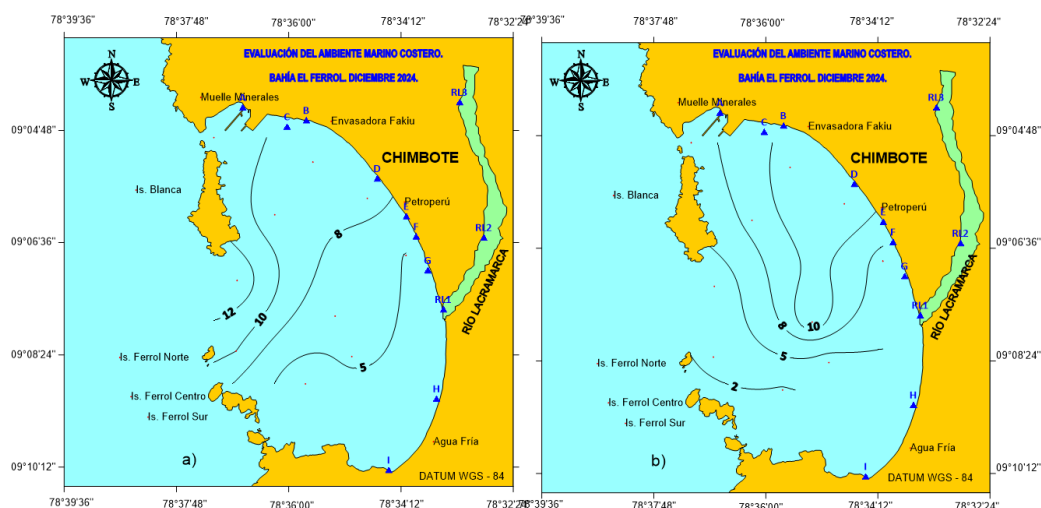


Figura 13. Distribución de clorofila "a": a) superficie y b) fondo. Bahía El Ferrol. Diciembre 2024.

Feopigmentos ($\mu\text{g/L}$)

En la superficie los feopigmentos fueron de 0,54 a 14,68 μM con un promedio de 7,30 μM y en el fondo los feopigmentos fluctuaron entre 0,86 y 12,76 μM con un promedio de 6,93 μM (Anexo 1). En la superficie la distribución presentó desde la zona central a norte núcleos concéntricos de 8,00 a 14,00 $\mu\text{g/L}$ que al desplazarse a sus alrededores disminuye su concentración y en el fondo se incrementó desde la zona central hacia el borde costero de la parte norte de la bahía (Figura 14b).

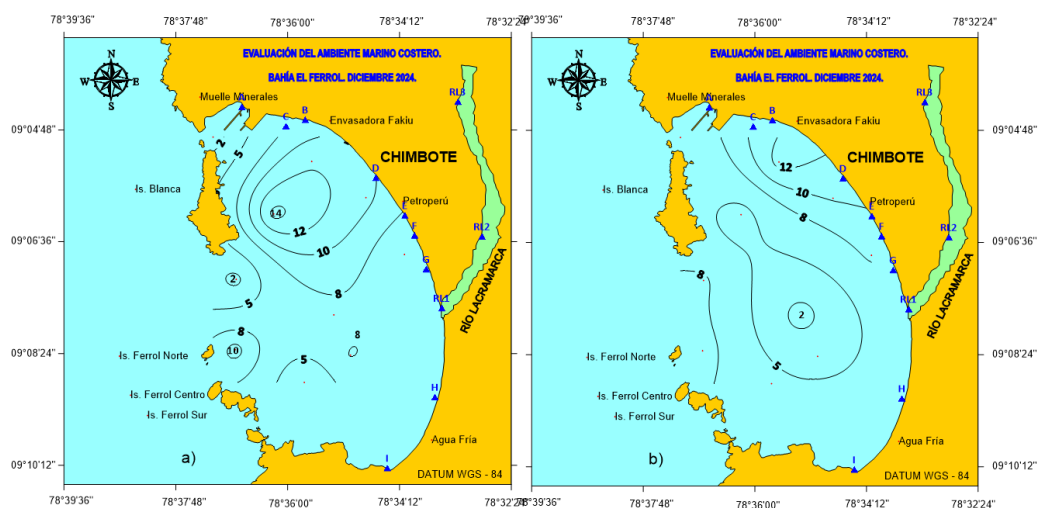


Figura 14. Distribución de feopigmentos: a) superficie y b) fondo. Bahía El Ferrol. Diciembre 2024.

Comparación de los indicadores de agentes contaminantes vs los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua.

Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)

A nivel superficial los sólidos suspendidos totales fueron de 31,00 a 51,50 mg/L con un promedio de 40,50 mg/L y en el fondo la concentración fue de 21,50 a 50,00 mg/L con un promedio de 39,00 mg/L (Anexo 1). En ambos niveles las concentraciones de sólidos no superaron lo permitido (60,00 mg/L) por los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para agua (Figuras 15 y 16).

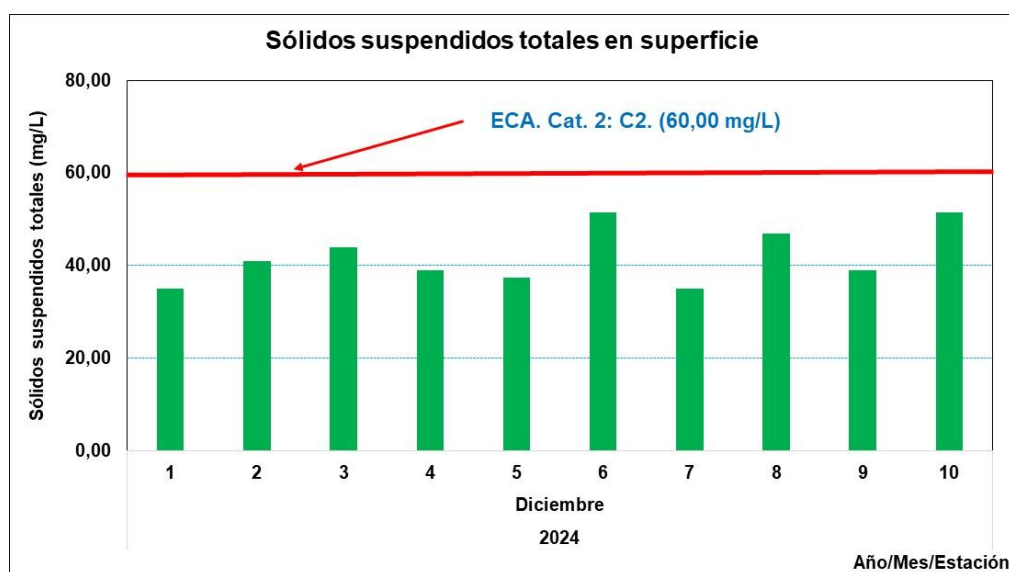


Figura 15. Distribución de sólidos suspendidos totales en superficie.
Bahía El Ferrol. Diciembre 2024.

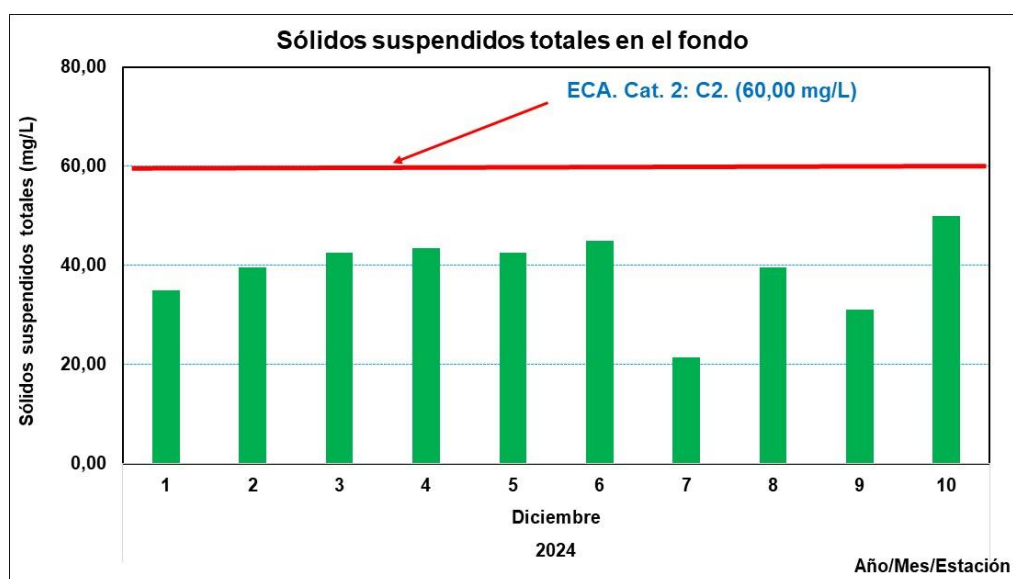


Figura 16. Distribución de sólidos suspendidos totales en el fondo.
Bahía El Ferrol. Diciembre 2024.

Aceites y grasa (mg/L)

Los aceites y grasa superficiales oscilaron entre 0,20 y 0,30 mg/L con un promedio de 0,22 mg/L (Tabla 4). Las concentraciones no superaron lo permitido (1,00 mg/L) por los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para agua (Figura 17).

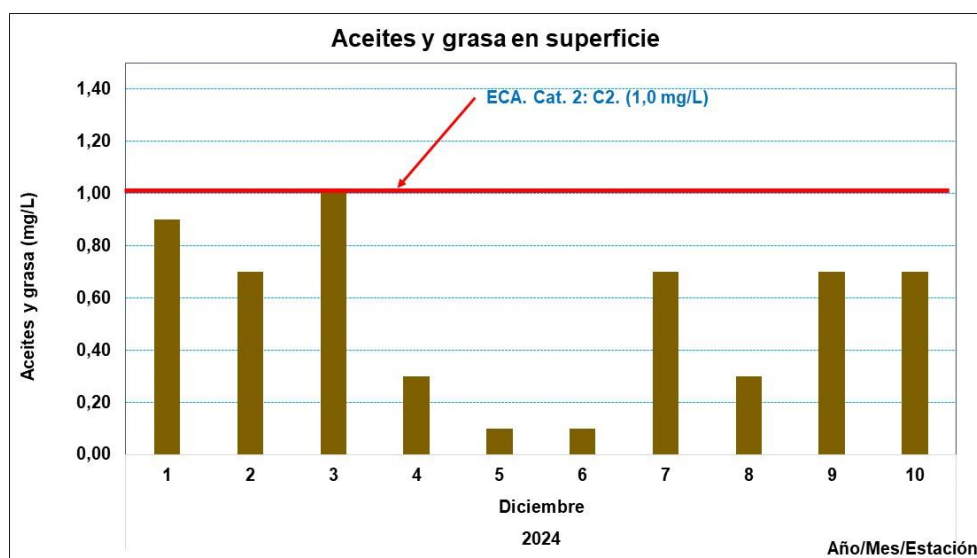


Figura 17. Distribución de aceites y grasa (mg/L) en superficie. Bahía El Ferrol. Diciembre 2024.

