

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.

ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), septiembre-octubre 2025,

Volumen 9, Número 5.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i5

CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL DE LA BAHÍA DE SAMANCO, ÁNCASH, PERÚ, DICIEMBRE 2024

**ENVIRONMENTAL CHARACTERIZATION OF
SAMANCO BAY, ÁNCASH, PERÚ, DECEMBER 2024**

Víctor Manuel García Nolazco

Instituto del Mar del Perú

Jeidy Beatriz Cárdenas Toribio

Instituto del Mar del Perú

Luis Fernando Torres Cabrera

Universidad Nacional Del Santa, Perú

Caracterización Ambiental de la Bahía de Samanco, Áncash, Perú, Diciembre 2024

Víctor Manuel García Nolazco¹

vgarcia@imarpe.gob.pe

<https://orcid.org/0000-0002-6528-0037>

Instituto del Mar del Perú

Perú

Jeidy Beatriz Cárdenas Toribio

jcardenas@imarpe.gob.pe

<https://orcid.org/0009-0004-4851-9124>

Instituto del Mar del Perú

Perú

Luis Fernando Torres Cabrera

ltorres@uns.edu.pe

<https://orcid.org/0000-0003-4662-5412>

Universidad Nacional Del Santa

Perú

RESUMEN

En la bahía de Samanco se desarrolla la actividad pesquera industrial, artesanal, acuícola y otras que vierten sus desechos a la bahía hasta antes del 2011 la industria pesquera dedicada a la producción de harina y aceite de pescado, vertía sus aguas residuales directamente a la bahía, luego del 2011 empezó a funcionar sus emisores submarinos descargando sus aguas residuales fuera de la bahía. El objetivo del estudio es evaluar la calidad del ambiente marino y los efectos de la contaminación. La evaluación ambiental se realizó en diciembre del 2024, el muestreo se realizó en el litoral costero de la bahía, por mar, playas y río Samanco. Se encontraron valores termo-halinos propios de Aguas Costeras Frías (ACF) y Aguas Subtropicales Superficiales (ASS) con influencias producidas por los vertidos antropogénicos, descarga continental y variación local como el proceso de evaporación en áreas someras. El oxígeno disuelto superficial presentó en algunas zonas concentraciones mayores a 8,00 mg/L asociadas a la marea roja con valores de pH mayores a 8,50 unidades; en tanto que, en el fondo marino se encontraron valores hipóxicos. Por mar los sólidos suspendidos totales (60,00 mg/L); los 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 por debajo de lo permitido por los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua. Categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales. Subcategoría C2: Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas en aguas marino costeras

Palabras clave: calidad ambiental, nutrientes, materia orgánica total

¹ Autor principal

Correspondencia: vgarcia@imarpe.gob.pe

Environmental Characterization of Samanco bay, Áncash, Perú, December 2024

ABSTRACT

In Samanco Bay, industrial, artisanal, aquaculture and other fishing activities take place, which discharge their waste into the bay. Before 2011, the fishing industry dedicated to the production of fishmeal and fish oil discharged its wastewater directly into the bay. After 2011, its submarine outfalls began operating, discharging its wastewater outside the bay. The objective of the study is to assess the quality of the marine environment and the effects of pollution. The environmental assessment was carried out in December 2024, the sampling was carried out on the coastal shoreline of the bay, by sea, beaches and Samanco River. Thermo-haline values typical of Cold Coastal Waters (CCW) and Subtropical Surface Waters (SSW) were found with influences produced by anthropogenic discharges, continental discharge and local variation such as the evaporation process in shallow areas. Surface dissolved oxygen showed concentrations greater than 8.00 mg/L in some areas associated with red tide with pH values greater than 8.50 units; while hypoxic values were found on the seabed. In marine waters, total suspended solids (60.00 mg/L), oils and grease (1.00 mg/L), biochemical oxygen demand (10.00 mg/L), and thermotolerant coliforms (≤ 30.00 NMP/100 mL) were below the levels permitted by the National Environmental Quality Standards for Water. Category 2: Extraction, cultivation, and other marine, coastal, and inland activities. Subcategory C2: Extraction and cultivation of other hydrobiological species in marine, coastal waters

Keywords: environmental quality, nutrients, total organic matter

Artículo recibido 15 setiembre 2025

Aceptado para publicación: 25 octubre 2025



INTRODUCCION

En la bahía de Samanco, gran parte de la población económicamente activa se dedica a la actividad industrial pesquera dedicada a la producción de harina y aceite de pescado, a la pesquería artesanal dedicada a la captura y extracción de los recursos hidrobiológicos costeros y a la actividad acuícola con la siembra y cosecha de la concha de abanico (*Argopecten purpuratus*), estas actividades están produciendo cambios y variaciones significativas en las características hidroquímicas del ecosistema marino de la bahía presentando materia orgánica producidas por dichas actividades; desde el 2011 la industria pesquera a través de sus emisores submarinos vierten sus aguas industriales tratadas fuera de la bahía.

Vásquez et al. (2000) y García et al. (2015) demostraron que el ecosistema marino de Samanco por ser una bahía semicerrada no permite una rápida depuración de sus masas de agua, así también el sistema rocoso no permite una acción relevante de los vientos sobre el ecosistema marino. La materia orgánica total (MOT) hasta el 2010 fue producto principalmente de la producción de la industria pesquera, actualmente proviene de la actividad acuícola. Tresierra et al. (2007) mencionan que el MOT también se genera en la columna de agua por la productividad biológica; que por procesos de transporte y sedimentación van incorporándose al fondo marino y se incrementa con los restos de organismos bentónicos.

Los procesos oceanográficos son afectados y alterados por la construcción de muelles e instalación de chatas que se oponen a la circulación normal de las corrientes marinas; el ecosistema marino costero de la bahía de Samanco presenta signos de contaminación por efectos de la maricultura, pero aún es una bahía de aceptable calidad, donde la salud del ecosistema marino no ha sido mayormente impactada (García et al., 2013). La capacidad de asimilación del ecosistema marino de Samanco todavía es aceptable, dado que por más de 30 años se han vertido residuos orgánicos pesqueros porque ninguna de las 2 plantas pesqueras tenía su emisor submarino para que evacuen sus aguas residuales industriales tratadas fuera de la bahía y no sean vertidas directamente a la bahía (García et al., 2025).



El presente trabajo tiene por objetivo obtener información sistemática sobre el estado de afectación ambiental del litoral marino costero de la Región Ancash y evaluar los efectos de la contaminación sobre el ecosistema marino.

MATERIALES Y METODOS

Las determinaciones físico-químicas, microbiológicas se basaron en los siguientes métodos:

- Método titulométrico de WINKLER modificado por 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, para la determinación del pH.
- Método gravimétrico de la USEPA, 1986 para la determinación de sólidos suspendidos totales.
- Método gravimétrico para la determinación de aceites y grasas (Environment Water Resources Service 1976).
- Método de inducción usando el Portasal Guildline 8410A, para la determinación de salinidad.
- Método de la International Standard Organization 5815, (1983) para la determinación de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5).
- Método de tubos múltiples (Número Más Probable) según el Standard Methods for Examination of Water and Waste water (Apha 1995).
- La temperatura superficial se registró con un termómetro de mercurio de balde y la de fondo con un termómetro de inversión kahlsico.
- Los análisis geoquímicos de materia orgánica total se determinaron según Dean (1974).
- 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, empleándose la siguiente fórmula:

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

Donde:

V = volumen de plancton



Vc = 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/m^3). Las muestras fueron analizadas semicuantitativamente considerando la proporción de los principales grupos del plancton, así como de las especies más abundantes, otorgándoles valores convencionales según metodología estandarizada del Área, tal como sigue: Ausente: 0; Presente: 1; Escaso: 2; Abundante: y Muy abundante: 4

Para la determinación de los diferentes organismos se consultaron los trabajos de Husted (1930), Schiller (1937), Cupp (1943), Hendey (1964), Sournia (1967), Balech (1988), Hasle Y Syvertsen (1996) Y Steidinger & Tangen (1996).

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:

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

Donde:

B es la biomasa del macrozobentos

MO es la materia orgánica del sedimento

RESULTADOS

Topografía

Morfometría

La bahía de Samanco presenta forma de media luna, los acantilados y las rocas protegen la línea de costa de las corrientes marinas; esta bahía presenta características propias; como son, zonas someras de menor profundidad propicias para la evaporación con una dinámica costera y condiciones oceanográficas ligeramente por encima de lo normal; principalmente en el comportamiento termohalino. Se presentan las estaciones de muestreo (Figura 1).



Figura 1 Estaciones de muestreo del Monitoreo del Ambiente Marino Costero en la bahía de Samanco durante diciembre 2024



Batimetría

La distribución batimétrica presentó por la zona costera y muy cerca del borde costero las isobatas menores a 10,0 m de profundidad; mientras que, por la zona central se registraron profundidades de 10,0 a 20,0 m de profundidad; en tanto que, por inmediaciones de la boca principal se encontró a las isobatas mayores a 30,0 m de profundidad (Figura 2 y anexo 1).

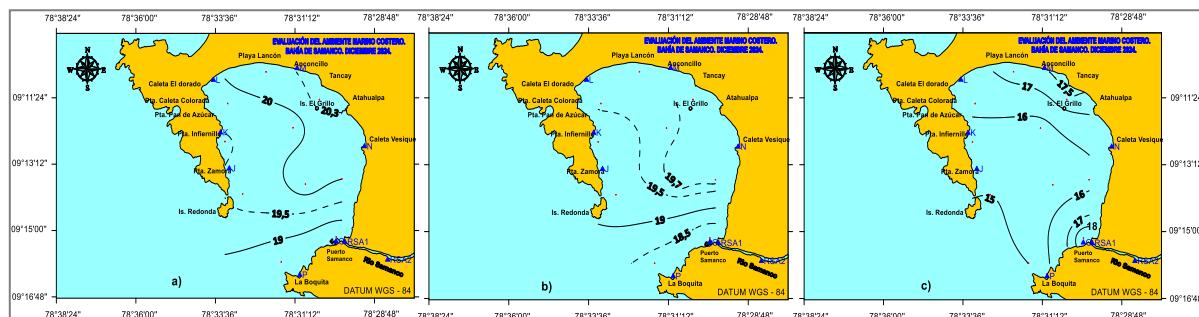
Figura 2. Distribución batimétrica de la bahía de Samanco



Temperatura (°C)

A nivel superficial la temperatura registró 18,5 a 20,4 °C con un promedio de 19,7 °C, a los 5 m de profundidad los valores térmicos fueron de 18,0 a 19,8 °C con un promedio de 19,2 °C y en el fondo la temperatura varió de 15,0 a 18,0 °C con un promedio de 16,1 °C (Anexo 1). En estos niveles la distribución térmica incrementa su temperatura desde el frente oceánico central hacia el interior de la bahía (Figura 3).

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



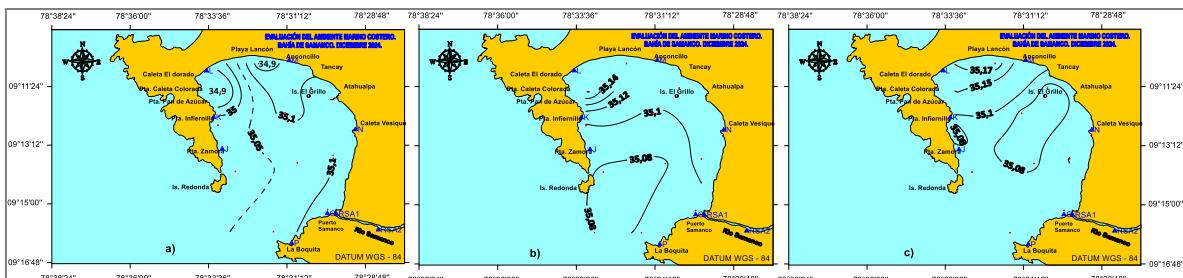
Salinidad

La salinidad superficial varió de 34,861 a 35,173 con un promedio de 35,066 (Anexo 1). Las concentraciones más bajas se encontraron entre punta Infiernillo a Anconcillo y las más altas de La Boquita a Tancay (Figura 4a).

