

Estado de la publicación: El preprint no ha sido enviado para publicación

Impacto ambiental del vertido de efluentes de una empresa pesquera en la calidad del agua marina: estudio de caso en una zona costera del norte de Perú

Henry Manuel Arzola Díaz, Wilmer Ugarte López

<https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.15648>

Enviado en: 2026-03-28

Postado en: 2026-08-06 (versión 1)

(AAAA-MM-DD)

Impacto ambiental del vertimiento de efluentes de una empresa pesquera sobre la calidad del agua marina: estudio de caso en una zona costera del norte del Perú

Environmental impact of effluent discharge from a fishing company on marine water quality: a case study in a coastal area of northern Peru

Henry M. Arzola Díaz¹, Wilmer Ugarte López²

ID¹: <https://orcid.org/0009-0000-7323-448X>, ID²: <https://orcid.org/0000-0003-0631-4900>

¹Escuela de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional de Trujillo, Perú

²Escuela de Ingeniería Ambiental, Universidad Nacional de Trujillo.

RESUMEN

El estudio evaluó la influencia de los vertimientos industriales de una empresa pesquera de consumo humano indirecto (CHI) sobre la calidad ambiental de la bahía de Puerto Malabrigo (La Libertad, Perú). Se aplicó un diseño no experimental, descriptivo-correlacional, analizando registros de monitoreo ambiental entre 2024–2025 en época de producción y veda. Los resultados mostraron que, aunque los parámetros regulados por el ECA Agua 2017 y el LMP Pesquero 2018 se cumplieron en su mayoría, durante la producción se registraron incrementos de DBO₅, reducción del oxígeno disuelto y picos de coliformes termotolerantes, evidenciando un deterioro ambiental localizado. La elevada carga orgánica y microbiológica del efluente, pese a no estar regulada, resultó determinante para explicar las alteraciones observadas en el cuerpo receptor. Estos hallazgos confirman que el cumplimiento normativo parcial no garantiza la protección efectiva del ecosistema marino y refuerzan la necesidad de actualizar la normativa, optimizar los sistemas de tratamiento de efluentes e implementar monitoreos más integrales. Se concluye que la gestión ambiental en la industria pesquera debe trascender el cumplimiento formal, incorporando parámetros críticos actualmente no considerados y adoptando un enfoque preventivo y adaptativo para garantizar la sostenibilidad del ecosistema marino-costero.

Palabras clave: efluentes industriales, calidad del agua, DBO₅, coliformes termotolerantes, Puerto Malabrigo.

ABSTRACT

This study assessed the influence of industrial effluents from a fishmeal processing company (consumo humano indirecto, CHI) on the environmental quality of Puerto Malabrigo Bay (La Libertad, Peru). A non-experimental, descriptive-correlational design was applied, analyzing environmental monitoring records from 2024–2025 during production and closed seasons. Results showed that although most parameters regulated by the Marine Coastal Water Quality Standards (ECA, 2017) and the Fishery Effluent Standards (LMP, 2018) were met, production periods exhibited increased BODs, reduced dissolved oxygen, and peaks of thermotolerant coliforms, evidencing localized environmental deterioration. The high organic and microbiological load of the effluent, despite not being regulated, was critical in explaining the alterations observed in the receiving body. These findings confirm that partial regulatory compliance does not ensure effective protection of marine ecosystems and highlight the need to update regulations, optimize effluent treatment systems, and implement more comprehensive monitoring programs. It is concluded that environmental management in the fishery industry must go beyond formal compliance, incorporating critical parameters currently not considered and adopting preventive and adaptive approaches to ensure the sustainability of marine-coastal ecosystems.

Keywords: industrial effluents, water quality, BODs, thermotolerant coliforms, , Puerto Malabrigo.

INTRODUCCIÓN

La degradación de los ecosistemas marino-costeros se ha intensificado en las últimas décadas como consecuencia del incremento de actividades antrópicas, particularmente aquellas asociadas a descargas de aguas residuales industriales y domésticas. Estos vertimientos introducen compuestos orgánicos, nutrientes y microorganismos que alteran los procesos ecológicos y la calidad del agua, favoreciendo la eutrofización, la reducción del oxígeno disuelto y la pérdida de biodiversidad (Freire-Vinueza et al., 2021; INVEMAR, 2020; Santiaguín et al., 2022).