Demanda Bioquímica de Oxígeno - DBO₅ (mg/L)

La demanda bioquímica de oxígeno, DBO₅ fluctuó entre 1,63 y 7,34 mg/L con un promedio de 3,41 mg/L (Tabla 5). Los valores de DBO₅ no superaron lo permitido (10,00 mg/L) por los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para agua (Figura 18).

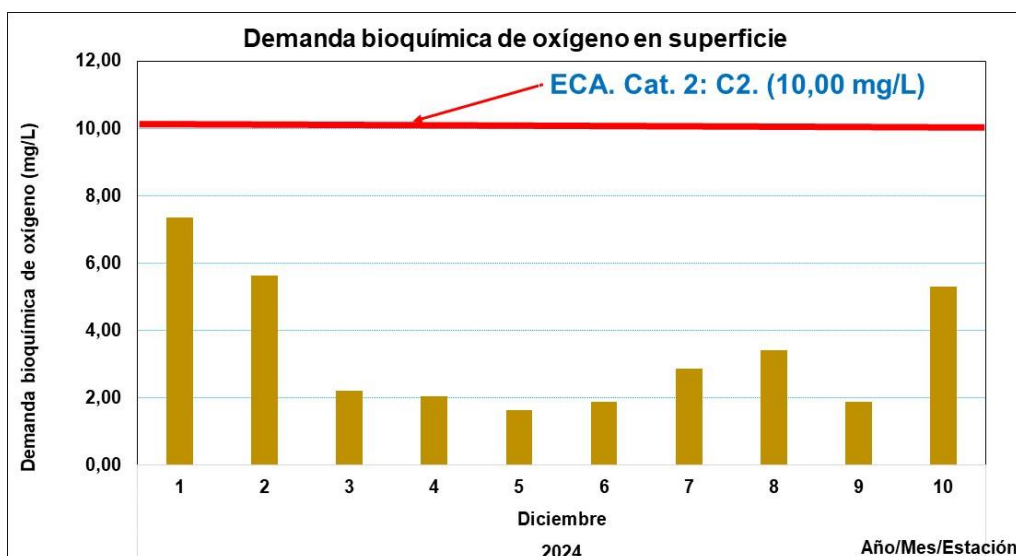


Figura 18. Distribución de la demanda bioquímica de oxígeno (mg/L) en superficie. Bahía El Ferrol. Diciembre 2024.

Indicadores de contaminación microbiológica por mar en la bahía El Ferrol.

Los coliformes termotolerantes superficiales presentaron en toda el área evaluada concentraciones de 1,80 NMP/100 mL (Tabla 5). Estas concentraciones no sobrepasaron lo permitido (2 000,00 NMP/100 mL) por los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, categoría 4. Conservación del ambiente acuático; Ecosistemas costeros marinos: Marinos (Figura 19).

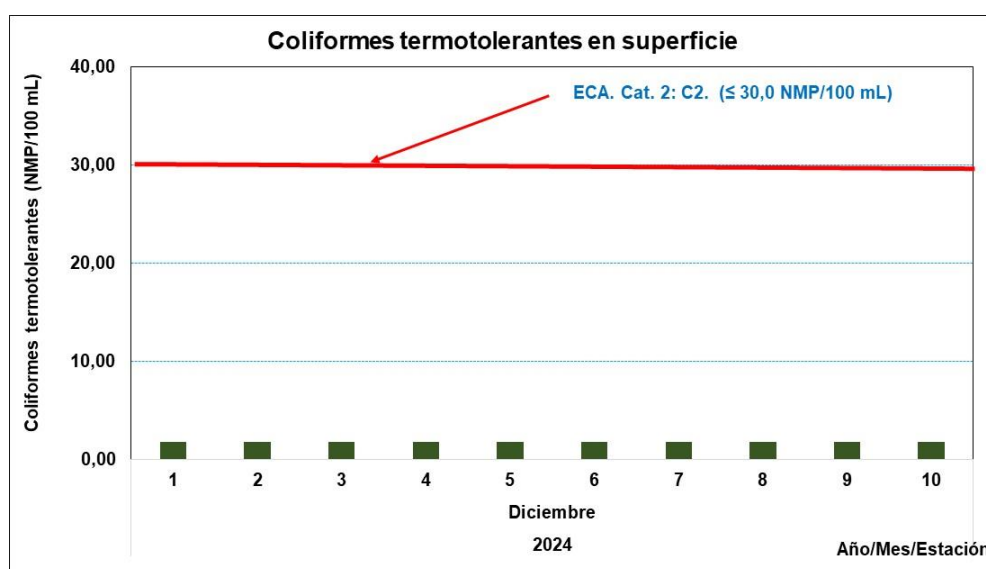


Figura 19. Distribución superficial de: a) coliformes totales y b) coliformes termotolerantes. Bahía El Ferrol. Diciembre 2024.

Los coliformes totales superficiales presentaron concentraciones de 1,80 NMP/100 mL en toda el área evaluada (Anexo 1).

Identificación y características de la comunidad fitoplanctónica en la bahía El Ferrol.

El volumen superficial de fitoplancton presentó valores de 1,42 a 4,01 mL/m³ con un promedio de 2,54 mL/m³ (Anexo 2). La distribución en su desplazamiento desde la zona sur hacia la parte norte de la bahía incrementa su volumen fitoplanctónico frente a Envasadora Fakiu (Figura 20a).

En general se registró valores altos en las estaciones evaluadas. En su mayoría con la predominancia del fitoplancton. El fitoplancton fue la comunidad predominante, observándose una gran abundancia de diatomeas de afloramiento como *Skeletonema costatum* (muy abundante), asociada en menor proporción a especies neríticas como, *Coscinodiscus perforatus*, *Chaetoceros curvisetus*, *Lauderia annulata* (sbundante) y *Chaetoceros debilis*, *Lithodesmium undulatum*, *Ditylum brightwellii*, *Thalassionema nitzschioides*, entre otras; así como a especies de fases avanzadas de la sucesión como *Triplos furca*, *T. dens*, *Protoperidinium conicum*, *P. claudicans*, *P. pentagonum*, *P. depressum*, *P. pellucidum*, *P. oblongum*, y *P. excentricum*, registrados como presentes.

El indicador de Aguas Costeras Frías (ACF), *Protoperidinium obtusum*, se presentó en siete de las estaciones (Figura b).

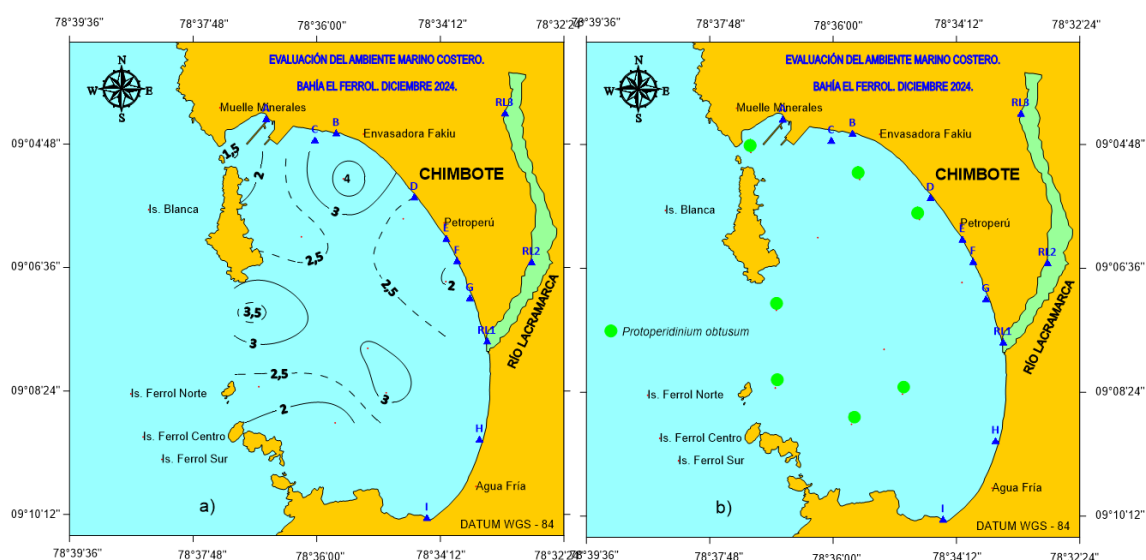


Figura 20. Distribución del volumen de fitoplancton: a) volumen y b) indicador de masas de agua. Bahía El Ferrol. Diciembre 2024.

Análisis sedimentológicos de Materia Orgánica Total-MOT (%)

La materia orgánica total en el sedimento marino fue de 1,71 y 12,76 % con un promedio de 7,94 % (Anexo 1). La concentración más baja fue de color gris verdoso con textura de arena fina y sin olor a sulfuros. La concentración más alta presentó color gris oliva con textura de fango y ligero olor a sulfuros. En su desplazamiento de la zona sur hacia la parte norte disminuye su concentración (Figura 21).

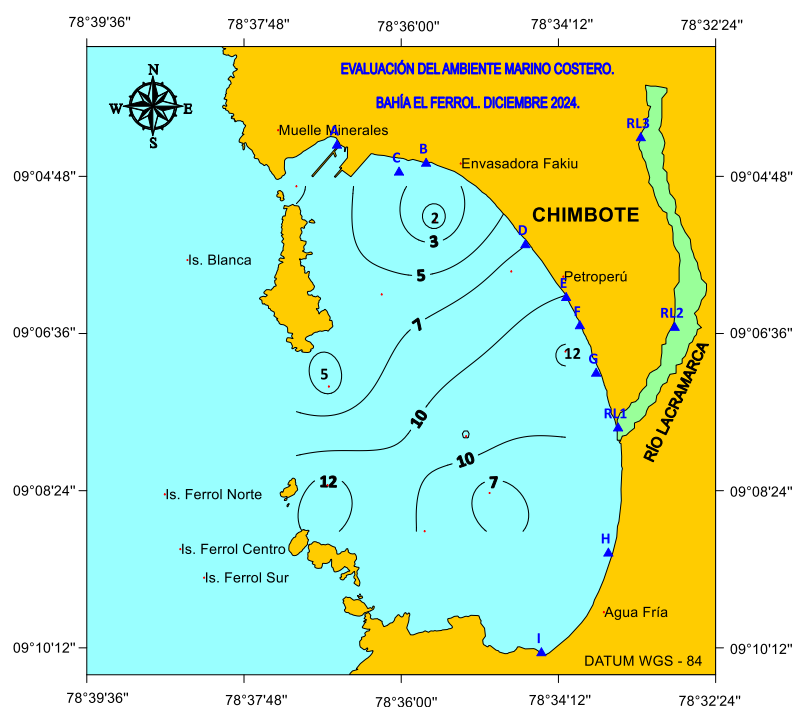


Figura 21. Distribución de materia orgánica total (%) en sedimento marino. Bahía El Ferrol. Diciembre 2024.