A los 5 m de profundidad la salinidad fue de 35,080 a 35,151 ups con un promedio de 35,098 ups. En este nivel la distribución hialina incrementa su concentración desde la zona sur hacia la parte norte de la bahía (Figura 4b).

En el fondo la salinidad varió de 35,074 a 35,183 con un promedio de 35,102. La distribución halina presentó las concentraciones más bajas por la zona central de la bahía y las más altas por 1 aparte norte (Figura 4c).

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



Circulación marina (cm/s)

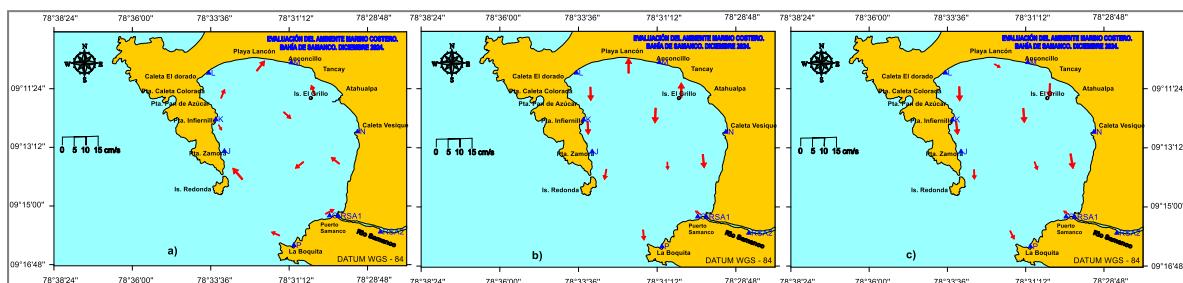
La velocidad y dirección superficial presentó intensidades de flujo de 4,79 a 13,20 cm/s con un promedio de 8,87 cm/s (Anexo 1).

Las masas de agua en su desplazamiento del frente oceánico se dirigen hacia el interior de la bahía siguiendo la línea de costa y luego de impactar con el borde costero se dirigen hacia la zona central para salir por la bocana principal (Figura 5a)

A los 5 m de profundidad las velocidades variaron de 16,50 a 51,34 cm/s con un promedio de 37,24 cm/s y en el fondo las intensidades de flujo de la velocidad fueron de 10,38 a 47,20 cm/s con un promedio de 31,07 cm/s.

En ambos niveles evaluados las masas de agua luego de impactar con el borde costero se dirigen hacia el centro de la bahía para luego abandonar por la zona sur siguiendo la línea de costa (Figuras 5b y 5c).

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



Transparencia (m)

La penetración de la luz en el agua de mar medida como transparencia fue de 1,8 a 2,9 m con un promedio de 2,3 m de profundidad (Anexo 1). Las mejores visibilidades se registraron por la zona sur de la bahía cerca del área La Boquita y zona oceánica; en tanto que, las visibilidades más bajas se observaron desde la zona central hacia la parte norte y muy cerca del borde costero (Figura 6).

Figura 6. Distribución de transparencia (m) en la bahía de Samanco. Diciembre 2024

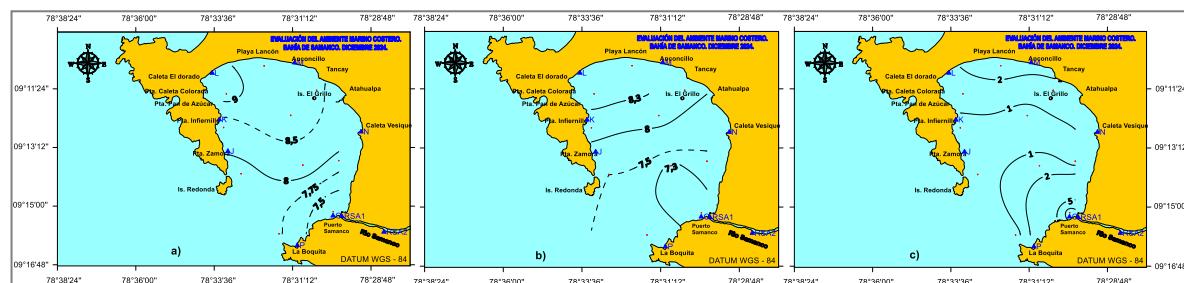


Oxígeno disuelto (mg/L)

En la superficie el oxígeno disuelto fluctuó entre 7,19 y 9,24 mg/L con un promedio de 8,24 mg/L y a los 5 m de profundidad el oxígeno fue de 7,24 a 8,39 mg/L con un promedio de 7,76 mg/L (Anexo 1). En ambos niveles la distribución de oxígeno incrementa su concentración desde la zona sur hacia la parte norte de la bahía y muy cerca del borde costero (Figuras 7a y 7b).

En el fondo el oxígeno varió de 0,53 a 6,54 mg/L con un promedio de 1,69 mg/L. La distribución en su desplazamiento desde la zona central de la bahía hacia los extremos norte y sur incrementa su concentración (Figura 7c).

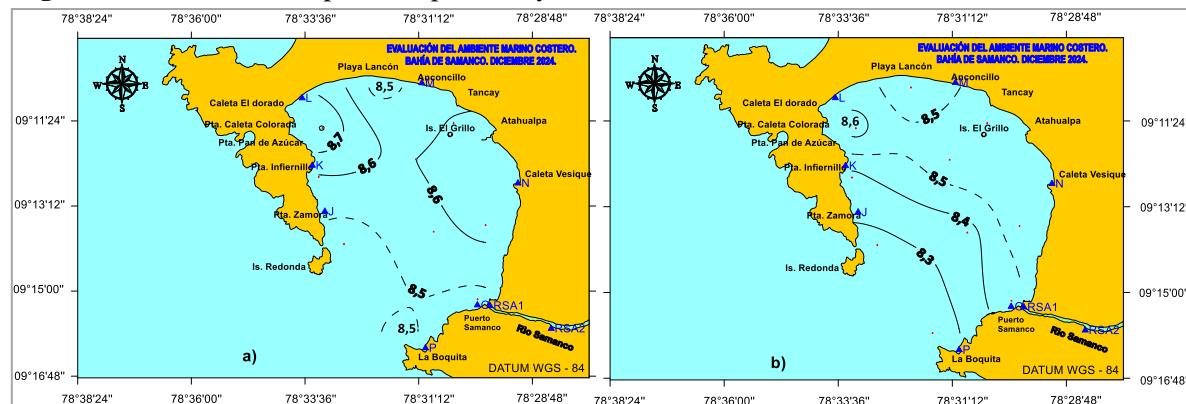
Figura 7. Distribución de oxígeno: a) superficie, b) 5 m de superficie y c) fondo. Bahía de Samanco. Diciembre 2024.



Potencial de iones hidronio (pH)

En la superficie el pH fue de 8,44 a 8,81 unidades y en el fondo el pH fluctuó entre 8,23 y 8,65 unidades (Anexo 1). En ambos niveles la distribución de pH incrementa su concentración desde el frente oceánico sur hacia el interior de la bahía (Figura 8).

Figura 8. Distribución de pH: a) superficial y b) fondo. Bahía de Samanco. Diciembre 2024



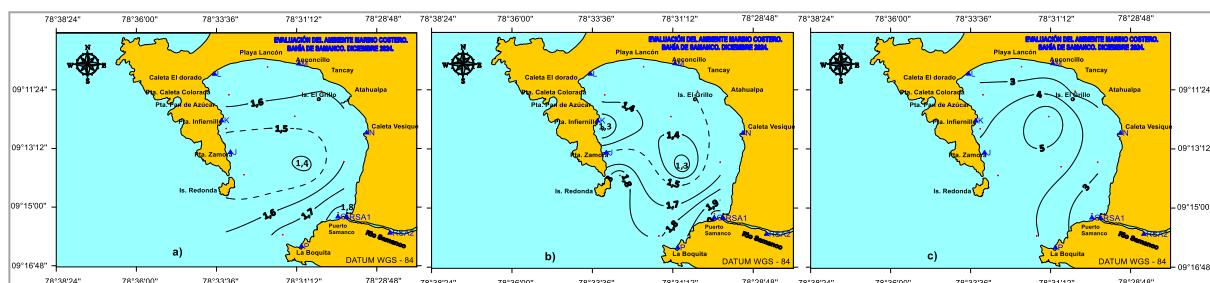
Fosfatos (μM)

Los fosfatos superficiales fueron de 1,37 a 1,84 μM con un promedio de 1,60 μM (Anexo 1). La distribución en su desplazamiento desde los extremos norte y sur hacia la zona central de la bahía disminuyen su concentración (Figura 9a).

A los 5 m de profundidad los fosfatos variaron de 1,18 a 2,03 μM con un promedio de 1,58 μM . La distribución al desplazarse desde la zona sur hacia la zona central y parte norte de la bahía disminuye su concentración (Figura 9b).

En el fondo los fosfatos fluctuaron entre 2,03 y 5,93 μM con un promedio de 3,60 μM . La distribución presentó un núcleo de 5,00 μM por la zona central que al desplazarse hacia los extremos norte y sur disminuye su concentración (Figura 9c).

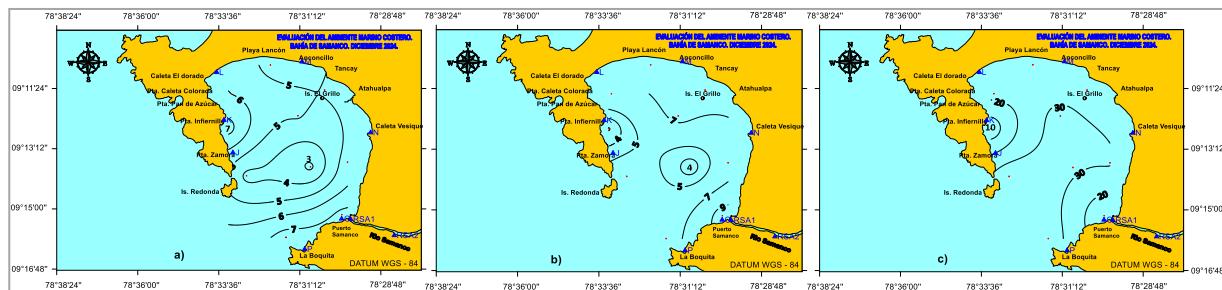
Figura 9. Distribución de fosfatos: a) superficial, b) 5 m de superficie y c) fondo. Bahía de Samanco. Diciembre 2024.



Silicatos (μM)

A nivel superficial los silicatos fluctuaron entre 2,77 y 7,51 μM con un promedio de 5,52 μM (Anexo 1). La distribución en su desplazamiento desde la zona sur y parte norte de la bahía hacia la zona central disminuyen su concentración (Figura 10a). A los 5 m de profundidad la concentración varió de 2,86 a 10,01 μM con un promedio de 6,14 μM . La distribución disminuye su concentración desde la zona sur hacia la zona central de la bahía, para luego incrementarse hacia la parte norte (Figura 10b). En el fondo fueron de 2,77 a 38,17 μM con un promedio de 25,09 μM . La distribución incrementa su concentración desde los extremos norte y sur hacia la zona central de la bahía (Figura 10c).