A nivel internacional, se ha documentado que los efluentes pesqueros presentan concentraciones críticas de demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), sólidos suspendidos y coliformes, superando ampliamente los estándares de calidad ambiental y generando riesgos para la salud pública y la productividad de los ecosistemas marinos (Abdel et al., 2024; Alamgir et al., 2023; Ishaq et al., 2023). La presencia de aceites, grasas y compuestos nitrogenados refuerza la complejidad de estos impactos (Back et al., 2021; Dumas et al., 2020).

En el Perú, la industria pesquera de consumo humano indirecto (CHI), destinada principalmente a la producción de harina y aceite de pescado, constituye un sector estratégico para la economía nacional, pero también una fuente importante de efluentes líquidos con elevadas cargas contaminantes (Medina, 2022). Estudios realizados en Chancay, Coishco y El Ferrol han evidenciado incrementos de DBO₅ y disminuciones del oxígeno disuelto durante periodos de producción, así como concentraciones críticas de coliformes termotolerantes (Castro, 2021; Guevara, 2022; Vega, 2024). Aunque algunas plantas han implementado tecnologías de tratamiento, estas no eliminan completamente el impacto ambiental y persisten problemas de eficiencia y gestión (Murali et al., 2021; Vásquez, 2021).

La bahía de Puerto Malabrigo, en la región La Libertad, ha sido históricamente impactada por descargas pesqueras, registrándose bajos niveles de oxígeno disuelto y altas concentraciones de materia orgánica (Gutierrez & Plasencia, 2013; Varas, 2016). Sin embargo, los estudios previos corresponden a periodos anteriores y no consideran el contexto actual de regulación ambiental ni el análisis específico de fuentes puntuales. Persiste, por

tanto, una brecha de conocimiento respecto a la influencia de los efluentes industriales tratados bajo condiciones de cumplimiento normativo, así como sobre el papel de parámetros no regulados en la alteración del cuerpo marino receptor.

En este contexto, el presente estudio tuvo como objetivo evaluar la influencia del vertimiento de efluentes de una empresa pesquera de consumo humano indirecto sobre la calidad del agua marina en una zona costera del norte del Perú durante el periodo 2024–2025, diferenciando las condiciones ambientales en época de veda y producción, y contrastando los resultados con la normativa vigente.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló en la bahía de Puerto Malabrigo (La Libertad, Perú), un área caracterizada por intensa actividad pesquera industrial y presencia de descargas de efluentes de plantas de consumo humano indirecto (CHI). Se adoptó un enfoque cuantitativo aplicado, con diseño no experimental y alcance descriptivo-correlacional, bajo la modalidad de estudio de caso. El periodo de análisis comprendió los años 2024–2025, diferenciando las condiciones ambientales en época de producción y veda, lo que permitió evaluar la influencia de la actividad industrial sobre el cuerpo receptor.

Por razones de neutralidad académica y ética, el estudio se refiere a la empresa evaluada únicamente como “*empresa pesquera de consumo humano indirecto (CHI)*” o “*planta industrial evaluada*”, sin mencionar su nombre comercial. Esta decisión busca mantener el enfoque científico en la relación entre la actividad productiva y las variaciones ambientales observadas, evitando sesgos derivados de la identificación empresarial.

Variables:

- **Independiente:** vertimiento de efluentes industriales de una empresa pesquera de consumo humano indirecto (CHI).
- **Dependientes:** indicadores fisicoquímicos (DBO₅, oxígeno disuelto, pH, temperatura, sólidos suspendidos totales, nitratos) y microbiológicos (coliformes totales y termotolerantes).

La selección de parámetros se basó en su relevancia normativa y ecológica. Cabe precisar que, aunque **DBOs y coliformes termotolerantes no están contemplados en los LMP Pesquero 2018**, fueron incluidos en el análisis por su reconocida importancia ambiental y sanitaria, dado que influyen directamente en la oxigenación del medio, la eutrofización y la calidad microbiológica del ecosistema marino.