La materia orgánica total en relación con el macrozoobentos según la fórmula de J. Tam, se determinaron valores de: en g/m^2 .

E1 = 0,007	E6 = 0,000
E2 = 47,923	E7 = 0,618
E3 = 0,004	E8 = 0,000
E4 = 0,000	E9 = 0,000
E5 = 0,054	E10 = 0,093

Solo en la E2 se encontraron existencia de microorganismos bentónicos; en tanto que, en las otras estaciones se encontraron zonas prácticamente desfaunadas.

Distribución vertical de las variables físico-químicas en la bahía el ferrol (paralela a la costa).

En la columna de agua la temperatura registró 15,0 a 19,6 °C (Anexo 1). En el estrato de 0 a 10 m de profundidad se registraron los valores térmicos más altos; en tanto que, debajo de la profundidad indicada se encontraron valores menores a 15,5 °C (Figura 22a).

La salinidad presentó concentraciones de 34,044 a 35,082 (Anexo 1). En el estrato de 0 a 5 m de profundidad por la parte norte se localizaron las concentraciones menores a 34,500. Debajo de los 7 m de profundidad, se localizaron las concentraciones próximas a 35,000 (Figura 22b).

El oxígeno disuelto en la columna de agua fluctuó entre 0,66 y 12,16 mg/L (Anexo 1). Las concentraciones más altas se localizaron en el estrato de 0 a 7 m de profundidad en toda el área evaluada; en tanto que, debajo de los 10 m de profundidad se encontraron las concentraciones menores a 2,00 mg/L (Figura 22c).

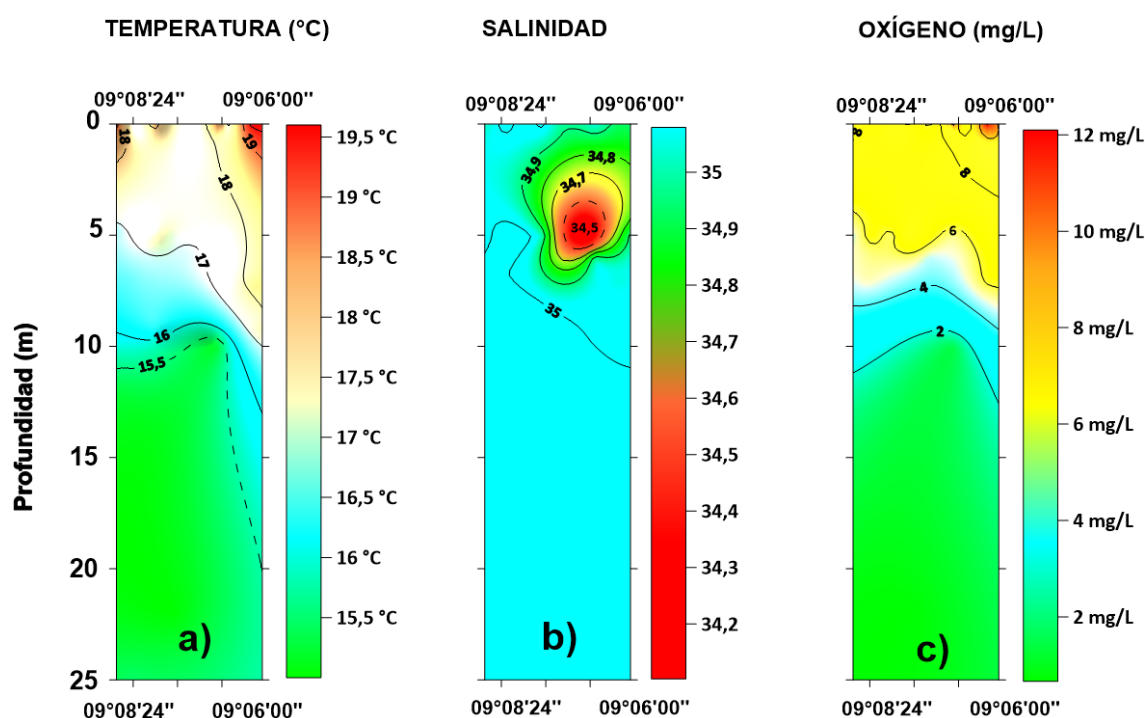


Figura 22. Distribución vertical de: a) temperatura, b) salinidad y c) oxígeno
En la Bahía El Ferrol durante diciembre 2024.

En la columna de agua la concentración de fosfatos varió de 2,64 a 4,33 μM (Anexo 1). En el estrato de 8 a 20 m de profundidad por la zona sur se encontraron las concentraciones más altas; en tanto que, en el resto del área evaluada se encontraron concentraciones menores a 4,00 μM (Figura 23a).

Los silicatos presentaron concentraciones de 3,04 a 43,81 μM (Anexo 1). Se observó que en el estrato de 0 a 10 m de profundidad concentraciones menores a 20,00 μM y debajo de los 10 m de profundidad se localizaron las concentraciones mayores a 30,00 μM (Figura 23b).

En la columna de agua los nitratos fluctuaron entre 0,42 y 7,59 μM (Anexo 1). Se observó que la distribución en su desplazamiento desde el fondo marino hacia la superficie incrementa su concentración hacia la zona central y sur de la bahía (Figura 23c).

En la columna de agua los nitritos fueron de 0,41 a 8,12 μM (Anexo 1). La distribución de nitritos en su desplazamiento desde el fondo marino hacia la parte superficial del área evaluada disminuye su concentración (Figura 23d).

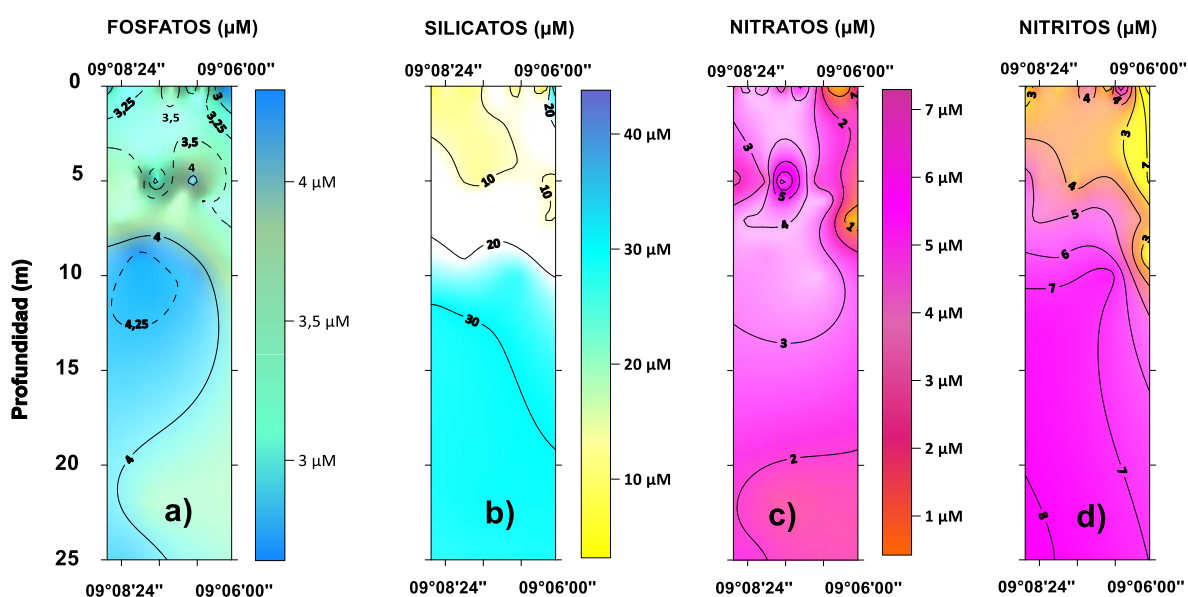


Figura 23. Distribución vertical de: a) fosfatos, b) silicatos, c) nitratos y d) nitritos. Bahía El Ferrol durante diciembre 2024.

3.3. Características físico-químicas y biológicas por playas de la bahía El Ferrol.

Por la línea costera de la bahía El Ferrol los registros térmicos fueron de 17,8 a 19,9 °C con un promedio de 18,7 °C (Anexo 1). Los registros térmicos más bajos se localizaron por la zona sur de la bahía; en tanto que, los valores más altos se encontraron por la parte norte del área evaluada (Figura 24).

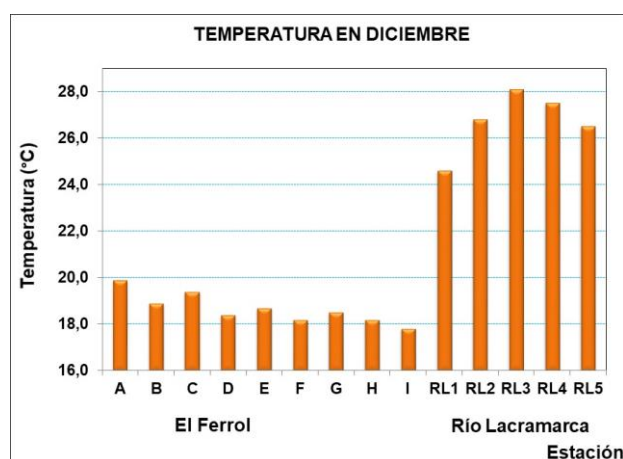


Figura 24. Variación de la temperatura (°C) por playas en la bahía El Ferrol durante diciembre 2024.

La salinidad presentó concentraciones de 34,614 a 35,057 con un promedio de 34,840 (Anexo 1). La distribución halina incrementa su concentración desde la parte norte hacia la zona sur del área evaluada (Figura 25).