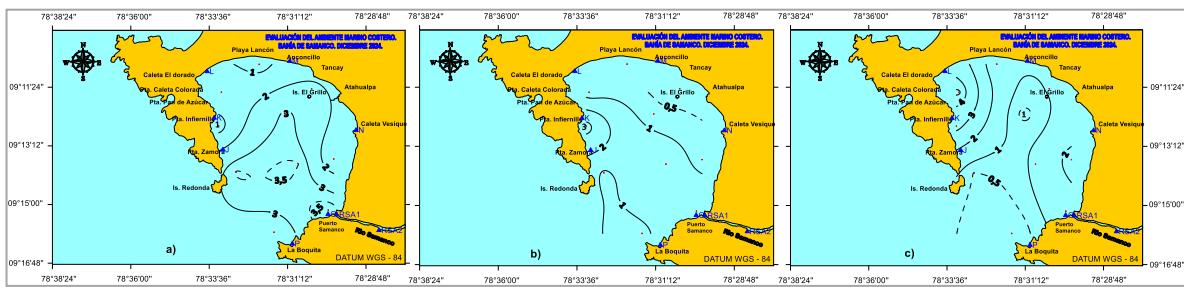
Figura 10. Distribución de silicatos: a) superficie, b) 5 m de superficie y c) fondo. Bahía de Samanco. Diciembre 2024.



Nitratos (μM)

En la superficie los nitratos variaron de 0,59 a 3,85 μM con un promedio de 2,28 μM (Anexo 1). La distribución en su desplazamiento de la zona sur hacia la parte norte disminuye su concentración (Figura 11a). A los 5 m de profundidad la concentración fue de 0,55 a 3,36 μM con un promedio de 1,29 μM . La distribución disminuye su concentración desde el frente oceánico sur hacia el interior de la bahía (Figura 11b). En el fondo los nitratos oscilaron entre 0,04 a 4,60 μM con un promedio de 1,62 μM . La distribución incrementa su concentración desde la zona sur y central hacia los extremos norte y sur de la bahía (Figura 11c).

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

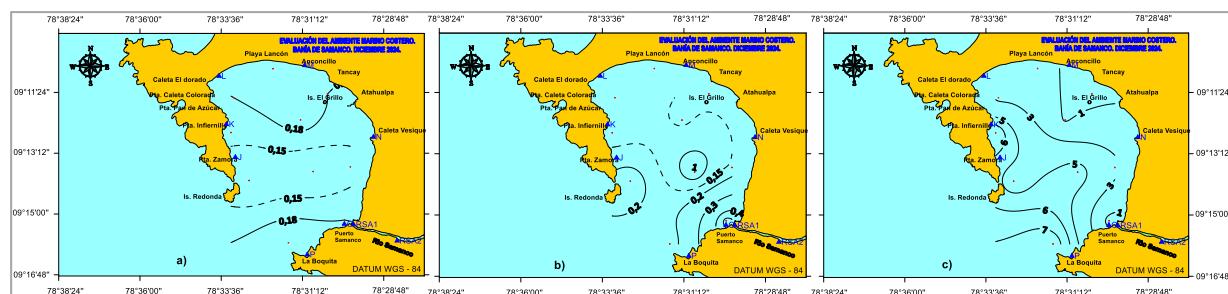


Nitritos (μM)

En la superficie los nitritos fluctuaron entre 0,12 y 0,22 μM con un promedio de 0,17 μM (Anexo 1).

La distribución en su desplazamiento desde los extremos norte y sur hacia la zona central de la bahía disminuye su concentración (Figura 12a). A los 5 m de profundidad los nitritos fueron de 0,06 a 0,47 μM con un promedio de 0,19 μM . Se observó un incremento de la concentración desde la zona sur hacia la zona central de la bahía (Figura 12b). En el fondo la concentración fue de 0,47 a 7,86 μM con un promedio de 3,45 μM . La distribución en su desplazamiento del frente oceánico sur hacia el interior de la bahía disminuye su concentración (Figura 12c).

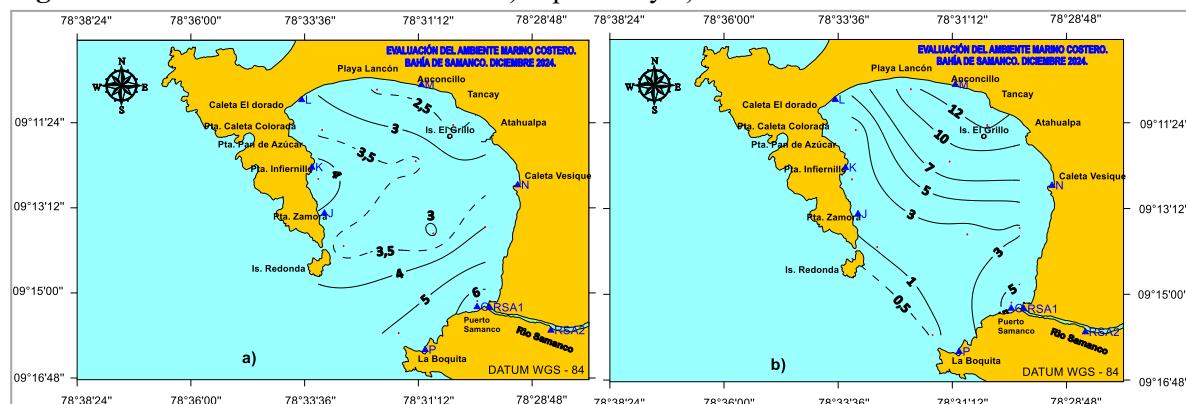
Figura 12. Distribución de nitritos: a) superficie, b) 5 m de superficie y c) fondo. Bahía de Samanco. Diciembre 2024.



Clorofila “a” ($\mu\text{g/L}$)

En la superficie la clorofila “a” fue de 2,39 a 6,47 μM con un promedio de 3,82 μM (Anexo 1). La distribución en su desplazamiento desde la zona sur hacia la parte norte de la bahía disminuye su concentración (Figura 13a). En el fondo la clorofila “a” varió de 0,55 a 12,28 μM con un promedio de 4,91 μM . En este nivel se observó que la distribución incrementa su concentración desde el frente oceánico sur hacia el interior de la bahía y muy cerca del borde costero (Figura 13b).

Figura 13. Distribución de clorofila “a”: a) superficie y b) fondo. Bahía de Samanco. Diciembre 2024

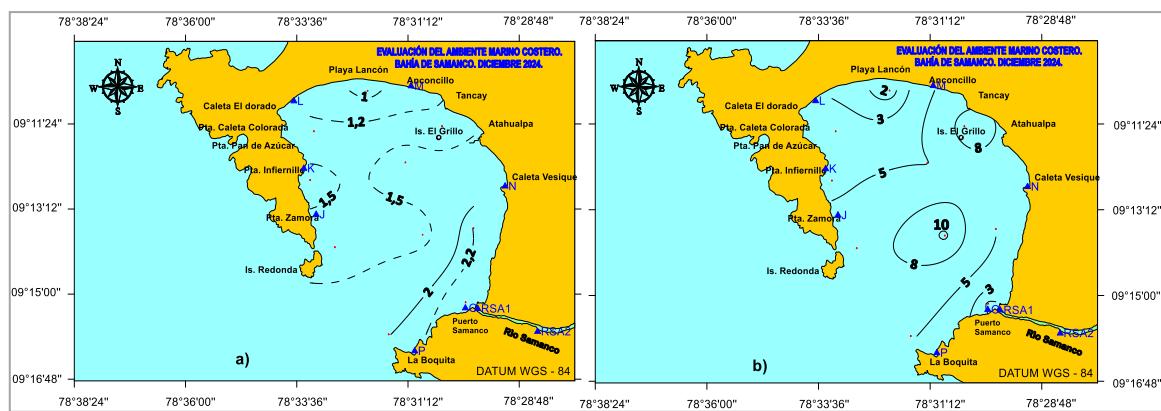


Feopigmentos ($\mu\text{g/L}$)

En la superficie los feopigmentos fluctuaron entre 0,94 a 2,47 μM con un promedio de 1,61 μM (Anexo 1). La distribución en su desplazamiento desde la zona sur hacia la parte norte de la bahía disminuye su concentración muy cerca del borde costero (Figura 14a).

En el fondo la concentración fue de 1,46 a 10,37 μM con un promedio de 5,34 μM . En este nivel la distribución presentó núcleos concéntricos en la zona central de la bahía que al desplazarse hacia los extremos norte y sur disminuyen su concentración (Figura 14b).

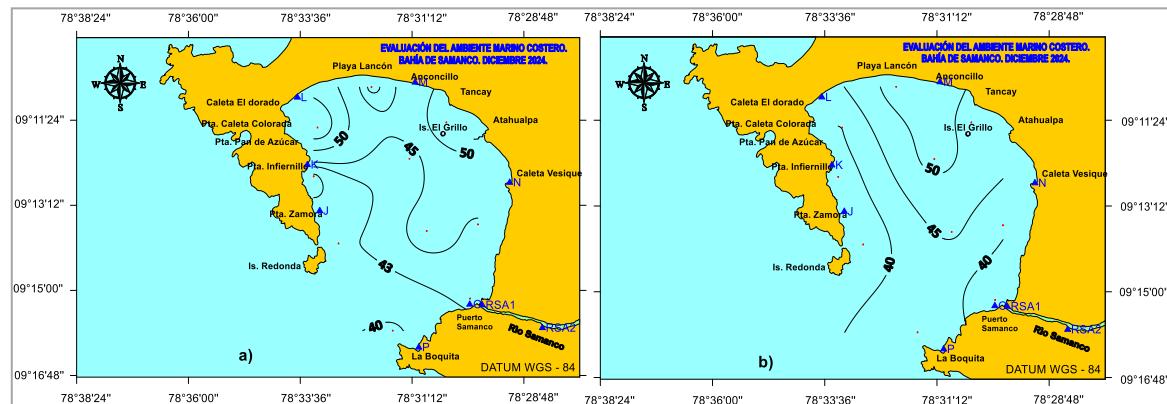
Figura 14. Distribución de feopigmentos: a) superficie y b) fondo. Bahía de Samanco. Diciembre 2024.



Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)

Los sólidos suspendidos totales superficiales variaron de 39,00 a 60,00 mg/L con un promedio de 45,50 mg/L y en el fondo las concentraciones fluctuaron entre 36,00 y 52,50 mg/L con un promedio de 43,35 mg/L (Anexo 1). En ambos niveles la distribución de sólidos incrementa su concentración en su desplazamiento de la zona sur hacia la parte norte y muy cerca del borde costero (Figura 15).

Figura 15. Distribución de sólidos suspendidos totales (mg/L). Bahía de Samanco. Diciembre 2024.



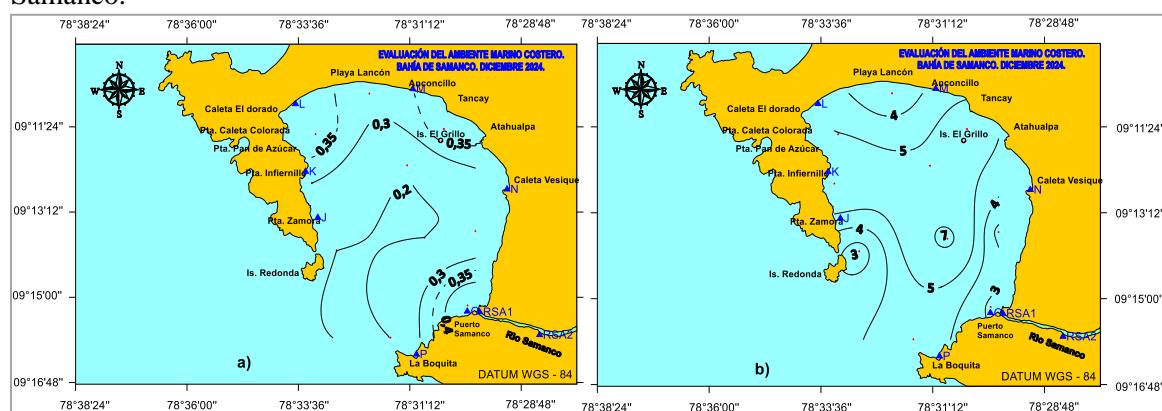
Aceites y grasa (mg/L)

Los aceites y grasa superficiales fueron de 0,20 a 0,50 mg/L con un promedio de 0,29 mg/L (Anexo 1). La distribución en su desplazamiento desde los extremos norte y sur hacia la zona central der la bahía disminuye su concentración (Figura 16a).