Recolección de datos: Se analizaron registros de monitoreo ambiental correspondientes al periodo 2024–2025, obtenidos de informes elaborados por un laboratorio acreditado. Las mediciones incluyeron el punto de descarga del efluente y estaciones del cuerpo marino receptor (E-2 a E-9), definidas en el plan de monitoreo ambiental de la empresa. Los muestreos se realizaron con frecuencia mensual en época de producción y al menos una medición por temporada en época de veda, siguiendo protocolos nacionales vigentes:

- Resolución Ministerial N° 271-2020-PRODUCE: lineamientos para el monitoreo ambiental de actividades pesqueras.
- Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA: monitoreo de cuerpos receptores de vertimientos.
- Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM: Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua marino-costera.
- Decreto Supremo N° 010-2018-MINAM: Límites Máximos Permisibles (LMP) para efluentes de la industria pesquera.

Análisis de datos: Los resultados se procesaron mediante **estadística descriptiva**, calculando **media, desviación estándar, valores mínimos y máximos** para cada parámetro, diferenciando los periodos de producción y veda. Estos valores se contrastaron con los **Estándares de Calidad Ambiental (ECA Agua 2017, Categoría 4: E3)** y los **Límites Máximos Permisibles (LMP Pesquero 2018)**, según correspondía. El enfoque principal fue **comparativo-descriptivo**, orientado a identificar tendencias y diferencias entre periodos, así como a evaluar el grado de cumplimiento normativo y las implicancias ambientales derivadas de los vertimientos industriales.

RESULTADOS

Resultados del monitoreo en cuerpo marino receptor: muestra los valores de DBO₅, OD, pH, SST, temperatura, nitratos y coliformes termotolerantes en producción y veda, comparados con los límites del ECA Agua 2017 (Categoría 4: E3).

Cuadro 1. Agua marina (veda y producción) comparada con ECA Agua 2017 – Categoría 4: E3

Parámetro	Producción (media ± SD, mín– máx)	Veda (media ± SD, mín–máx)	ECA Agua 2017 (E3)
DBO ₅ (mg/L)	3.40 ± 0.98 (1.48 - 5.9)	1.50 ± 0.74 (0.98 – 4.4)	≤ 10
OD (mg/L)	4.31 ± 0.18 (4.1 – 4.8)	5.23 ± 0.49 (4.1 – 6.5)	≥ 4
pH	7.71 ± 0.06 (7.6 – 7.83)	7.74 ± 0.05 (7.63 – 7.83)	6.8–8.5
SST (mg/L)	17.81 ± 3.96 (10 – 27)	9.34 ± 3.53 (5.46 – 22)	≤ 30
Temperatura (°C)	16.99 ± 0.66 (15.7 – 18.4)	17.97 ± 1.23 (16.4 – 20.6)	Δ2
Nitratos (mg/L)	0.63 ± 1.24 (0.011 – 10.6)	0.61 ± 0.48 (0.013 – 2.7)	≤ 200
Coliformes termotolerantes (NMP/100 mL)	950.86 ± 3512.93 (7.8 – 33 000)	11.06 ± 29.53 (1.15 – 220)	≤ 2,000

Cuadro 2. Comparación normativa y observaciones para los parámetros analizados en las diversas estaciones en el cuerpo marino receptor.

Parámetro	Cumplimiento en veda	Cumplimiento en producción	Observación técnica
OD	Cumple (≥ 4 mg/L)	Cercano al límite inferior	Riesgo de hipoxia en producción
DBO ₅ (≤ 10 mg/L)	Cumple	Cumple, pero más elevado	Dentro de norma, pero indica mayor carga orgánica
Nitratos (≤ 200 mg/L)	Bajos	Picos elevados (hasta 10.6 mg/L)	Cumple norma, pero tendencia a eutrofización
Coliformes termotolerantes (≤ 2,000 NMP/100 mL)	Cumple	Supera ampliamente en algunos muestreos	Riesgo sanitario
SST (≤ 30 mg/L)	Cumple	Cumple	Aporte significativo del efluente
pH (6.8–8.5)	Cumple	Cumple	Estable en ambos periodos
Temperatura (Δ ≤ 2 °C)	Cumple	Cumple	Variaciones atribuibles a estacionalidad

Calidad del agua en el cuerpo marino receptor: El análisis de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos durante los periodos de producción y veda evidenció variaciones relevantes en relación con los estándares del ECA Agua 2017 – Categoría 4: E3, orientados a la conservación de ecosistemas marino-costeros.