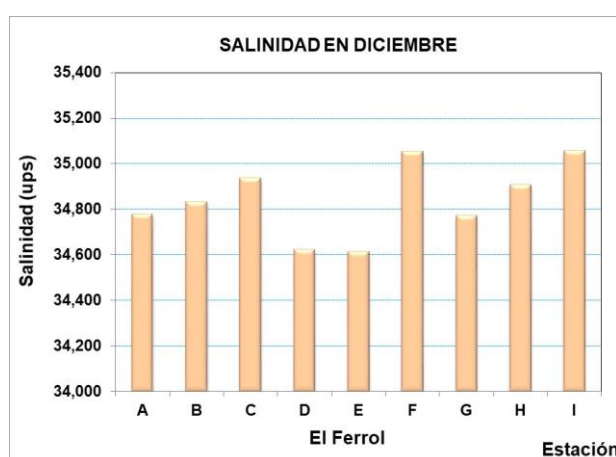


Figura 25. Variación de la salinidad (ups) por playas en la bahía El Ferrol durante diciembre 2024.

El oxígeno disuelto fluctuó entre 4,44 y 9,30 mg/L con un promedio de 6,85 mg/L (Anexo 1). Se observó que las concentraciones más altas se localizaron por la parte norte de la bahía; en tanto que, las concentraciones más bajas se localizaron por la zona sur (Figura 26).

El potencial de iones de hidronio, pH varió de 8,01 a 9,12 unidades (Anexo 1). Se observó en toda el área evaluada concentraciones de pH mayores a 8,00 unidades (Figura 26).

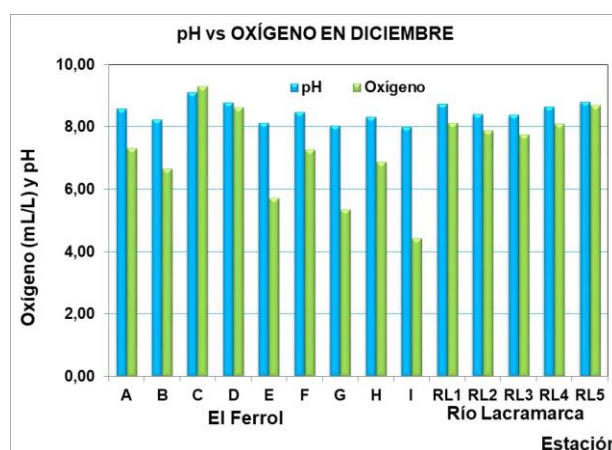


Figura 26. Variación del oxígeno (mg/L) en relación con el pH por playas en la bahía El Ferrol durante diciembre 2024.

Los fosfatos fluctuaron entre 1,27 y 11,40 μM con un promedio de 5,93 μM (Anexo 1). La distribución incrementa su concentración desde la parte norte hacia la zona sur de la bahía (Figura 27).

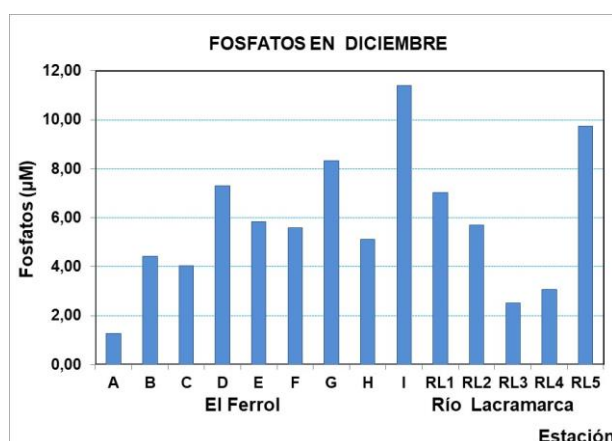


Figura 27. Variación de fosfatos (μM) por playas en la bahía El Ferrol durante diciembre 2024.

Los silicatos fluctuaron entre 5,10 y 41,66 μM con un promedio de 16,61 μM (Anexo 1). La distribución en su desplazamiento desde la zona norte hacia los extremos norte y sur incrementan su concentración (Figura 28).

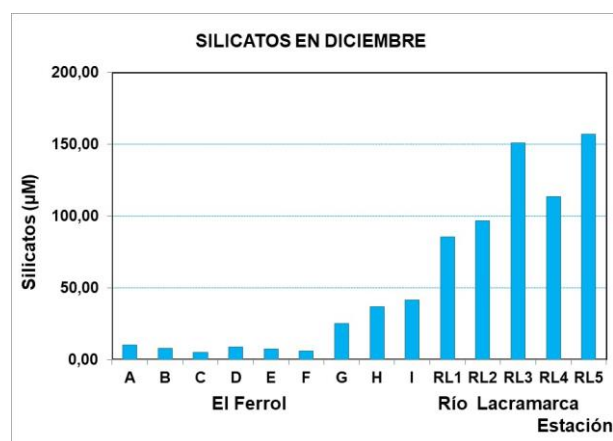


Figura 28. Variación de silicatos (μM) por playas en la bahía El Ferrol durante diciembre 2024.

Los nitratos presentaron concentraciones de 2,63 a 124,13 μM con un promedio de 18,65 μM (Anexo 1). La distribución en su desplazamiento desde la parte norte hacia la zona sur incrementa su concentración (Figura 29).

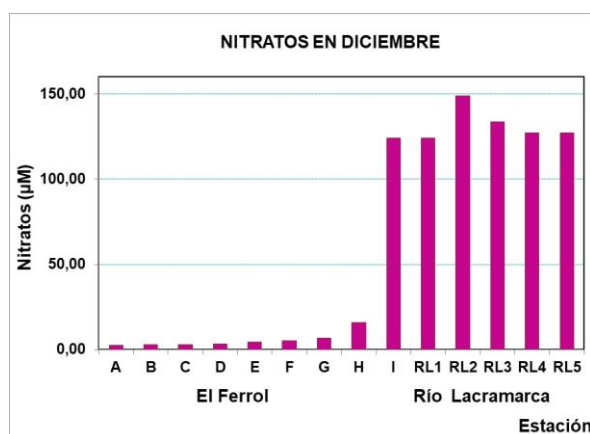


Figura 29. Variación de nitratos (μM) por playas en la bahía El Ferrol durante diciembre 2024.

Los nitritos variaron de 0,18 a 3,69 μM con un promedio de 1,25 μM (Anexo 11). La distribución en su desplazamiento desde la parte norte hacia la zona sur de la bahía incrementa su concentración (Figura 30).

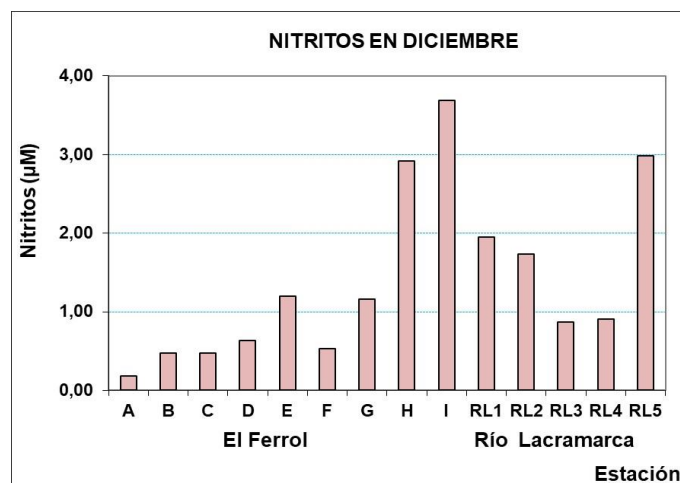


Figura 30. Variación de nitratos (µM) por playas en la bahía El Ferrol durante diciembre 2024.

La clorofila “a” fue de 0,40 a 16,79 µM con un promedio de 5,94 µM (Anexo 1). Las concentraciones más altas se encontraron por la zona central de la bahía; y las más bajas por los extremos norte y sur del área evaluada (Figura 31).

Los feopigmentos variaron de 1,72 a 29,60 µM con un promedio de 15,18 µM (Anexo 1). Las concentraciones menores a 5,00 µg/g se encontraron en las estaciones D y H; en tanto que, en el resto del área evaluada se encontraron concentraciones mayores a 10,00 µg/L (Figura 32).

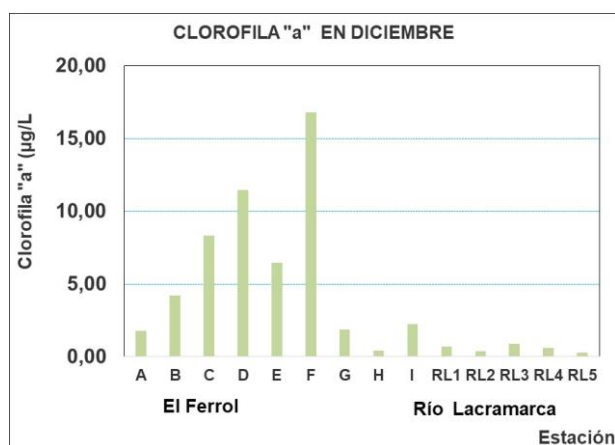


Figura 31. Variación de clorofila “a” (µg/L) por playas en la bahía El Ferrol durante diciembre 2024.

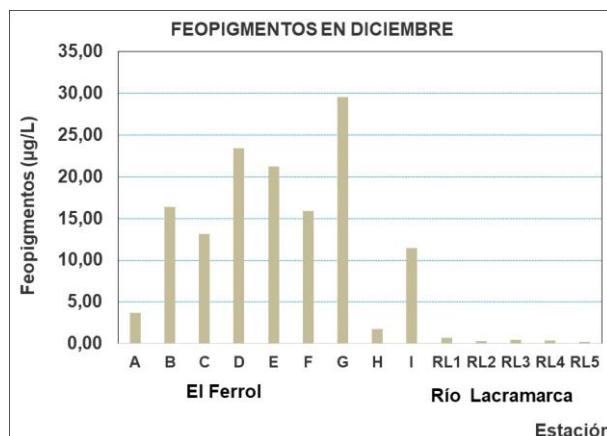


Figura 32. Variación de feopigmentos (µg/L) por playas en la bahía El Ferrol durante diciembre 2024.

Los sólidos suspendidos totales presentaron concentraciones de 29,00 a 65,50 mg/L con un promedio de 40,44 mg/L (Anexo 1). La concentración más alta se encontró en la zona sur en la estación I; en tanto que, la más baja se localizó en la estación D ubicado en la parte norte del área evaluada. Las concentraciones determinadas no sobrepasaron lo permitido (70,00 mg/L) por los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua. Categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales. C3: Actividades marino portuarias, industriales o de saneamiento en aguas marino costeras (Figura 33).