Demanda Bioquímica de Oxígeno - DBO₅ (mg/L)

En la superficie la demanda bioquímica de oxígeno, DBO₅ varió de 2,36 a 7,66 mg/L con un promedio de 4,61 mg/L (Anexo 1). La distribución incrementa su concentración desde los extremos norte y sur hacia la zona central de la bahía. Las concentraciones determinadas no sobrepasaron lo permitido (10,00 mg/L) por los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales. Subcategoría C2: Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas en aguas marino costeras (Figura 16b).

Figura 16. Distribución superficial: a) aceites y grasa y b) demanda bioquímica de oxígeno. Bahía de Samanco.

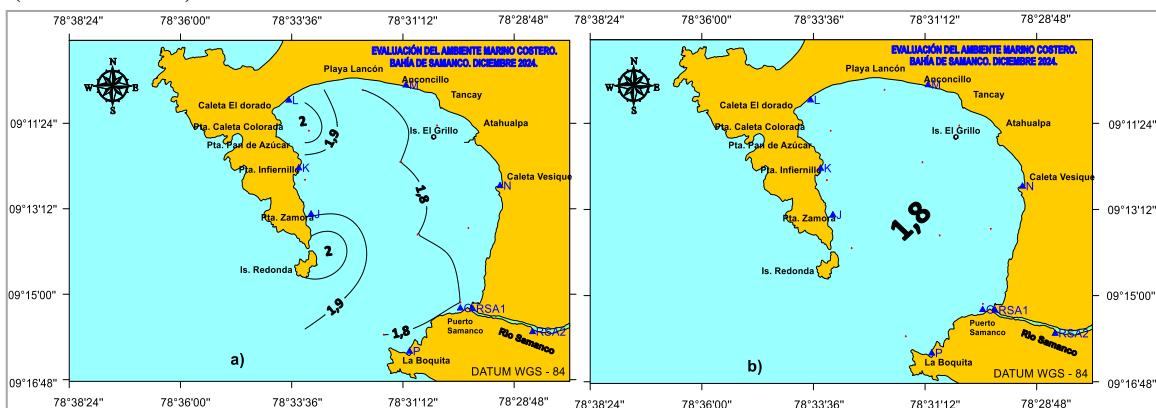


En la superficie la concentración de coliformes totales fluctuaron entre 1,80 y 2,00 NMP/100 mL (Anexo 1). La distribución presentó valores homogéneos en el área evaluada (Figura 17a).

Indicadores de contaminación microbiológica por mar en la bahía de Samanco.

A nivel superficial los coliformes termotolerantes fueron de 1,80 NMP/100 mL en toda el área evaluada (Anexo 1). Estos valores no sobrepasaron lo permitido ($\leq 30,00$ NMP/100 mL) por los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales. Subcategoría C2: Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas en aguas marino costeras (Figura 17b).

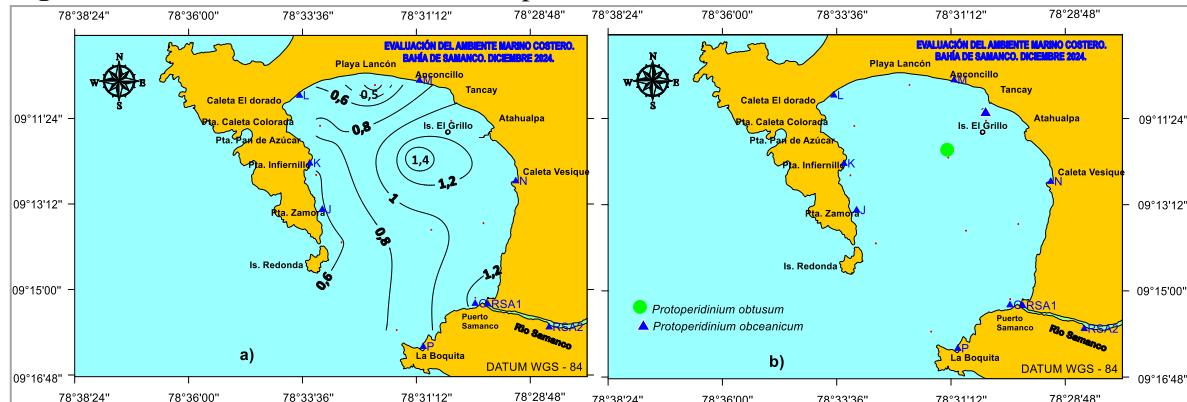
Figura 17. Distribución superficial de: a) coliformes totales y b) coliformes termotolerantes (NMP/100 mL). Bahía de Samanco. Diciembre 2024.



Identificación y características de la comunidad fitoplanctónica en la bahía de Samanco.

A nivel superficial el volumen fitoplancónico varió de 0,33 a 1,40 mL/m³ con un promedio de 0,90 mL/m³ (Anexo 2). La distribución volumétrica de fitoplancton en su desplazamiento desde el frente oceánico central incrementa su concentración al interior de la bahía próximo a la isla El Grillo (Figura 18a).

Figura 18. Distribución de volumen de fitoplancton (mL/m³). Bahía de Samanco. Diciembre 2024.



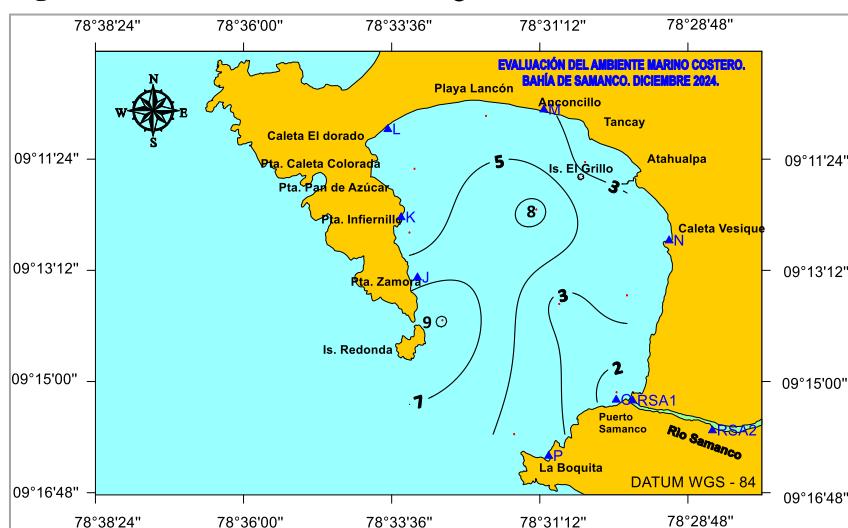
El fitoplankton fue la comunidad predominante, observándose una gran abundancia de diatomeas de afloramiento como *Chaetoceros debilis* (muy abundante), asociada en menor proporción a especies neríticas como, *Chaetoceros curvisetus*, *Ditylum brightwelli* (abundante) y *Chaetoceros affinis*, *Coscinodiscus granii*, *Coscinodiscus perforatus*, *Lithodesmium undulatum*, *Thalassionema nitzschiooides* y del Grupo *Pseudonitzschia delicatissima*, entre otras; así como a especies de fases avanzadas de la sucesión como *Tripos 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 una de las estaciones durante la evaluación de calidad marina (Figura 18b).

Análisis sedimentológicos de Materia Orgánica Total-MOT (%).

En el sedimento marino la materia orgánica total (MOT) fue de 1,48 a 9,26 % con un promedio de 4,33 % (Anexo 1). La distribución en su desplazamiento desde los extremos norte y sur hacia la zona central de la bahía incrementa su concentración. La concentración más baja fue de color gris con textura de arena fina con fango con presencia de renilla y sin olor a sulfuros; en tanto que, la concentración más alta presentó color gris ligero con textura de fango e intenso olor a sulfuros (Figura 19).

Figura 19. Distribución de materia orgánica total (%). Bahía de Samanco. Diciembre 2024.



La relación entre la materia orgánica total y el macrozoobentos, según la formula de J. Tam, se encontraron valores de: g/m².

$$E1 = 0,000 \quad E2 = 0,565 \quad E3 = 43,181 \quad E4 = 1,043 \quad E5 = 11,295$$

$$E6 = 1,322 \quad E7 = 0,004 \quad E8 = 0,004 \quad E9 = 1,862 \quad E10 = 12,537$$

En las estaciones E3, E5 y E10, se determinó la presencia de microorganismos; en tanto que, en el resto de estaciones estuvieron prácticamente desfaunadas.

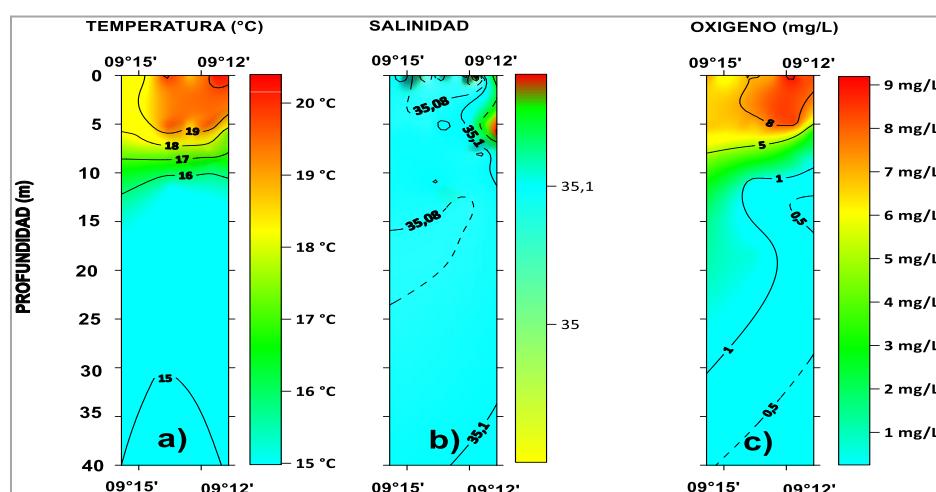
Distribución vertical de las variables físico-químicas en la bahía de Samanco (Paralela a la costa).

La temperatura en la columna de agua registró 15,0 a 20,4 °C (Anexo 1). Se observó en el estrato de 0 a 16 m de profundidad los valores más altos; en tanto que, debajo de los 30 m de profundidad se registraron valores menores a 15 °C (Figura 20a).

En la columna de agua la salinidad varió de 34,861 a 35,183 (Anexo 1). La distribución halina presentó en el estrato de 0 a 25m de profundidad las concentraciones más bajas y en el resto del área evaluada predominaron concentraciones próximas a 35,100 (Figura 20b).

El oxígeno disuelto en la columna de agua fluctuó entre 0,53 y 9,24 mg/L (Anexo 1). La distribución de oxígeno presentó en el estrato de 0 a 8 m las concentraciones más altas; en tanto que en el resto del área evaluada predominaron valores menores a 1,00 mg/L Figura 20c).

Figura 20. Distribución vertical de: a) temperatura, b) salinidad y c) oxígeno. Bahía de Samanco durante diciembre 2024.