En términos normativos, la mayoría de parámetros se mantuvieron dentro de los límites establecidos por el ECA Agua 2017 – Categoría 4: E3 ($\text{DBO}_5 \leq 10 \text{ mg/L}$, $\text{OD} \geq 4 \text{ mg/L}$, pH 6.8–8.5, $\text{SST} \leq 30 \text{ mg/L}$, nitratos $\leq 200 \text{ mg/L}$, coliformes $\leq 2,000 \text{ NMP/100 mL}$), lo que indica que el cuerpo receptor no presenta incumplimientos directos. Sin embargo, la comparación entre los periodos de producción y veda revela diferencias significativas que, aunque no implican infracción normativa, sí evidencian riesgos ambientales y sanitarios relevantes.

Durante la producción, se observó un incremento en la DBO_5 ($3.40 \pm 0.98 \text{ mg/L}$ frente a $1.50 \pm 0.74 \text{ mg/L}$ en veda), lo que refleja mayor carga orgánica y potencial consumo de oxígeno en el medio. Este efecto se traduce en una reducción del oxígeno disuelto (OD), que se mantuvo cercano al límite inferior ($4.31 \pm 0.18 \text{ mg/L}$), sugiriendo presión sobre la oxigenación del ecosistema y riesgo de hipoxia en condiciones de actividad industrial. Los SST también fueron más elevados en producción ($17.81 \pm 3.96 \text{ mg/L}$), evidenciando aporte del efluente, aunque dentro de norma. En cuanto a los nitratos, si bien los valores promedio fueron bajos ($0.63 \pm 1.24 \text{ mg/L}$), se registraron picos críticos de hasta 10.6 mg/L , lo que puede favorecer procesos de eutrofización si las descargas se mantienen constantes.

El aspecto más crítico se observó en los coliformes termotolerantes, que en producción alcanzaron valores máximos de $33,000 \text{ NMP/100 mL}$, superando ampliamente el límite de $2,000$ en algunos muestreos. Esto implica un riesgo sanitario considerable, especialmente en áreas de uso recreacional o de extracción de recursos marinos. Por el contrario, parámetros como pH (7.71–7.74) y temperatura (16.99–17.97 °C) se mantuvieron estables y dentro de los rangos normativos, con variaciones atribuibles principalmente a factores estacionales más que a la influencia del efluente.

En conjunto, aunque los valores cumplen con los límites normativos, la época de producción muestra un deterioro significativo en la calidad del agua, caracterizado por mayor carga

orgánica, reducción del oxígeno disuelto, picos de nutrientes y contaminación microbiológica. Esto evidencia que el cumplimiento de los ECA no necesariamente garantiza ausencia de impacto ambiental, y que la presión ejercida por los vertimientos industriales puede generar condiciones de riesgo ecológico y sanitario que requieren atención en la gestión ambiental.

Cuadro 3. Efluente industrial tratado por la EIP comparada con los LMP para efluentes de las Establecimientos Industriales Pesqueros de Consumo Humano Directo e Indirecto 2018.

Parámetro	Resultado (media $\pm$ SD, mín-máx)	LMP Pesquero 2018	Observación técnica
Aceites y grasas (mg/L)	16.04 $\pm$ 3.95 (5.4 – 22)	≤ 350	Cumple ampliamente; aporte bajo, sin riesgo significativo.
SST (mg/L)	229 $\pm$ 112.99 (86 – 502)	≤ 700	Cumple, aunque con alta variabilidad; evidencia de sólidos orgánicos en suspensión.
pH	5.49 $\pm$ 0.17 (5.21 – 5.82)	5 – 9	Cumple, pero en el límite inferior; riesgo de acidificación localizada.
DBO ₅ (mg/L)	3473.09 $\pm$ 1383.23 (1783 – 6337)	-	Los resultados indican una fuerte carga orgánica y consumo de oxígeno.
Coliformes termotolerantes (NMP/100 mL)	142,905.5 $\pm$ 175,966.3 (130 – 49,000)	-	Los resultados evidencian contaminación fecal severa y riesgo sanitario.