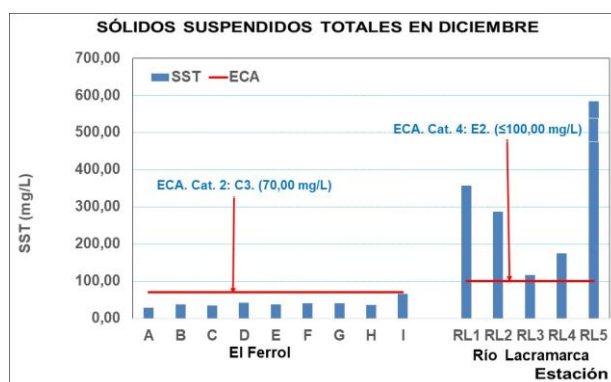


Figura 33. Variación de sólidos suspendidos totales (mg/L) por playas en la bahía El Ferrol durante diciembre 2024.

Los aceites y grasa fueron de 0,30 a 0,90 mg/L con un promedio de 0,48 mg/L (Anexo 1). La distribución presentó la concentración más alta por la zona central de la bahía, que al desplazarse hacia los extremos norte y sur disminuyen su concentración. Las concentraciones determinadas no sobrepasaron lo permitido (2,00 mg/L) por los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para

Agua. Categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales.C3:
Actividades marino portuarias, industriales o de saneamiento en aguas marino costeras (Figura 34).

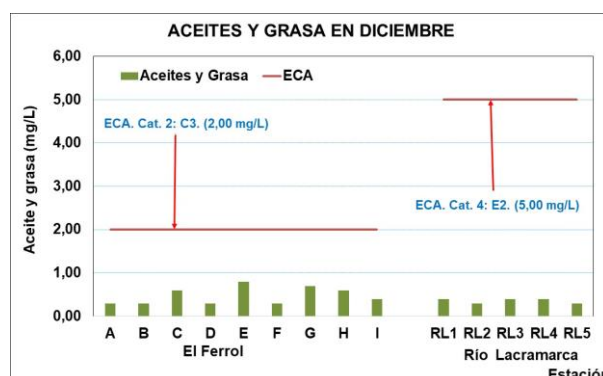


Figura 34. Variación de aceites y grasa (mg/L) por playas en la bahía El Ferrol durante diciembre 2024.

La demanda bioquímica de oxígeno fluctuó entre 3,26 y 6,03 mg/L con un promedio de 4,38 mg/L (Anexo 1). La distribución presentó las concentraciones más altas en las estaciones g e I; en tanto que, en el resto del área evaluada fueron menores a 5,00 mg/L. Estas concentraciones determinadas no sobrepasaron lo permitido (10,00 mg/L) por los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, categoría 4: Conservación del ambiente acuático; Ecosistemas costeros marinos: Marinos (Figura 35).

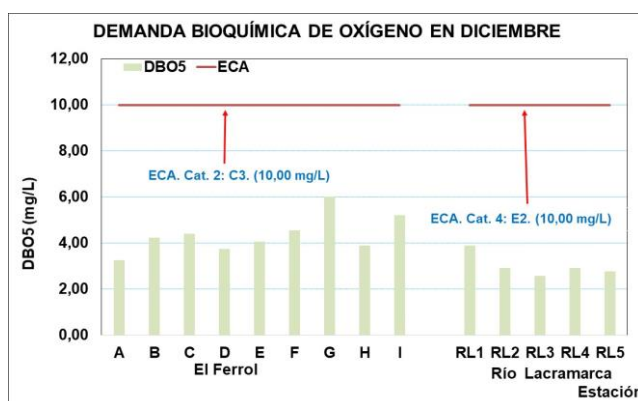


Figura 35. Variación de la demanda bioquímica de oxígeno (mg/L) por playas en la bahía El Ferrol durante diciembre 2024.

Los coliformes totales se encontraron entre 1,80 y 540,00 NMP/100 mL con un promedio de 100,86 NMP/100 mL (Anexo 1). Las concentraciones más altas se presentaron en las estaciones E e I; en tanto que, en el resto del área evaluada fueron menores a 5,00 NMP/100 mL (Figura 36).

Los indicadores microbianos de coliformes termotolerantes variaron de 1,80 a 7,80 NMP/100 mL con un promedio de 3,07 NMP/100 mL (Anexo 1). Las concentraciones más altas se presentaron en las estaciones E e I; en tanto que, en el resto del área evaluada fueron menores a 2,00 NMP/100 mL. Estas concentraciones determinadas no sobrepasaron lo permitido (1000,00 NPM/100 mL), por los Estándares de Calidad Ambiental para Agua, categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales. C3: Actividades marino portuarias, industriales o de saneamiento en aguas marino costeras (Figura 37).

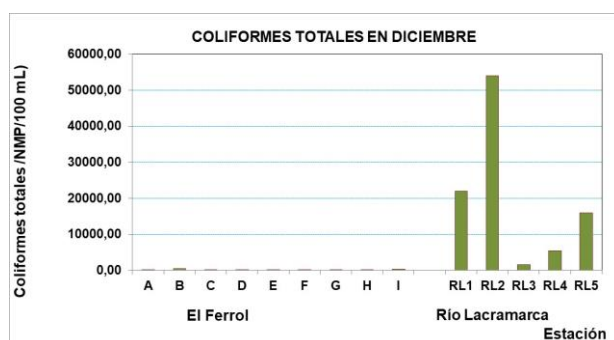


Figura 36. Variación de coliformes totales (NMP/100 mL) por playas en la bahía El Ferrol durante diciembre 2024.

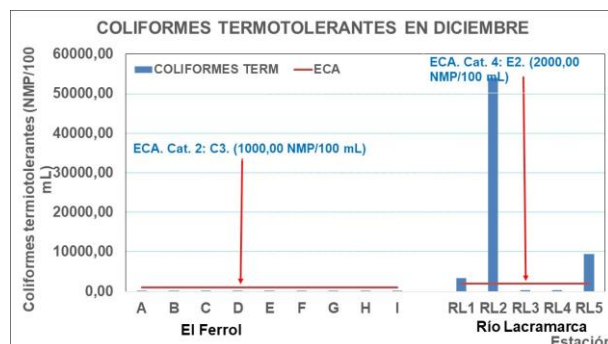


Figura 37. Variación de coliformes termotolerantes (NMP/100 mL) por playas en la bahía El Ferrol durante diciembre 2024.

La materia orgánica total en el sedimento marino presentó concentraciones de 0,54 a 1,54 % con un promedio de 1,10 % (Anexo 1). La distribución presentó las concentraciones más altas por los extremos norte y sur del área evaluada y las más bajas por la zona central del borde costero de la bahía. La concentración más alta presentó color marrón pálido con textura de arena fina y sin olor a sulfuros y la concentración más baja fue de color marrón pálido con textura de arena fina y sin olor a sulfuros (Figura 38).

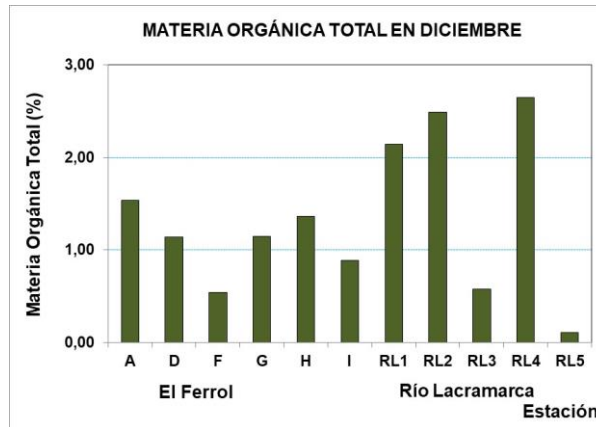


Figura 38. Variación de materia orgánica total (%) por playas en la bahía El Ferrol durante diciembre 2024.

Características físico-químicas y biológicas por el río Lacramarca.

Por la cuenca baja del río Lacramarca los registros térmicos fueron de 24,6 a 28,1 °C con un promedio de 26,7 °C (Anexo 9). La distribución térmica en su desplazamiento desde la parte alta del río hacia la desembocadura del río a la mar disminuye su temperatura (Figura 24).

El oxígeno disuelto presentó concentraciones de 7,77 a 8,69 mg/L con un promedio de 8,12 mg/L (Anexo 10). La distribución disminuye su concentración en su desplazamiento de la parte alta del río hacia la zona central del área evaluada del río, para luego incrementarse hacia la desembocadura del río a la mar. El pH fue de 8,39 a 8,81 unidades, la distribución presentó similar tendencia que el oxígeno (Figura 26).

Los fosfatos variaron de 2,50 a 9,75 μM con un promedio 5,61 μM (Anexo 11). La distribución disminuye su concentración hacia la zona central del río evaluado; para luego incrementarse hacia la desembocadura del río a la mar (Figura 27).

Los silicatos oscilaron entre 85,73 y 157,08 μM con un promedio de 120,85 μM (Anexo 11). La distribución disminuye su concentración en su desplazamiento desde la parte alta del río hacia la desembocadura del río a la mar (Figura 28).

Los nitratos presentaron concentraciones de 124,18 a 148,87 μM con un promedio de 132,24 μM (Anexo 11). La concentración presentó su valor más alto en la estación RL₂, en tanto que, el resto de estaciones presentaron concentraciones menores a 135,00 μM (Figura 29).

Los nitritos presentaron un rango de 0,87 a 2,98 μM con un promedio de 1,69 μM (Anexo 11). La distribución disminuye su concentración hacia la zona central del río evaluado; para luego incrementarse hacia la desembocadura del río a la mar (Figura 30).

La clorofila “a” fue de 0,28 a 0,88 $\mu\text{g/L}$ con un promedio de 0,56 $\mu\text{g/L}$ (Anexo 11). La distribución disminuye su concentración hacia la zona central del río evaluado; para luego incrementarse hacia la desembocadura del río a la mar (Figura 31).

Los feopigmentos variaron de 0,21 a 0,67 $\mu\text{g/L}$ con un promedio de 0,41 $\mu\text{g/L}$ (Anexo 11). Las concentraciones más altas se localizaron por la desembocadura del río a la mar y las más bajas por la parte alta del río (Figura 32).

Los sólidos suspendidos totales variaron de 117,00 a 587,00 mg/L con un promedio de 304,20 mg/L (Anexo 10). La distribución disminuye su concentración en su desplazamiento de la parte alta del río hacia la zona central del área evaluada del río, para luego incrementarse hacia la desembocadura del río a la mar. Todas las concentraciones sobrepasaron lo permitido ($\leq 100,00 \text{ mg/L}$) por los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, para la categoría 4. Conservación del ambiente acuático. E2: Ríos. Costa y sierra (Figura 33).