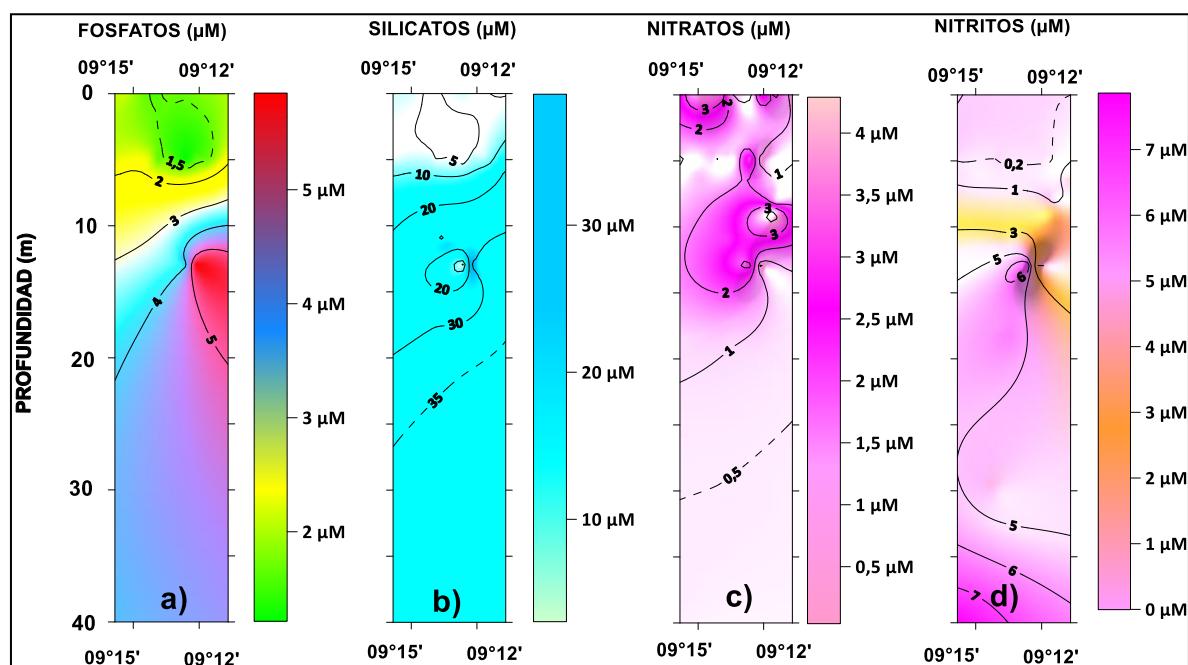
Los fosfatos en la columna de agua fluctuaron entre 1,18 y 5,93 µM (Anexo 1). La distribución presentó por la parte norte en el estrato de 10 a 20 m de profundidad las concentraciones más altas; en tanto que, en el resto del área evaluada se presentaron concentraciones menores a 4,00 µM (Figura 21a).

Los silicatos variaron de 2,77 a 38,17 µM (Anexo 1). La distribución presentó debajo de los 30 m de profundidad las concentraciones más altas; en tanto que, en el resto del área evaluada se encontraron concentraciones menores a 30,00 µM (Figura 21b).

Los nitratos en la columna de agua presentaron concentraciones de 0,04 a 4,60 µM (Anexo 1). La distribución incrementa su concentración desde el fondo marino hacia la parte superficial del área evaluada (Figura 21c).

Los nitritos en la columna de agua variaron de 0,06 a 7,86 mg/L (Anexo 1). La distribución presentó en el estrato de 0 a 8 m de profundidad las concentraciones más bajas; en tanto que, debajo de los 10 m de profundidad se encontraron las concentraciones más altas (Figura 21d).

Figura 27. Variación de la demanda bioquímica de oxígeno (mg/L) por playas. Bahía de Samanco durante diciembre 2024.



Características físico-químicas y biológicas por playas de la bahía de Samanco.

Por la línea de playa del litoral costero de la bahía de Samanco la temperatura registró 17,4 a 21,8 °C con un promedio de 20,1 °C (Anexo 9). Se observó que la distribución térmica en su desplazamiento desde los extremos norte y sur de la bahía hacia el borde costero central incrementa su valor térmico (Figura 22).

La salinidad varió de 34,907 a 35,339 con un promedio de 35,138 (Anexo 9). La distribución halina en su desplazamiento desde los extremos norte y sur hacia la zona central de la bahía incrementa su concentración por el borde costero (Figura 23).



El oxígeno disuelto fluctuó entre 3,31 y 8,08 mg/L con un promedio de 6,70 mg/L (Anexo 1). La distribución de oxígeno incrementa su concentración desde el extremo norte hacia la zona central y sur de la bahía. Las concentraciones del potencial de iones de hidrógeno, pH fueron de 8,12 a 8,84 unidades; la distribución de pH en toda el área evaluada presentó concentraciones mayores a 8,10 unidades (Figura 24).

Los sólidos suspendidos totales variaron de 21,50 a 42,00 mg/L con un promedio de 29,56 mg/L (Anexo 10). La distribución en su desplazamiento desde los extremos norte y sur de la bahía hacia la zona central incrementa su concentración (Figura 25).

Figura 22. Variación de la temperatura (°C) por playas. Bahía de Samanco durante diciembre 2024.

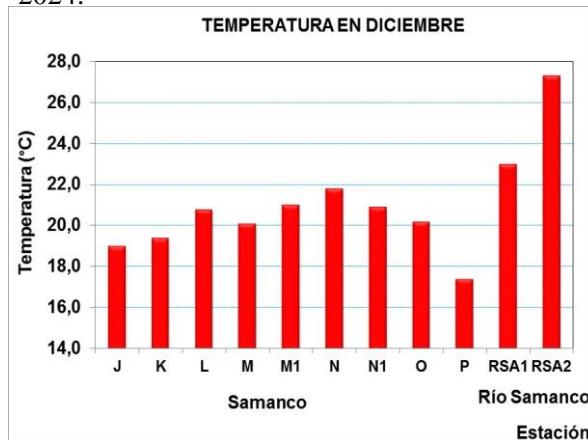


Figura 23. Variación de la salinidad por playas. Bahía de Samanco durante diciembre 2024.

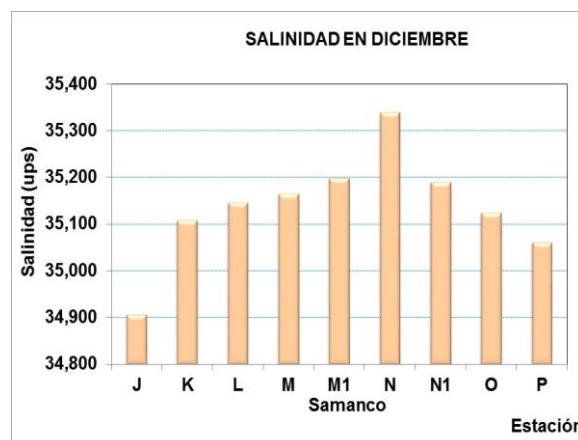


Figura 24. Variación de oxígeno (mg/L) en relación con el pH por playas. Bahía de Samanco durante diciembre 2024.

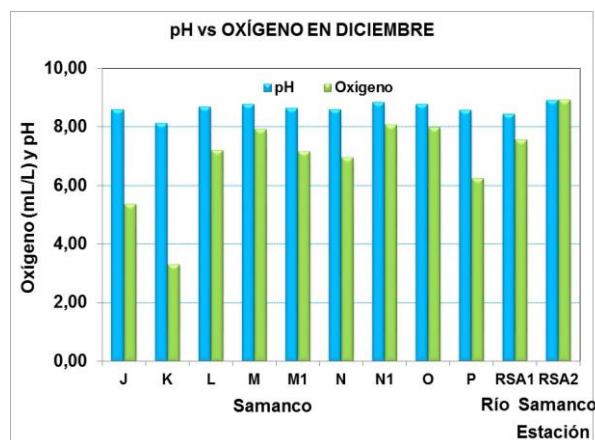
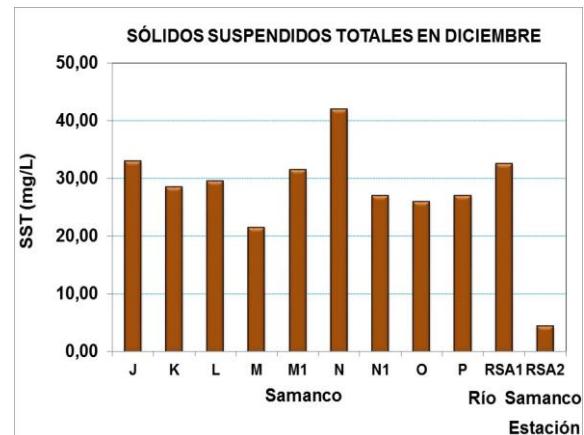


Figura 25. Variación de sólidos suspendidos totales (mg/L) por playas. Bahía de Samanco durante diciembre 2024.



Los aceites y grasa variaron de 0,30 a 1,30 mg/L con un promedio de 0,67 mg/L (Anexo 1). Los aceites y grasa presentaron la concentración más alta en la estación M con un valor de 1,30 mg/L y la más baja en la estación K. Estos valores no sobrepasaron lo permitido por los estándares nacionales de calidad ambiental para agua (2,00 mg/L). Categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales. Subcategoría C3: Actividades marino portuarias, industriales o de saneamiento en aguas marino costeras (Figura 26).

La demanda bioquímica de oxígeno osciló entre 4,24 y 6,36 mg/L con un promedio de 5,45 mg/L (Anexo 1). La concentración más baja se presentó en la estación K; en tanto que, en el resto del área evaluada se presentaron concentraciones mayores a 5,00 mg/L. Las concentraciones determinadas no sobrepasaron lo permitido (10,00 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 27).

Figura 26. Variación de aceites y grasa (mg/L) por playas. Bahía de Samanco durante diciembre 2024.

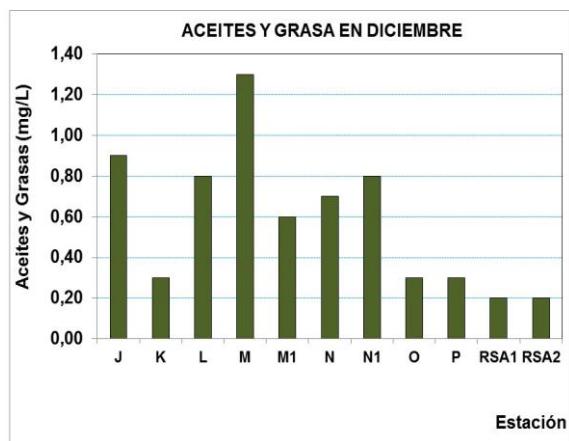
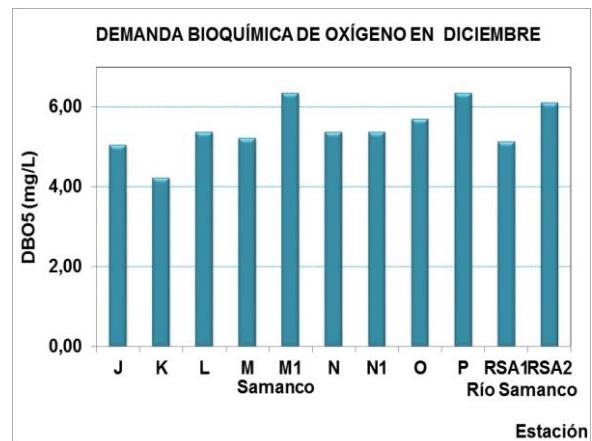


Figura 27. Variación de la demanda bioquímica de oxígeno (mg/L) por playas. Bahía de Samanco durante diciembre 2024.

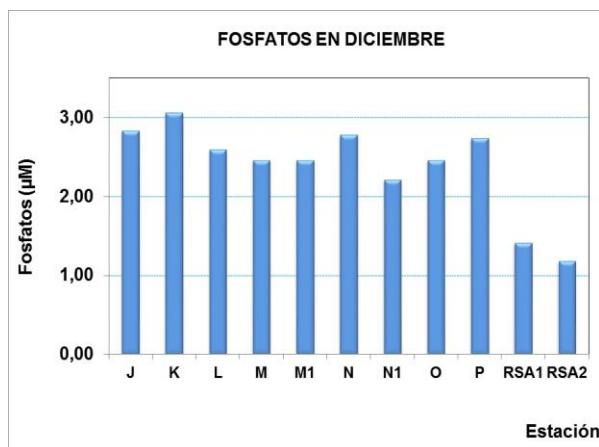


Los fosfatos fluctuaron entre 2,21 y 3,06 μM con un promedio de 2,62 μM (Anexo 11). La distribución en su desplazamiento desde los extremos sur y norte hacia la zona central de la bahía disminuye su concentración (Figura 28).