Calidad del efluente industrial: Los resultados del monitoreo del efluente vertido por la empresa pesquera fueron contrastados con los LMP establecidos en el D.S. N° 010-2018-MINAM, aplicables a establecimientos industriales pesqueros de consumo humano directo e indirecto.

El análisis del efluente industrial muestra un cumplimiento parcial de los LMP Pesquero 2018. Los parámetros regulados —aceites y grasas (16.04 $\pm$ 3.95 mg/L), SST (229 $\pm$ 112.99 mg/L) y pH (5.49 $\pm$ 0.17)— se mantuvieron dentro de los límites establecidos (≤ 350 mg/L, ≤ 700 mg/L y rango 5–9 respectivamente). Sin embargo, otros indicadores relevantes para la calidad ambiental, aunque no contemplados explícitamente en los LMP, evidencian un impacto severo.

La DBO₅, con valores promedio de 3,473 mg/L y máximos de hasta 6,337 mg/L, no figura como parámetro regulado en el LMP 2018. No obstante, su magnitud refleja una carga orgánica extremadamente elevada, capaz de consumir rápidamente el oxígeno disuelto en el cuerpo receptor y generar condiciones de hipoxia o anoxia, con consecuencias directas sobre la biota marina. De manera similar, los coliformes termotolerantes, que alcanzaron valores promedio de 142,905 NMP/100 mL y máximos de 49,000, tampoco están regulados en el LMP, pero constituyen un indicador clave de contaminación fecal severa, con implicancias sanitarias y ecológicas.

El pH, aunque dentro del rango normativo, se mantuvo en el límite inferior (5.2–5.8), sugiriendo una tendencia a acidificación localizada, lo que puede modificar la solubilidad de metales y aumentar la toxicidad en el medio acuático. Por su parte, los SST, aunque cumplen con el límite de 700 mg/L, mostraron una alta variabilidad (86–502 mg/L), lo que refleja descargas irregulares posiblemente asociadas a fluctuaciones en el proceso productivo. Este comportamiento indica que, aunque el promedio se mantenga dentro de norma, existen episodios de mayor carga que pueden incrementar la turbidez y afectar la penetración de luz en el ecosistema.

En conjunto, los resultados evidencian que el efluente industrial cumple con los parámetros regulados por el LMP Pesquero 2018, pero presenta impactos ambientales críticos en indicadores no regulados (DBO₅ y coliformes termotolerantes). Esto pone de relieve una brecha normativa, ya que la ausencia de regulación de estos parámetros no elimina su relevancia ecológica y sanitaria. Por ello, se requiere una gestión más estricta y medidas de tratamiento adicionales para reducir la carga orgánica y microbiológica antes de la descarga al medio marino.

DISCUSIÓN

Los resultados en la bahía de Puerto Malabrigo confirman que el vertimiento de efluentes industriales influye directamente en la variación de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del cuerpo marino receptor. Aunque la mayoría se mantuvo dentro de los límites del ECA Agua 2017 – Categoría 4: E3, la época de producción mostró un deterioro localizado, evidenciado por mayor carga orgánica, reducción del oxígeno disuelto y picos de

coliformes termotolerantes. Esto demuestra que el cumplimiento normativo no asegura ausencia de impacto ecológico.

Durante la veda, los valores bajos de DBO₅ y la estabilidad del oxígeno disuelto reflejaron condiciones favorables y menor presión antrópica, en línea con estudios previos que documentan la capacidad de autodepuración del ecosistema marino en ausencia de descargas industriales (Gutierrez & Plasencia, 2013; Rebaza et al., 2024). En contraste, la producción intensificó la carga orgánica y redujo la oxigenación, patrón consistente con lo reportado en Chimbote y Callao (Cabral, 2020; Ricra, 2022). Aunque el impacto fue menor que en décadas anteriores en Puerto Malabrigo (Varas & Rivero, 2015; Varas, 2016), persiste una presión crónica sobre el ecosistema.