Los aceites y grasa fluctuaron entre 0,30 y 0,40 mg/L con un promedio de 0,36 mg/L (Anexo 10). Las concentraciones más bajas se localizaron en las estaciones RL₂ y RL₄; en tanto que, en el resto del área evaluada se presentaron valores homogéneos de 0,30 mg/L . Estas concentraciones no sobrepasaron lo permitido (5,00 mg/L) por los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, para la categoría 4. Conservación del ambiente acuático. E2: Ríos. Costa y sierra (Figura 34).

La demanda bioquímica de oxígeno fluctuó entre 2,69 y 3,91 mg/L con un promedio de 3,05 mg/L (Anexo 12). La distribución en su desplazamiento desde la parte alta del río hacia la desembocadura a la mar. Estas concentraciones no sobrepasaron lo permitido (10,00 mg/L) por los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, para la categoría 4. Conservación del ambiente acuático. E2: Ríos. Costa y sierra (Figura 35).

Los coliformes totales presentó concentraciones de 1 600,00 a 54 000,00 NMP con un promedio de 19 800,00 NMP/100 mL (Anexo 12). Las concentraciones más altas se localizaron por inmediaciones de

la desembocadura del río a la mar; en tanto que, en el resto del área evaluada se encontraron concentraciones menores a 20 000,00 NMP/100 mL (Figura 36).

Los coliformes termotolerantes variaron de 240,00 a 54 000,00 NMP/100 mL con un promedio de 13 440 NMP/100 mL (Anexo 12). Las concentraciones más bajas se localizaron en las estaciones RL₃ y RL₄; en tanto que, en el resto de estaciones se determinaron concentraciones mayores a 3 000,00 NMP/100 mL que sobrepasaron lo permitido (2 000 NMP/100 mL) por los Estándares nacionales de calidad ambiental para agua, categoría 4: Conservación del ambiente acuático; Ríos: Costa y sierra (Figura 37).

En el sedimento del río la materia orgánica total varió de 0,11 a 2,69 % con un promedio de 2,65 % con un promedio de 1,59 % (Anexo 14). La concentración más alta se encontró en la estación RL₄; en tanto que, en el resto del área evaluada fueron menores a 2,50 %. La concentración más baja fue de color gris con textura de arena fina con presencia de ripio y sin olor a sulfuros; la concentración más alta fue de color marrón muy pálido con textura de fango arcilloso y sin olor a sulfuros (Figura 38).

DISCUSIÓN

En la bahía El Ferrol, el comportamiento ambiental, presentó en esta evaluación valores termo-halinos propios de Aguas Costeras Frías (ACF) con Aguas Subtropicales Superficiales (ASS); además, se encontraron aguas mixohalinas como producto de la mezcla de los vertidos antropogénicos, de las aguas continentales y aguas marinas; estas condiciones anómalas influyeron en la determinación de la salinidad, el oxígeno y de la temperatura, que también fueron influenciadas por los continuos vertidos de aguas domésticas o municipales y variaciones locales de la evaporación, debido a menores profundidades de la bahía; asimismo, la bahía El Ferrol presentó en estos años por la parte norte los valores más altos de temperatura y de oxígeno; por la zona sur, los valores más bajos, asociados al proceso del afloramiento costero (Jacinto et al., 1997; Tresierra et al., 2007).

En superficie se encontraron concentraciones de oxígeno disuelto mayores a 6,00 mg/L y fueron influenciados por la marea roja observada en la bahía El Ferrol, con valores de pH mayores a 7,80 unidades y en el fondo se determinaron dos valores hipóxicos, pero están dentro de su normalidad, en algunos casos son influenciados por el proceso del afloramiento costero. En años anteriores se encontraron concentraciones cero de oxígeno que fueron producidas por restos orgánicos de efluentes

domésticos e industriales de algunas empresas industriales entre ellas de las diversas pesquerías, en algunos casos se debe a las fuertes marejadas que remueven el fondo marino que desprenden gases tóxicos (Ganoza et al 2020; García et al., 2025; Tresierra et al 2007).

García et. al, (2019), mencionó que la industria pesquera en Chimbote esta orientada a la producción de harina, aceite de pescado, conservas, maricultura y pesca artesanal para consumo humano directo para el mercado interno y externo, bajo este contexto los desechos producidos son vertidos directamente al mar por algunas fábricas que no se han modernizado y no están asociadas al emisor. submarino, que opera en la bahía El Ferrol, si a estas condiciones se le agregan las aguas domésticas producidas por las ciudades adyacentes al litoral costero, se agudizan los problemas de contaminación. Actualmente las aguas municipales o de uso doméstico sin tratamiento primario son vertidas al ecosistema marino de la bahía conteniendo residuos orgánicos; la actividad agrícola que se genera en la parte baja y alta de la cuenca del río Lacramarca, utilizan fertilizantes y fungicidas que son productos químicos los cuales por filtración se desplazan hacia el cauce del río y estas aguas continentales son descargadas al ecosistema marino de la bahía. Se ha observado que algunas instalaciones portuarias utilizan detergentes para el lavado de sus instalaciones y algunas embarcaciones también utilizan soda caustica para lavar sus bodegas y estas aguas son arrojadas al medio marino. Todas estas condiciones de contaminación ocasionan un deterioro del cuerpo marino costero receptor, bajo estas condiciones el medio marino continúa siendo afectado directamente por factores externos, que alteran el equilibrio del ecosistema marino.

Morón (2000) menciona que, en el verano los fosfatos presentan bajos valores; en tanto que, en invierno cuando se intensifica el afloramiento costero los fosfatos presentan valores altos, menciona que los silicatos al igual que los fosfatos su distribución está ligada al afloramiento, y desde el punto de vista biológico son utilizados por las algas diatomeas, silicoflagelados, radiolarios y determinadas esponjas cuyos esqueletos son silíceos, los nitratos y nitritos son importantes para mantener a las poblaciones de fitoplancton.

La contaminación por nitrógeno tiene una serie de consecuencias en los ecosistemas marinos costeros, además de estimular un aumento en la cantidad de materia orgánica que se produce; también es

posible el enriquecimiento de nutrientes y la eutrofización contribuyan a los aumentos reportados en las floraciones algales nocivas en todo el mundo (Nixon y Fulweiler, 2009).

El afloramiento rompe la estratificación de la columna de agua trayendo hacia la superficie aguas frías, con mayor concentración de nutrientes, lo que estimula la producción planctónica. Los nutrientes disueltos en el agua de mar son esenciales para el desarrollo del fitoplancton, la base de la cadena trófica marina. Los nutrientes presentes en el agua de mar, es un indicador importante que permite evaluar la calidad del agua; así como, la presencia o ausencia de la vegetación marina (García et al., 2019).

Por mar en la bahía El Ferrol los agentes contaminantes de sólidos suspendidos totales (60,00 mg/L); aceites y grasa (1,00 mg/L); la demanda bioquímica de oxígeno (10,00 mg/L) y los coliformes termotolerantes ($\leq 30,00$ NMP/100 mL) presentaron concentraciones que no sobrepasaron lo permitido por los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales. C2: Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas en aguas marino costeras (Minam 2017), esto indicaría que, en este periodo de tiempo, la evaluación del ecosistema marino de la bahía El Ferrol es óptimo y el estado del mar es saludable para la actividad recreativa y pesquera.

En la biomasa fitoplanctónica evaluada se identificaron a los organismos indicadores de masas de agua, como: *Protoperdinium obtusum* indicador de Aguas Costeras Frías.

Respecto a la materia orgánica total presentó en la mayor parte de la bahía textura de fango, presentando propiedades organolépticas de intensos olores a sulfuros, condición similar se encontró en Tresierra et al., 2007 y Ganoza et al, 2020. Estas condiciones de los sedimentos fangosos pueden ser una fuente de contaminación en función de las condiciones ambientales en el espacio temporal; respecto al macrozoobentos, la bahía se presentó mayormente desfaunada, sin organismos bentónicos. Los vertimientos de las aguas residuales domésticas se han convertido en uno de los principales agentes contaminantes de la bahía El Ferrol, por su alto contenido de bacterias patógenas y demás cargas orgánicas e inorgánicas, impactando negativamente sobre la flora y fauna que habita la zona centro y norte de la bahía (IMARPE y CPPS, 2010).

La calidad acuática por playas de la bahía El Ferrol, presentó por la parte norte de la bahía los registros de temperatura más altos; en tanto que, por la zona sur se registraron los valores térmicos más bajos, asociados al afloramiento costero; la distribución halina presentó en algunas estaciones concentraciones menores a 34,800 ups, influenciados principalmente por las descargas continentales y en otros casos por vertidos domésticos (Sánchez et al., 2008; Orozco et al., 1997).

Por playas, los agentes contaminantes de aceites y grasa (2,00 mg/L); los sólidos suspendidos totales (70,00 mg/L); demanda bioquímica de oxígeno (10,00 mg/L) y los coliformes termotolerantes (1000,00 NMP/100 mL) presentaron concentraciones que no sobrepasaron lo permitido por los Estándares de Calidad Ambiental para Agua, categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales. C3: Actividades marino portuarias, industriales o de saneamiento en aguas marino costeras (Minam 2017).

En la cuenca baja del río Lacramarca los registros térmicos en áreas someras (< 50,00 cm de profundidad) presentaron en la mayoría de estaciones valores mayores a 24,0 °C.

Respecto a los agentes contaminantes de sólidos suspendidos totales sobrepasaron lo permitido ($\leq$ 100,00 mg/L); los aceites y grasa no sobrepasaron (5,00 mg/L); la demanda bioquímica de oxígeno no superó lo permitido (10,00 mg/L) y los coliformes termotolerantes sobrepasaron en las estaciones RL1, RL2 y RL5 (2000,00 NMP/100 mL respecto a los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, categoría 4: Conservación del ambiente acuático. E3: Ríos: Costa y sierra (Minam 2017).

Se tiene que señalar, que el cierre del colector de aguas de uso industrial de Siderperú en abril 2013 y el funcionamiento del emisor submarino en mayo 2015 de parte de la asociación civil APROFERROL, así como la modernización en tecnología amigable con el medio ambiente por parte de la industria pesquera, han incidido de manera favorable generándose un nulo vertimiento de efluentes con restos orgánicos al ecosistema marino (el emisor con aguas tratadas descarga fuera de la bahía), lo cual redundará en el restablecimiento del equilibrio del medio acuático. Sin embargo, en la parte norte de la bahía, todavía se observa basura doméstica en gran cantidad; así mismo, el continuo vertido de aguas municipales o domésticas al medio marino, el pasivo ambiental y las faenas de petróleo, tráfico marítimo, muelles, chatas y tuberías abandonadas generan un sistema inestable en el ecosistema marino aumentando aún más los problemas de contaminación.