La concentración de silicatos varió de 8,94 a 18,06 μM con un promedio de 11,15 μM (Anexo 1). La distribución en su desplazamiento desde la parte norte hacia la zona sur incrementa su concentración (Figura 29).



Figura 28. Variación de fosfatos (μM) por playas en la bahía de Samanco durante diciembre 2024.



Los nitratos presentaron concentraciones de 1,20 a 5,46 μM con un promedio de 3,01 μM (Anexo 1).

La distribución en su desplazamiento desde los extremos norte y sur hacia la zona central de la bahía disminuye su concentración (Figura 30).

Los nitritos oscilaron entre 0,02 y 0,91 μM con un promedio de 0,34 μM (Anexo 1). La distribución en su desplazamiento desde los extremos norte y sur hacia la zona central de la bahía disminuye su concentración (Figura 31).

Figura 30. Variación de nitratos (μM) por playas. Bahía de Samanco durante diciembre 2024.

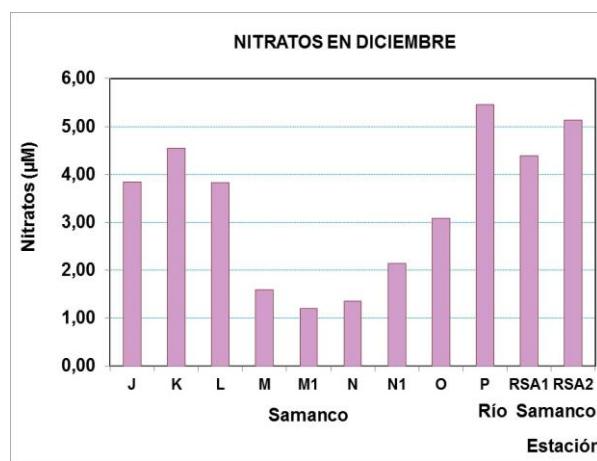


Figura 29. Variación de silicatos (μM) por playas. Bahía de Samanco durante diciembre 2024.

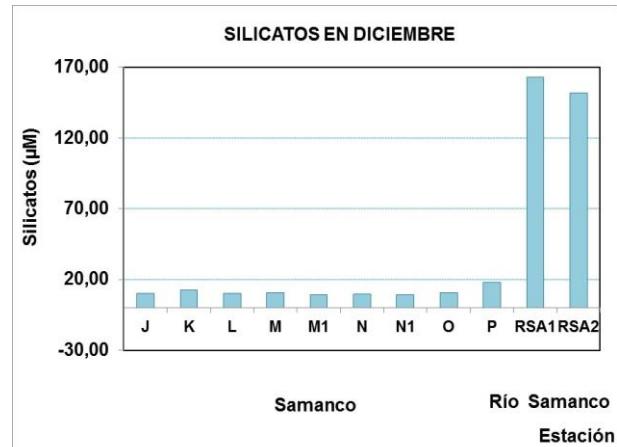
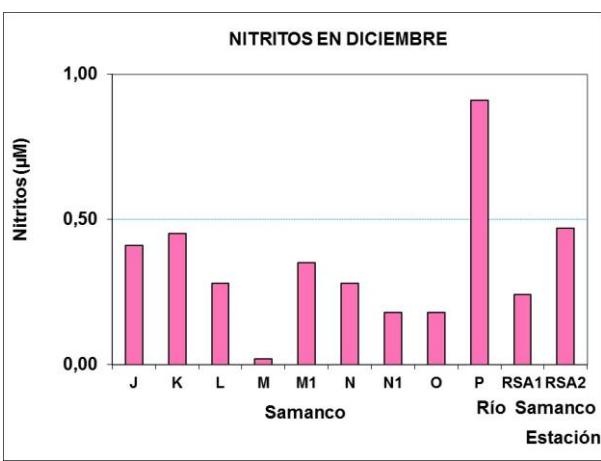


Figura 31. Variación de nitritos (μM) por playas. Bahía de Samanco durante diciembre 2024.



La clorofila “a” fue de 0,30 a 3,32 μM con un promedio de 1,51 μM (Anexo 1). Se presentaron las concentraciones más altas desde la zona central hacia la zona sur de la bahía y las más bajas se localizaron por el extremo norte del área evaluada (Figura 32).



Los feopigmentos variaron de 0,50 a 2,18 µM con un promedio de 1,48 µM (Anexo 1). La distribución presentó las concentraciones más bajas en las estaciones L, M y N; en tanto que, en el resto de estaciones fueron mayores a 1,00 µg/L (Figura 33).

Figura 32. Variación de clorofila "a" (µg/L) por playas. Bahía de Samanco durante diciembre 2024.

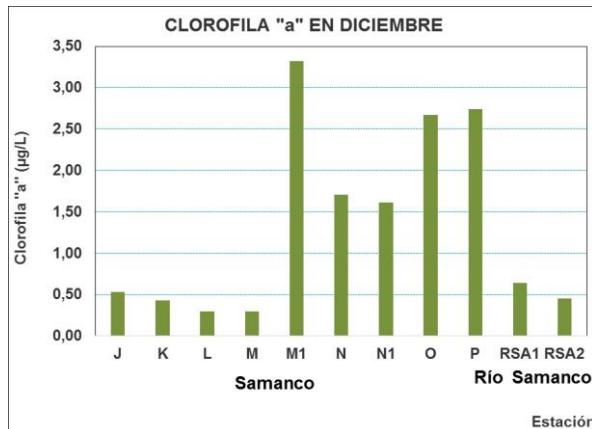
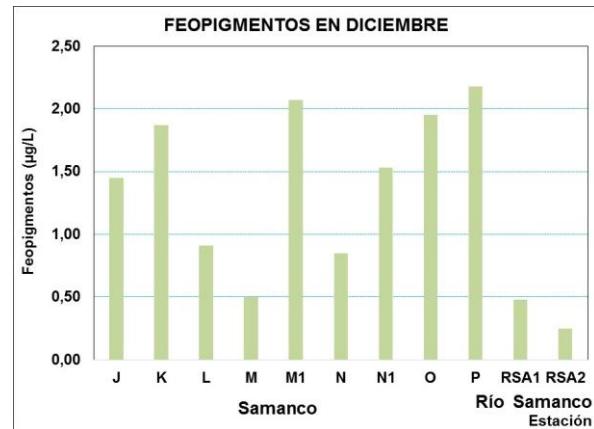


Figura 33. Variación de feopigmentos (µg/L) por playas. Bahía de Samanco durante diciembre 2024.



Los coliformes totales variaron de 1,80 a 130,00 NMP/100 mL con un promedio de 23,69 NMP/100 mL (Anexo 1). La concentración más alta se encontró en la estación L; en tanto que, en el resto del área evaluada se encontraron concentraciones menores a 40,00 NMP/100 mL (Figura 34).

Los indicadores de coliformes termotolerantes presentaron en toda el área evaluada concentraciones menores a 5,00 NMP/100 mL (Anexo 1). Estas concentraciones determinadas no sobrepasaron lo permitido por los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua (1 000,00 NMP/100 mL). Categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales. C3: Actividades marino portuarias, industriales o de saneamiento en aguas marino costeras (Figura 35).

Figura 34. Variación de coliformes totales (NMP/100 mL) por playas. Bahía de Samanco durante diciembre 2024

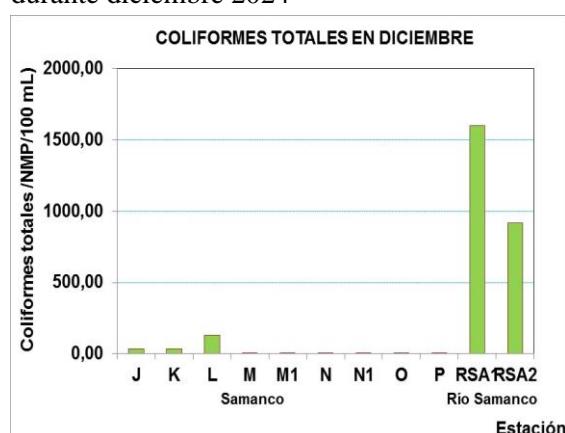
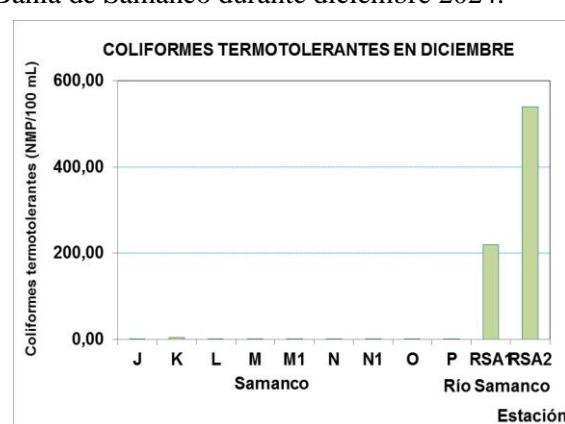
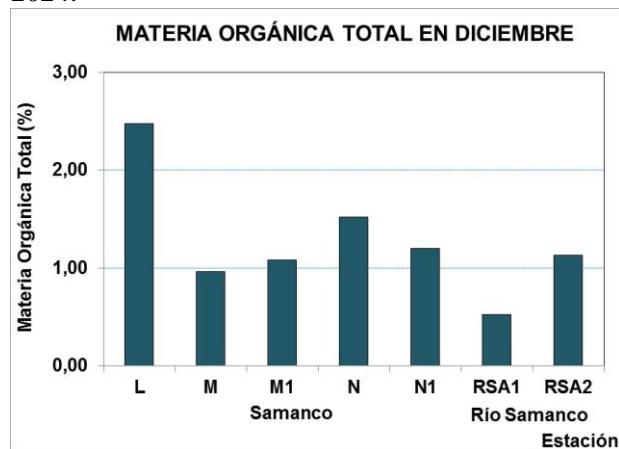


Figura 35. Variación de coliformes termotolerantes (NMP/100 mL) por playas. Bahía de Samanco durante diciembre 2024.



En el sedimento marino la materia orgánica total varió de 0,96 a 2,48 % con un promedio de 1,45 % (Anexo 1). La distribución presentó la concentración más baja en la estación M; en tanto que, en el resto del área evaluada fueron mayores a 1,00 %. La concentración más alta fue de color marrón pálido con textura de arena fina y sin olor a sulfuros; en tanto que, la más baja fue de color marrón muy pálido con textura de arena fina y sin olor a sulfuros (Figura 36).

Figura 36. Variación de materia orgánica total (%) por playas. Bahía de Samanco durante diciembre 2024.



Características físico-químicas y biológicas por el río Samanco.

Por la cuenca baja del río Samanco la temperatura registró 23,0 a 27,3 con un valor promedio de 25,2 °C (Anexo 1). La distribución térmica disminuye su valor en su desplazamiento de la parte alta del río hacia la desembocadura a la mar (Figura 22).

El oxígeno disuelto fluctuó entre 7,56 y 8,93 mg/L con un promedio de 8,25 mg/L (Anexo 1). La distribución en su desplazamiento de la parte alta del río hacia la desembocadura del río a la mar disminuye su concentración; el pH fue de 8,45 a 8,92 unidades y presentó una relación directa con la concentración de oxígeno (Figura 24).

Los sólidos suspendidos totales variaron de 4,50 a 32,50 mg/L con un promedio de 18,50 mg/L (Anexo 1). La distribución en su desplazamiento de la parte alta del río hacia la desembocadura a la mar incrementa su concentración (Figura 25).

Los aceites y grasa presentaron concentraciones homogéneas de 0,20 mg/L en toda el área evaluada (Anexo 1 y Figura 26).



La demanda bioquímica de oxígeno varió de 5,14 a 6,11 mg/L con un promedio de 5,63 mg/L (Anexo 1). 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. E2: Ríos. Costa y sierra (Figura 27).