De las evaluaciones realizadas después del 2015, se ha evidenciado una mejoría del ecosistema marino de la bahía El Ferrol, donde la mayoría de agentes contaminantes están por debajo de lo permitido por los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, esto repercutirá en la relación recurso – ambiente, en los recursos hidrobiológicos que sustentan las diversas pesquerías y en el sustrato. También se ha encontrado por la zona sur e Isla Blanca organismos de concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) y por el área de ENAPU navajuela (*Tagelus dombeii*)

CONCLUSIONES

- Las condiciones ambientales de la bahía El Ferrol está influenciada por el pasivo ambiental de más de 50 años de vertidos orgánicos a la bahía, lo que ha afectado el sustrato marino, la calidad del agua y los recursos hidrobiológicos, sin embargo en los últimos años, se ha visto favorecida con el cierre del colector de Siderperú y el funcionamiento del sistema del emisor submarino, lo que se ve reflejado en los parámetros físicos, químicos y biológicos analizados en el mar, playas y ríos de la bahía El Ferrol los cuales presentaron en su mayoría valores por debajo de lo permitido por los ECAs.
- En el litoral costero de la bahía El Ferrol se localizaron mezcla de masas de Aguas Costeras Frías y de Aguas Subtropicales Superficiales, con influencia de las aguas del río Lacramarca, aportes antropogénicos y procesos de evaporación en zonas someras que incidieron directamente en la temperatura, oxígeno y salinidad.
- En la zona norte de la bahía se encontró gran cantidad de basura doméstica, como bolsas y botellas de plástico, sixpack, empaques de aluminio, restos de redes, cabos de nylon, organismos acuáticos en estado de descomposición, lo que constituye un foco infeccioso e incrementa los problemas de contaminación.
- Los parámetros físicos, químicos y biológicos analizados en el mar, playas y ríos de la bahía El Ferrol presentaron en su mayoría valores por debajo de lo permitido por los ECAs.
- Se presentaron algunos valores de materia orgánica total mayores a 7,00 % denotando en el macrozobentos condiciones desfaunadas sin organismos en los bentos marinos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Estándares Nacionales de Calidad ambiental para Agua D.S. N° 004-2017-MINAM.

GAÑOZA F, GUZMAN M, GARCÍA V, ENRIQUEZ E, VELAZCO F. 2002. Condiciones ambientales y sedimentológicas de la bahía El Ferrol, Chimbote Junio 2002. Instituto del Mar del Perú. Vol. 35. Núm. 2. Julio - Diciembre 2020.

<https://hdl.handle.net/20.500.12958/3493>

GARCÍA V, RUBIO J, SÁNCHEZ G, SÁNCHEZ S, OROZCO R, HUERTO M, CERVANTES C. 2015. Calidad del ambiente marino y costero en la Región Ancash. Octubre-noviembre 2012. Instituto del Mar del Perú. Vol. 42. Núm. 4. Octubre – Diciembre 2015.

<https://hdl.handle.net/20.500.12958/2992>

GARCÍA V, OROZCO R, PEREA M. 2019. Calidad del ambiente marino y costero en la Región Ancash, 2018. Boletín. Instituto del Mar del Perú. Vol. 34. Núm. 2. Julio – Diciembre 2019.

<https://hdl.handle.net/20.500.12958/3395>

GARCÍA V, OROZCO R, PEREA A, FLORES G. 2025. Caracterización ambiental de la bahía El Ferrol, Chimbote, Áncash, Perú, 2012 – 2019. Instituto del Mar del Perú. Vol. 52. Núm. 1. Enero – Marzo 2025.

<https://hdl.handle.net/20.500.12958/9991>

HERRERA N, CALDERON J, ESCUDERO L, XU H, PEREA A. 2024. Prospección hidroacústica de recursos pesqueros en las bahías El Ferrol y Samanco, Chimbote. Mayo 2022. Informe. Instituto del mar del Perú. Vol. 51. N° 3. Julio – setiembre 2024.

<https://hdl.handle.net/20.500.12958/9354>

IMARPE Y CPPS 2010. Informe nacional sobre el estado del ambiente marino del Perú: Informe de Consultoría Convenio IMARPE CPPS. Callao. Diciembre 2010.

<https://www.minam.gob.pe/comuma/wp-content/uploads/sites/106/2019/04/Calidad-Marina-IMARPE.pdf>

JACINTO M, GUZMAN M, MORON O, SANCHEZ S, CORDOVA J. 1997. Evaluación de la calidad del medio marino en la bahía de Ferrol, Chimbote. Octubre 1995. Inf. Prog. Inst. Mar Perú. 49. Enero 1997.



<https://hdl.handle.net/20.500.12958/1389>

JACINTO M, CHAVÉZ J, MORON O, SANCHEZ S, CORDOVA J. 1997. Evaluación de la calidad del medio marino en la bahía de Ferrol, Chimbote. Abril 1996. Inf. Prog. Inst. Mar Perú. 69. Noviembre 1997.

<https://hdl.handle.net/20.500.12958/1318>

NIXON S. y FULWEILER R. 2009. Nutrients pollution, eutrophication and the degradation of coastal marine ecosystems: Global loss of coastal habitats rates, causes and consequences.

https://www.biophilia-fbbva.es/wp-content/uploads/2017/05/dat/01%20Nixon&Fulweiler_Separata.pdf

OROZCO R, CASTILLO S, ENRIQUEZ E, FERNANDEZ E, MORON O, CORDOVA J. 1997. Evaluación de la contaminación y calidad microbiológica del agua de mar en las bahías de Ferrol y Samanco, Chimbote. Febrero 1996. Inf. Prog. Inst. Mar Perú. 56.

<https://hdl.handle.net/20.500.12958/1448>

SANCHEZ. G; E. ENRIQUEZ Y V. GARCÍA. 2008. Evaluación ambiental en zonas marino costeras del Perú. 2002, 2003 y 2004. Bahías El Ferrol y Coishco, Chimbote, Perú: Evaluación ambiental en abril y julio 2002. Instituto del Mar del Perú. Vol. 35. Núm. 1. Enero-Marzo 2008.

<https://hdl.handle.net/20.500.12958/1846>

STRICKLAND J. And T. PARSON. 1972. Practical Handbook of Seawater Analysis. Fisheries Board of Canada Ottawa. Bulletin 167. https://epic.awi.de/id/eprint/39262/1/Strickland-Parsons_1972.pdf

TRESIERRA A, GARCÍA V, HUERTO M, BERRÚ P, REYES D, CERVANTES C. 2007. Bahía El Ferrol, Chimbote, Perú: Una visión integral de sus recursos vivos y su ambiente. 2001-2005. Informe. Vol. 34 Núm. 1. Inst. Mar Perú. 35-42. <https://hdl.handle.net/20.500.12958/2322>.



Anexo 1. Parámetros físicos, químicos y biológicos en evaluación de la calidad del ambiente marino y costero. Bahía El Ferrol. Diciembre 2024.