Los fosfatos fluctuaron entre 1,18 y 1,41 µM con un promedio de 1,30 µM (Anexo 1). La distribución en su desplazamiento de la parte alta del río hacia la desembocadura a la mar incrementa su concentración (Figura 28).

Los silicatos presentaron concentraciones de 151,62 a 163,16 µM con un promedio de 157,39 µM (Anexo 1). La concentración más alta se encontró en la estación RSA₁ y la más baja en RSA₂ (Figura 29).

Los nitratos fueron de 4,39 a 5,13 µM con un promedio de 4,76 µM (Anexo 1). La distribución en su desplazamiento hacia la desembocadura del río a la mar disminuye su concentración (Figura 30).

La concentración de nitritos fue de 0,24 a 0,47 µM con un promedio de 0,36 µM (Anexo 1). La distribución en su desplazamiento hacia la desembocadura del río a la mar disminuye su concentración (Figura 31).

La clorofila “a” presentó concentraciones de 0,45 a 0,64 µg/L con un promedio de 0,55 µg/L (Anexo 1). La distribución incrementa su concentración desde la parte alta hacia la desembocadura del río a la mar (Figura 32).

Los feopigmentos fueron de 0,25 a 0,48 µg/L con un promedio de 0,37 µg/L (Anexo 1). La distribución incrementa su concentración desde la parte alta hacia la desembocadura del río a la mar (Figura 33).

Los coliformes totales presentaron concentraciones de 920,00 a 1 600,00 NMP/100 mL (Anexo 1). La distribución en su desplazamiento de la parte alta del río hacia la desembocadura del río a la mar incrementa su concentración (Figura 34).

Los coliformes termotolerantes presentaron concentraciones de 220,00 a 540,00 NMP/100 mL con un promedio de 380,00 MNP/100 mL (Anexo 1). Las concentraciones no sobrepasaron lo permitido (2 000 NMP/100 mL) por los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, categoría 4: Conservación del ambiente acuático; E2: Ríos. Costa y sierra (Figura 35).



La materia orgánica total en sedimento de río presentó concentraciones de 0,52 a 1,13 % con un promedio de 0,83 % (Anexo 1). La concentración más baja fue de color gris ligeramente parduzco con textura de arena fina y sin olor a sulfuros; en tanto que, el valor más alto presentó color gris verdoso ligero con textura de arena fina y sin olor a sulfuros (Figura 36).

DISCUSIÓN

La evaluación ambiental por mar en la zona costera de la bahía de Samanco presentó un comportamiento de frío a moderado con anomalías positivas de +0,3 °C en comparación a octubre 2019 (García et al. 2025).

En el área evaluada se encontraron valores termo-halinos propios de Aguas Costeras Frías (ACF) y Aguas Subtropicales Superficiales (ASS); así mismo, se encontraron aguas mixohalinas como producto de la mezcla de las aguas marinas con los vertidos antropogénicos y aguas continentales, en áreas someras las variables oceanográficas como temperatura y salinidad fueron influenciadas por variaciones locales del proceso de evaporación. Orozco et al. (1997) menciona que al interior de la bahía de Samanco se produce evaporaciones lo cual incrementa la concentración de salinidad.

La superficie del mar como interface, constituye la parte más importante del océano, pues a través de ella se realizan las interacciones entre el océano y la atmósfera, con un flujo constante de energía radiante hacia la masa líquida y de ésta hacia el espacio. Zuta y Guillén (1970).

En la superficie el oxígeno disuelto presentó en algunas zonas de Samanco concentraciones mayores a 8,00 mg/L asociadas a la marea roja observada en el área evaluada con valores de pH mayores a 8,50 unidades; en tanto que, en el nivel de fondo se presentaron valores hipóxicos, pero están dentro de su normalidad.

García et al. (2025), mencionó que, en el 2011 en la bahía de Samanco las dos empresas pesqueras dedicadas a la producción industrial de la harina, aceite y conservas de pescado han colocado sus emisores submarinos y han entrado en funcionamiento, y descargan sus aguas industriales tratadas fuera de la bahía, la cual ha redundado en una mejoría de la calidad del ecosistema marino, pero ha dejado un pasivo ambiental de fango marino de más de 30 años, que aunado a los restos orgánicos que producen las actividades acuáticas que siembran concha de abanico en linternas y otros en el fondo marino, generando una alteración del equilibrio del ecosistema marino.



Los nutrientes como los fosfatos presentaron en algunas estaciones concentraciones mayores a 4,00 μM ; los silicatos también presentaron valores altos mayores a 30,00 μM . Se ha observado que valores de fosfatos mayores a 3,00 μM son producto del uso indiscriminado de detergentes fosforados utilizados en la limpieza de las embarcaciones pesqueras y fábricas industriales, las cuales causan proliferación algal.

Según Graco et al. (2007), las altas concentraciones de nutrientes en la zona costera son resultado de los aportes de las aguas de afloramiento, por las corrientes marinas y la ocurrencia de procesos biogeoquímicos y la producción primaria de fitoplancton produciéndose los Bloom algales.

Los sólidos suspendidos totales presentaron concentraciones menores a lo permitido (60,00 mg/L) por los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales. Subcategoría C2: Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas en aguas marino costeras; condición similar para los aceites y grasas (1,00 mg/L), que también estuvieron por debajo del ECA (Minam, 2017). García et al. (2019), menciona que los agentes contaminantes de sólidos suspendidos totales fueron menores a lo permitido por el ECA (60,00 mg/L).

La demanda bioquímica de oxígeno presentó en toda el área evaluada concentraciones que no superaron lo permitido (10,00 mg/L), los coliformes termotolerantes (\leq 30,00 NMP/100 mL) también presentaron concentraciones menores a lo permitido por los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales. Subcategoría C2: Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas en aguas marino costeras (Minam, 2017). Esto indicaría que en esta evaluación el ecosistema marino de la bahía de Samanco es óptimo y el estado del mar es saludable para la actividad recreativa y pesquera.

En esta evaluación se identificó a la principal diatomea, abundante de *Lithodesmium undulatum* que se distribuyó en toda la bahía. El indicador de aguas costeras frías (ACF), *Protoperidinium obtusum*, se encontró en la estación 8 y el indicador de Aguas oceánicas, *Protoperidinium oceanicum*, se presentó en la estación 5.

Respecto a la materia orgánica total en relación con el macrozoobentos se determinó que, a mayor concentración de materia orgánica total, menor será los organismos del macrozoobentos,



encontrándose mayormente áreas desfaunadas. Denotando que en áreas sometidas a perturbación el proceso de óxido-reducción del sedimento indica el estado de afectación del fondo marino por influencia de vertidos antropogénicos y continentales.

La calidad acuática por playas de Samanco, presentó los registros térmicos promedios mayores a 20,0 °C. La distribución halina presentó las concentraciones más altas por el borde costero central y las más bajas por los extremos norte y sur de la bahía.

Los aceites y grasa, sólidos suspendidos totales, la demanda bioquímica de oxígeno y los coliformes termotolerantes presentaron concentraciones menores a lo permitido 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 (Minam 2017), en toda el área evaluada.

La calidad de agua en el río Samanco respecto a los registros térmicos presentaron los valores más altos ($> 22,0$ °C) en áreas someras de menor profundidad. Los aceites y grasa, sólidos suspendidos totales, demanda bioquímica de oxígeno y coliformes termotolerantes presentaron concentraciones que no superaron lo permitido por la normatividad vigente de 5,00 mg/L para aceites y grasa; los sólidos suspendidos totales ($\leq 100,00$ mg/L); la demanda bioquímica de oxígeno (10,00 mg/L) y coliformes termotolerantes (2 000,00 NMP/100 mL) (Minam, 2017).

La modernidad de las actividades pesqueras y la operatividad del emisor submarino, estas condiciones de operación han sido favorables para que no se descargue efluentes industriales con restos orgánicos al ecosistema marino, estas condiciones de mejora continua ha redundado en un restablecimiento del equilibrio del medio acuático, pero también es indudable que existe inestabilidad del grado de afectación del medio marino condicionando al estrés ambiental en Samanco por el pasivo de materia orgánica de la industria pesquera y unido actualmente a lo que produce los desechos orgánicos por la acuicultura, donde la capacidad de asimilación se sobresatura y no permite equilibrar las variables ambientales, aumentando el fango marino.

García et al. (2015). Mencionó que, la bahía de Samanco presenta signos de contaminación por efectos de la maricultura y la industria pesquera, pero aún es una bahía de aceptable calidad, ya que la salud del ecosistema marino no ha sido mayormente impactada.



En los últimos años la bahía ha presentado un ecosistema marino favorable, donde la mayoría de los indicadores de contaminación marina están por debajo de lo permitido por la normatividad vigente de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, esto repercutirá en los recursos hidrobiológicos que sustentan las diversas pesquerías y en el sustrato (García et al., 2025).

CONCLUSIONES

En la bahía de Samanco se determinaron áreas semidesfaunadas con mínima cantidad de macrozoobentos y en algunos casos cero organismos bentónicos, debido a la predominancia de la textura fangosa, denotando que la bahía se encuentra impactada por la materia orgánica total, impactando en el sustrato marino, la calidad de agua y los recursos hidrobiológicos.

Se presentaron mezcla de masas de aguas de Aguas Costeras Frías y Aguas Subtropicales superficiales, en el litoral costero, con influencias de las aguas continentales del río y aportes antropogénicos domésticos; así como, del proceso de evaporación en zonas muy someras, que impactaron en las variables oceanográficas de temperatura, oxígeno y salinidad principalmente.

La demanda bioquímica de oxígeno por mar, playas y ríos presentaron concentraciones que no superaron lo permitido (10,00 mg/L), por los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, categoría 4: Conservación del ambiente acuático; Ecosistemas marino costeros: Marinos.

La calidad acuática por la línea costera de las playas de la bahía respecto a los aceites y grasa presentaron concentraciones que no superaron lo permitido de 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.

Los indicadores de contaminación microbiológica para los coliformes termotolerantes presentaron concentraciones que no 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.



REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS

Decreto Supremo N° 004-2017-Minam. (2017). Por el cual aprueban los Estándares Nacionales de Calidad (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. Ministerio del Ambiente.

<https://www.gob.pe/institucion/minam/normas-legales/3671-004-2017-minam>

García, V., Rubio, J., Sanchez, G., Sanchez, S., Orozco, R., Huerto, M. & Cervantes, C. (2015). Calidad del ambiente marino y costero en la Región Áncash, 2012. Inf. Instituto del Mar del Perú. 42(4), 436 – 459.

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

García, V., Huerto, M., Cervantes, C., Leon, J. & Cordova, N. (2013). Caracterización ambiental y potencial pesquero 2004 – 2011: bahía de Samanco, Chimbote, Perú. Inf. Instituto del Mar del Perú. 40(1-2), 8 - 30.

<https://hdl.handle.net/20.500.12958/2221>

García -Nolazco, V., Orozco Moreyra, R. & Perea De La Matta, M. (2019). Calidad del ambiente marino y costero en la Región Ancash, 2018. Boletín. Instituto del Mar del Perú. 34(2), 406 - 431. <https://hdl.handle.net/20.500.12958/3395>

García V, Torres L & Cardenas J. (2025). Efectos de la contaminación generado por la actividad pesquera y acuícola sobre el ecosistema marino de la bahía de Samanco, Áncash entre el 2003 al 2019. Ciencia Latina Científica Multidisciplinaria. 1ra edición 2025.

https://doi.org/10.37811/cli_w1242

Graco, M., Ledesma, J., Flores, G. & Giron, M. (2007). Nutrientes, oxígeno y procesos biogeoquímicos en el sistema de surgencias de la corriente de Humboldt frente a Perú. Revista Peruana de Biología, 14(1), 117-128. <https://doi.org/10.15381/rpb.v14i1.2165>

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>



Strickland J. & 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). Recursos vivos y ambiente de las bahías Coishco, El Ferrol y Samanco de la Región Áncash, Chimbote. Perú 2001 – 2005. Inf. Prog. Inst. Mar Perú, 34(1), 09-51.

<https://hdl.handle.net/20.500.12958/2322>

Vásquez, L., Tenorio, J., Crispin, M., Velazco, F. & Solis, J. (2000). Caracterización física, química y geológica en la bahía de Samanco. Chimbote Julio 2000. Informe Prog. N° 31. Octubre 2000. Inst. Mar Perú. 03–16.

<https://hdl.handle.net/20.500.12958/1279>

Zuta, S. Y Guillen, O. 1970. “Oceanografía de las aguas costeras del Perú”. Bol. Inst. Mar Perú 2 (5): 157-324. <https://hdl.handle.net/20.500.12958/949>



ANEXOS

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

Estación Nº	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 (°)																			
BAHÍA DE SAMANCO-MAR																											
1	9° 14'	00,6°	78° 32'	46,7'	28,5	0	19,7	35,016	13,20	319	2,3	8,44	7,84	43,00	0,20	1,41	3,75	3,55	0,12	3,32	1,32	9,26	2,36	2,00	1,80		
			5	19,4	35,078	30,82	191						7,50			1,88	6,53	0,89	0,24								
			28	15,0	35,088	24,66	178					8,27	0,79	36,00		4,38	38,17	0,48	4,26	1,08	7,44						
2	9° 15'	51,2°	78° 31'	36,9°	40,0	0	18,6	35,088	7,59	293	2,9	8,51	7,78	39,50	0,20	1,74	7,51	2,46	0,22	5,21	1,99	4,39	4,73	1,80	1,80		
			5	18,3	35,081	29,74	175						7,40			1,79	6,08	0,87	0,16								
3	9° 15'	10,5°	78° 29'	57,4°	6,5	0	18,5	35,119	8,19	62	2,2	8,47	7,19	43,50	0,50	1,84	7,33	3,85	0,18	6,47	2,47	1,48	2,77	1,80	1,80		
			5	18,0	35,096	10,38	303					8,48	6,54	36,00		2,03	10,01	1,67	0,47	5,84	1,84						
4	9° 13'	36,4°	78° 29'	47,2°	12,0	0	20,0	35,101	9,01	309	1,8	8,64	7,88	44,50	0,20	1,60	5,54	1,11	0,14	4,00	2,21	3,96	2,61	1,80	1,80		
			5	19,8	35,108	45,14	174						7,41			1,65	5,99	0,65	0,16								
5	9° 11'	26,9°	78° 30'	27,9°	9,0	0	20,4	35,084	9,32	339	2,3	8,57	0,56	40,50		3,20	31,02	2,34	3,37	2,79	5,03						
			8	17,5	35,074	40,61	183					8,61	8,55	54,00	0,40	1,60	5,01	2,20	0,18	2,39	1,26	2,38	5,87	1,80	1,80		
6	9° 10'	42,0°	78° 32'	04,3°	7,0	0	20,2	35,173	11,22	38	2,3	8,46	8,65	42,00	0,30	1,70	4,74	0,63	0,20	2,44	1,08	0,67	12,28	9,03			
7	9° 11'	33,4°	78° 33'	13,8°	9,0	0	19,9	34,861	8,12	22	2,5	8,81	9,24	60,00	0,40	1,65	5,99	1,72	0,18	3,35	1,27	7,75	5,05	2,00	1,80		
			5	19,6	35,151	44,50	178						8,39			1,46	6,71	0,55	0,12								
8	9° 12'	13,0°	78° 31'	15,4°	14,0	0	19,8	35,115	8,27	133	2,2	8,60	8,89	43,00	0,20	1,55	5,10	3,15	0,20	3,60	1,69	7,75	5,22	1,80	1,80		
			5	19,6	35,096	51,34	183						8,21			1,46	7,60	0,61	0,16								
9	9° 12'	35,4°	78° 33'	18,7°	13,0	0	19,4	35,050	4,79	150	2,3	8,59	8,16	39,00	0,30	1,51	7,42	0,59	0,16	4,45	1,61	3,59	6,68	1,80	1,80		
			5	19,0	35,098	42,62	177						8,18			1,18	2,86	3,36	0,12								
10	9° 13'	44,7°	78° 30'	53,1°	17,0	0	20,3	35,053	8,99	232	2,5	8,57	8,22	46,50	0,20	1,37	2,77	3,53	0,12	2,92	1,33	2,31	7,66	1,80	1,80		
			5	19,8	35,078	16,50	177						7,24			1,22	3,31	1,70	0,06								
	Promedio		19,7	35,066	8,67	190	...					8,24	45,50	0,29	1,60	5,52	2,28	0,17	3,82	1,61	...	4,61	1,84	1,80			
	Superficie		18,5	34,861	4,79	22	...					8,44	7,19	39,00	0,20	1,37	2,77	0,59	0,12	2,39	0,94	...	2,36	1,80	1,80		
	Máximo		20,4	35,173	13,20	339	...					8,81	9,24	60,00	0,50	1,84	7,51	3,85	0,22	6,47	2,47	...	7,66	2,00	1,80		
	Promedio		19,2	35,098	37,24	179	...					7,76	...		1,58	6,14	1,29	0,19		
	A 5 metro		18,0	35,080	16,50	174	...					7,24	...		1,18	2,86	0,55	0,06		
	Máximo		19,8	35,151	51,34	191	...					8,39	...		2,03	10,01	3,36	0,47		
	Promedio		15,6	35,102	31,07	179	2,3	...				1,69	43,35	...	3,60	25,09	1,62	3,45	4,91	5,34	4,33		
	Fondo		6,5	15,0	35,074	10,38	120	1,8				8,23	0,53	36,00		2,03	2,77	0,04	0,47	0,55	1,46	1,48		
	Máximo		40,0	18,0	35,183	47,20	303	2,9				8,65	6,54	52,50		5,93	38,17	4,60	7,86	12,28	10,37	9,26		
BAHÍA DE SAMANCO-PLAYAS																											
J	9° 13'	42,0°	78° 33'	06,0°	0	0	19,0	34,907		8,60	5,39	33,00	0,90	2,83	10,19	3,84	0,41	0,53	1,45	...	5,05	33,00	2,00		
K	9° 12'	14,7°	78° 33'	20,0°	0	0	19,4	35,109		8,12	3,31	28,50	0,30	3,06	12,69	4,55	0,45	0,43	1,87	...		4,24	33,00	4,50	
L	9° 11'	00,9°	78° 33'	47,3°	0	0	20,8	35,146		8,68	7,22	29,50	0,80	2,59	10,37	3,83	0,28	0,30	0,91	2,48	5,38	130,00	1,80		
M	9° 10'	29,8°	78° 32'	43,2°	0	0	20,1	35,165		8,77	7,92	21,50	1,30	2,45	10,64	1,59	0,02	0,30	0,50	0,96	5,22	7,80	1,80		
M1	9° 10'	32,0°	78° 31'	23,7°	0	0	21,0	35,198		8,65	7,16	31,50	0,60	2,45	8,94	1,20	0,35	3,32	2,07	1,08	6,36	2,00	1,80		
N	9° 12'	43,2°	78° 29'	07,1°	0	0	21,8	35,339		8,60	6,97	42,00	0,70	2,78	9,57	1,36	0,28	1,71	0,85	1,52	5,38	1,80	1,80		
N1	9° 11'	05,7°	78° 30'	18,0°	0	0	20,9	35,190		8,84	8,08	27,00	0,80	2,21	9,03	2,15	0,18	1,61	1,53	1,2	5,38	2,00	1,80		
O	9° 15'	17,6°	78° 29'	57,9°	0	0	20,2	35,124		8,79	8,00	26,00	0,30	2,45	10,82	3,09	0,18	2,67	1,95	...	5,71	1,80	1,80		
P	9° 16'	13,0°	78° 31'	04,3°	0	0	17,4	35,061		8,58	6,25	27,00	0,30	2,73	18,06	5,46	0,91	2,74	2,18	...	6,36	1,80	1,80		
	Promedio		20,1	35,138						8,63	6,70	29,56	0,67	2,62	11,15	3,01	0,34	1,51	1,48	1,45	5,45	23,69	2,12		
	Mínimo		17,4	34,907						8,12	3,31	21,50	0,30	2,21	8,94	1,20	0,02	0,30	0,50	0,96	4,24	1,80	1,80		
	Máximo		21,8	35,339						8,84	8,08	42,00	1,30	3,06	18,06	5,46	0,91	3,32	2,18	2,48	6,36	130,00	4,50		
RÍO SAMANCO																											
SA1	9° 15'	19,2°	78° 29'	42,3°	0	0	23,0		8,45	7,56	32,50	0,20	1,41	163,16	4,39	0,24	0,64	0,48	0,52	5,14	1600,00	220,00		
SA2	9° 15'	46,0°	78° 28'	25,6°	0	0	27,3	...	...	...		8,92	8,93	4,50	0,20	1,18	151,62	5,13	0,47	0,45	0,25	1,13</td			

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

Estación	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
TSM (°C)	19,7	18,6	18,5	20,0	20,4	20,2	19,9	19,8	19,4	20,3
Volumen (mL/m ³)	0,589	0,830	1,252	1,117	1,102	0,332	0,860	1,403	0,573	0,905
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	90	90	90	90	90	95	90	90
DIATOMEAS										
<i>Asteromphalus heptactis</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Asterionellopsis glacialis</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Caliptriella robusta</i>	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1
<i>Chaetoceros affinis</i>	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0
<i>Chaetoceros curvisetus</i>	2	1	3	2	2	1	2	2	1	2
<i>Chaetoceros debilis</i>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
<i>Chaetoceros socialis</i>	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Coscinodiscus concinus</i>	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1
<i>Coscinodiscus granii</i>	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1
<i>Coscinodiscus perforatus</i>	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Coscinodiscus wailesii</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1
<i>Cylindrotheca closterium</i>	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Ditylum brightwellii</i>	3	1	2	3	1	3	3	1	3	3
<i>Grammatophora marina</i>	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
<i>Gyrosigma sp.</i>	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1
<i>Leptocylindrus danicus</i>	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0
<i>Leptocylindrus minutum</i>	0	2	0	1	3	0	0	1	0	0
<i>Licmophora abbreviata</i>	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
<i>Lithodesmium undulatum</i>	1	3	1	1	1	2	1	3	2	2
<i>Odontella aurita</i>	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1
<i>Pleurosigma sp.</i>	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1
<i>Planctoniella sol</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>G. Pseudo-nitzschia seriata</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Pseudosolenia calcar-avis</i>	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
<i>Rhizosolenia setigera</i>	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
<i>Thalassiosira anguste-lineata</i>	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0
<i>Thalassiosira angulata</i>	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1
<i>Thalassiosira subtilis</i>	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0
DINOFLAGELADOS										
<i>Ceratium dens</i>	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1
<i>Ceratium fusus var. fusus</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Ceratium furca</i>	1	1	1	1	1	1	1	2	1	0
<i>Ceratium macroceros</i>	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1
<i>Ceratium tripos</i>	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Dinophysis acuminata</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Dinophysis caudata</i>	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1
<i>Oxyphyxis oxytoxoides</i>	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0
<i>Protorcentrum micans</i>	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1
<i>Protoperidinium bispinum</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Protoperidinium conicum</i>	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
<i>Protoperidinium claudicans</i>	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0
<i>Protoperidinium depressum</i>	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1
<i>Protoperidinium excentricum</i>	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0
<i>Protoperidinium obtusum</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Protoperidinium oceanicum</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Protoperidinium pellucidum</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Protoperidinium pentagonum</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Scrippsiella trochoidea</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
SILICOFLAGELADOS										
<i>Ebria tripartita</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dictyocha fibula</i>	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0
<i>Octactis octonaria</i>	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1

Leyenda:

- 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