Estación N°	Posición		Profundidad (m)	Nivel (m)	Temperatura (°C)	Salinidad (ups)	Corrientes		Transparencia (m)	pH	Oxígeno (mg/L)	SST* (mg/L)	Aceites y Grasas (mg/L)	Fosfatos (µM)	Silicatos (µM)	Nitratos (µM)	Nitritos (µM)	Clorofila "a" (µg/L)	Feopigmentos (µg/L)	MOT (%)	DBO ₅ (mg/L)	COLIFORMES TOTALES (NMP/100 mL)	COLIFORMES TERMOTOLERANTES (NMP/100 mL)
	Latitud	Longitud					Velocidad (cm/s)	Dirección (°)															
MAR BAHÍA EL FERROL																							
1	9° 04' 54,9"	78° 37' 12,0"	11,0	0	19,6	34,887	11,38	119	1,2	8,22	9,68	35,00	0,20	2,64	43,81	3,03	0,41	11,77	0,54		7,34	1,80	1,80
				5	18,4	34,919	10,58	115			7,28			3,44	8,67	1,39	1,83						
				10	17,8	34,970	32,16	171		8,14	4,28	35,00		3,63	14,57	2,19	1,91	6,99	5,73	7,39			
2	9° 05' 18,5"	78° 35' 36,7"	8,0	0	19,6	34,878	3,47	146	0,9	8,45	12,16	41,00	0,20	2,68	3,04	0,42	1,68	8,45	11,69		5,62	1,80	1,80
				7	18,3	34,945	27,10	175		8,38	6,29	39,50		3,49	9,66	0,50	4,08	10,74	12,76	1,41			
3	9° 05' 53,4"	78° 34' 44,4"	7,0	0	17,8	34,954	9,50	327	1,0	7,86	5,88	44,00	0,20	3,58	15,65	0,71	7,43	9,18	10,50		2,2	1,80	1,80
				6	17,4	34,952	31,58	152		7,86	5,24	42,50		3,49	15,47	3,77	4,59	11,70	10,16	7,78			
4	9° 06' 48,4"	78° 34' 07,2"	7,0	0	17,2	34,912	5,96	166	1,5	7,81	5,47	39,00	0,20	3,77	19,31	5,37	4,83	4,86	5,65		2,04	1,80	1,80
				6	16,9	34,678	23,73	173		7,80	4,72	43,50		3,77	17,25	4,21	4,83	7,02	8,46	12,3			
5	9° 06' 09,2"	78° 36' 13,4"	11,0	0	18,6	34,918	7,22	150	1,2	8,12	10,75	37,50	0,20	2,97	5,63	2,75	1,87	8,53	14,68		1,63	1,80	1,80
				5	17,2	34,044	40,97	192			5,49			4,14	11,00	2,38	4,14						
				10	15,1	35,006	23,87	176		7,98	1,06	42,50		4,19	28,25	3,81	7,43	8,81	3,83	5,96			
6	9° 07' 46,7"	78° 35' 15,4"	10,0	0	18,2	34,956	7,94	231	1,9	7,89	7,92	51,50	0,30	3,20	6,97	4,41	3,15	6,14	7,58		1,87	1,80	1,80
				5	17,5	35,013	32,32	185			5,60			3,72	9,74	2,93	4,53						
				9	16,4	35,082	31,22	174		7,91	2,72	45,00		4,33	19,40	3,25	5,95	11,65	0,86	12,19			
7	9° 07' 12,5"	78° 36' 49,7"	24,0	0	17,4	35,022	10,03	135	2,0	7,95	8,03	35,00	0,20	3,34	8,22	2,21	3,61	13,56	1,20		2,85	1,80	1,80
				5	17,1	34,978	48,69	201			8,18			2,87	8,40	7,59	3,43						
				23	15,0	35,037	16,42	185		7,93	0,67	21,50		3,86	30,75	1,67	7,75	2,52	8,45	4,33			
8	9° 08' 20,3"	78° 36' 50,6"	24,0	0	17,5	35,052	5,75	121	1,8	7,92	6,88	47,00	0,30	3,16	10,01	3,70	4,02	10,01	10,81		3,42	1,80	1,80
				5	17,1	35,034	50,41	196			6,53			3,67	12,78	2,22	4,32						
				23	15,3	35,006	37,57	190		7,94	0,66	39,50		4,14	33,17	2,12	8,12	2,59	8,98	12,76			
9	9° 08' 51,9"	78° 35' 43,9"	13,0	0	19,3	34,936	5,92	142	2,2	7,98	9,03	39,00	0,20	2,87	5,81	2,84	1,68	2,14	2,16		1,87	1,80	1,80
				5	16,7	34,977	32,32	225			4,83			3,82	16,45	1,78	5,66						
				12	15,2	35,008	21,13	229		7,81	1,69	31,00		4,24	31,56	3,05	7,57	1,74	5,80	9,72			
10	9° 08' 25,6"	78° 34' 59,3"	8,5	0	17,0	34,981	6,78	2	2,1	7,85	6,64	51,50	0,20	3,16	9,21	4,87	3,82	5,81	8,15		5,3	1,80	1,80
				8	16,5	35,002	38,78	189		7,87	5,33	50,00		3,63	17,79	4,12	4,87	3,32	4,31	5,6			
					18,2	34,949	7,40	154		...	8,24	40,50	0,22	3,14	12,77	3,03	3,25	8,05	7,30	...	3,41	1,80	1,80
					17,0	34,878	3,47	2		7,81	5,47	31,00	0,20	2,64	3,04	0,42	0,41	2,14	...	...	1,63	1,80	1,80
					19,6	35,052	11,38	327		8,45	12,16	51,50	0,30	3,77	43,81	5,37	7,43	13,56	14,68	...	7,34	1,80	1,80
					17,3	34,827	35,88	185		...	6,32	...	...	3,61	11,17	3,05	3,99	...	...	...	...	...	...
					16,7	34,044	10,58	115		...	4,83	...	...	2,87	8,40	1,39	1,83	...	...	...	...	...	...
					18,4	35,034	50,41	225		...	8,18	...	...	4,14	16,45	7,59	5,66	...	...	...	...	...	...
			12,4		16,4	34,968	28,36	181	1,6	...	3,27	39,00	...	3,88	21,79	2,87	5,71	6,71	6,93	7,94	...	...	...
			7,0		15,0	34,678	16,42	152	0,9	7,80	0,66	21,50	...	3,49	9,66	0,50	1,91	1,91	0,86	1,41	...	...	...
			24,0		18,3	35,082	38,78	229	2,2	8,38	6,29	50,00	...	4,33	33,17	4,21	8,12	8,12	12,76	12,76	...	...	...
PLAYAS BAHÍA EL FERROL																							
A	9° 04' 26,8"	78° 36' 44,1"	0	0	19,9	34,760	...	...	...	8,58	7,33	29,00	0,30	1,27	10,28	2,63	0,18	1,76	3,70	1,54	3,26	1,80	1,80
B	9° 04' 39,2"	78° 35' 42,9"	0	0	18,9	34,833	...	...	...	8,24	6,67	38,00	0,30	4,43	7,97	2,99	0,47	4,20	16,40		4,24	540,00	7,80
C	9° 04' 45,3"	78° 36' 01,5"	0	0	19,4	34,938	...	...	...	9,12	9,30	35,00	0,60	4,05	5,10	2,99	0,47	8,30	13,19		4,40	1,80	1,80
D	9° 05' 35,2"	78° 34' 34,7"	0	0	18,4	34,624	...	...	...	8,78	8,63	42,50	0,30	7,30	8,94	3,32	0,63	11,44	23,39	1,14	3,75	4,00	2,00
E	9° 06' 11,5"	78° 34' 06,7"	0	0	18,7	34,614	...	...	...	8,14	5,74	38,00	0,80	5,84	7,33	4,28	1,20	6,46	21,26		4,08	4,50	1,80
F	9° 06' 30,9"	78° 33' 57,3"	0	0	18,2	35,053	...	...	...	8,48	7,29	40,00	0,30	5,60	6,08	5,03	0,53	16,79	15,90	0,54	4,56	2,00	2,00
G	9° 07' 03,5"	78° 33' 46,1"	0	0	18,5	34,774	...	...	...	8,05	5,36	40,50	0,70	8,34	25,03	6,74	1,16	1,85	29,60	1,15	6,03	1,80	1,80
H	9° 09' 07,1"	78° 33' 37,7"	0	0	18,2	34,907	...	...	...	8,32	6,88	35,50	0,60	5,13	37,10	15,77	2,92	0,40	1,72	1,36	3,91	1,80	1,80
I	9° 10' 15,6"	78° 34' 23,7"	0	0	17,8	35,057	...	...	...	8,01	4,44	65,50	0,40	11,40	41,66	124,13	3,69	2,26	11,43	0,89	5,22	350,00	6,80
				Promedio	18,7	34,840	...	...	...	...	6,85	40,44	0,48	5,93	16,61	18,65	1,25	5,94	15,18	1,10	4,38	100,86	3,07
				Mínimo	17,8	34,614	...	...	...	...	8,01	4,44	29,00	0,30	1,27	5,10	2,63	0,18	0,40	1,72	0,54	3,26	1,80
				Máximo	19,9	35,057	...	...	...	...	9,12	9,30	65,50	0,80	11,40	41,66	124,13	3,69	16,79	29,60	1,54	6,03	540,00
RÍO LACRAMARCA																							
RL1	9° 07' 41,1"	78° 33' 31,0"	0	0	24,6	...	...	...	...	8,74	8,13	357,50	0,40	7,02	85,73	124,18	1,95	0,68	0,67	2,14	3,91	22000,00	3300,00
RL2	9° 06' 32,0"	78° 32' 52,2"	0	0	26,8	...	...	...	...	8,42	7,88	287,50	0,30	5,70	96,91	148,87	1,73	0,38	0,32	2,49	2,93	54000,00	54000,00
RL3	9° 04' 21,7"	78° 33' 15,5"	0	0	28,1	...	...	...	...	8,39	7,77	117,00	0,40	2,50	150,82	133,63	0,87	0,88	0,45	0,58	2,69	1600,00	240,00
RL4	9° 03' 04,4"	78° 33' 01,7"	0	0	27,5	...	...	...	...	8,65	8,11	175,00	0,40	3,06	113,72	127,17	0,91	0,60	0,41	2,65	2,93	5400,00	260,00
RL5	9° 01' 56,6"	78° 32' 59,9"	0	0	26,5	...	...	...	...	8,81	8,69	584,00	0,30	9,75	157,08	127,34	2,98	0,28	0,21	0,11	2,77	16000,00	9400,00
				Promedio	22,6	...	...	...	...	...	8,12	304,20	0,36	5,61	120,85	132,24	1,69	0,56	0,41	1,59	3,05	19800,00	13440,00
				Mínimo	17,8	...	...	...	...	8,39	7,77	117,00	0,30	2,50	85,73	124,18	0,87	0,28	0,21	0,11	2,6		



Anexo 2. Volumen e indicadores de fitoplancton en evaluación de la calidad del ambiente marino y costero. Bahía El Ferrol. Diciembre 2024.

Estación	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
TSM (°C)	19,6	19,6	17,8	17,2	18,6	18,2	17,4	17,5	19,3	17,0
Volumen (mL/m ³)	1,418	4,014	2,233	1,962	2,067	3,048	3,591	2,279	1,524	3,214
Velocidad embarcación	3 nudos	3 nudos	3 nudos	3 nudos	3 nudos	3 nudos	3 nudos	3 nudos	3 nudos	3 nudos
Predominancia (%)	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95
DIATOMEAS										
<i>Actinocyclus sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Asterionellopsis glacialis</i>	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
<i>Chaetoceros affinis</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Chaetoceros curvisetus</i>	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0
<i>Chaetoceros debilis</i>	3	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Chaetoceros eibonii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Coscinodiscus concinus</i>	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
<i>Coscinodiscus granii</i>	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0
<i>Coscinodiscus perforatus</i>	1	1	2	1	1	2	2	2	2	2
<i>Coscinodiscus wailesii</i>	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Cylindrotheca closterium</i>	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0
<i>Ditylum brightwellii</i>	0	0	1	1	0	1	1	0	0	1
<i>Entomoneis alata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Eucampia zoodiacus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gyrosigma sp.</i>	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1
<i>Lauderia annulata</i>	1	3	4	2	3	3	3	3	3	1
<i>Lithodesmium undulatum</i>	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1
<i>Odontella aurita</i>	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
<i>G. Pseudo-nitzschia seriata</i>	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Skeletonema costatum</i>	2	2	3	3	4	4	4	4	4	3
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
<i>Thalassiosira anguste-lineata</i>	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1
<i>Thalassiosira angulata</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Thalassiosira subtilis</i>	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0
DINOFLAGELADOS										
<i>Ceratium dens</i>	2	1	1	1	3	1	2	2	1	1
<i>Ceratium furca</i>	1	1	1	1	2	1	3	1	2	1
<i>Dinophysis acuminata</i>	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Dinophysis caudata</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Diplopelta asymmetricum</i>	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0
<i>Diplopelta steinii</i>	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0
<i>Diplopeltopsis minor</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
<i>Prorocentrum cordatum</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Prorocentrum micans</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Protoperidinium bispinum</i>	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1
<i>Protoperidinium conicum</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Protoperidinium claudicans</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Protoperidinium depressum</i>	3	0	0	1	0	1	0	1	1	0
<i>Protoperidinium excentricum</i>	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0
<i>Protoperidinium obtusum</i>	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1
<i>Protoperidinium oblongum</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
<i>Protoperidinium pellucidum</i>	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1

Leyenda:

0	0 Ausente
1 (1 - 3 cel/c)	Presente
2 (4 - 10 cel/c)	Escaso
3 (11 - 20 cel/c)	Abundante
4 (> 20 cel/c)	Muy abundante
cel/c	células/campo