El análisis del efluente industrial mostró cumplimiento de parámetros regulados (aceites y grasas, SST y pH), pero valores críticos en indicadores no regulados como DBO₅ (>3,400 mg/L) y coliformes termotolerantes (>140,000 NMP/100 ml). Estos parámetros explican las alteraciones observadas y evidencian una brecha normativa, coincidiendo con investigaciones en Chancay y Supe Puerto (Campbell, 2021; Cotrina, 2022). La elevada carga orgánica favorece procesos de hipoxia, mientras que la contaminación microbiológica compromete la seguridad ambiental y sanitaria, reforzando la necesidad de tratamientos terciarios más eficientes (Quiroz, 2020).

Finalmente, la comparación histórica muestra una reducción de impactos fisicoquímicos severos respecto a décadas anteriores, lo que sugiere mejoras relativas en la gestión de efluentes. Sin embargo, persisten impactos crónicos asociados a la carga orgánica residual y la contaminación microbiológica, además de presiones adicionales como la contaminación por hidrocarburos vinculada al abastecimiento de flota (Benites & Paredes, 2022). Esto evidencia la necesidad de una gestión ambiental integral que considere todas las fuentes de presión.

CONCLUSIONES

El estudio confirma que los vertimientos industriales de una empresa pesquera CHI influyen significativamente en la calidad ambiental de la bahía de Puerto Malabrigo. Aunque los

parámetros regulados por el ECA Agua 2017 y el LMP Pesquero 2018 se cumplieron en su mayoría, la época de producción evidenció un deterioro localizado, caracterizado por mayor carga orgánica, reducción del oxígeno disuelto y contaminación microbiológica.

La inclusión de parámetros no regulados, como DBO₅ y coliformes termotolerantes, fue clave para explicar las alteraciones observadas, revelando una brecha normativa que limita la capacidad de los LMP para reflejar el riesgo real. La comparación histórica sugiere mejoras en la gestión de efluentes, pero persisten impactos crónicos que requieren atención.

Se concluye que la gestión ambiental en la industria pesquera debe trascender el cumplimiento formal, incorporando mejoras tecnológicas en el tratamiento de efluentes, monitoreos más integrales y una actualización del marco regulatorio que incluya parámetros críticos actualmente no considerados.

RECOMENDACIONES

Se recomienda fortalecer la normativa vigente incorporando parámetros críticos como DBO₅ y coliformes termotolerantes en los LMP, optimizar los sistemas de tratamiento de efluentes con tecnologías complementarias, y ampliar los programas de monitoreo ambiental para incluir tanto parámetros regulados como no regulados. Asimismo, es necesario adoptar un enfoque de gestión preventiva y adaptativa que considere todas las fuentes de impacto, incluyendo descargas industriales, domésticas y actividades complementarias, con el fin de garantizar la sostenibilidad del ecosistema marino de Puerto Malabrigo.

CONFLICTO DE INTERÉS

El autor declara no tener conflicto de interés

CONTRIBUCIÓN DE LA AUTORÍA

Henry M. Arzola Díaz: Conceptualización, Curación de datos, Análisis formal, Investigación, Metodología, Recursos, Software, Supervisión, Validación, Visualización, Escritura – borrador original, Redacción: revisión y edición.

Wilmer Ugarte López: Supervisión, Validación, Redacción: revisión y corrección.

Disponibilidad de datos de investigación Los datos de monitoreo ambiental utilizados en este estudio (periodo 2024–2025) provienen de informes elaborados por un laboratorio acreditado. Los valores procesados y analizados se presentan en las tablas del artículo. Los datos completos pueden solicitarse al autor correspondiente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Atoche, R. (2018). *Biorremediación de efluentes pesqueros con Haloferax sp.*. Revista de Biotecnología Ambiental, 10(3), 70–82.
2. Ávalos, J. (2018). *Optimización de sistemas DAF en plantas pesqueras de Chimbote*. Universidad Nacional del Santa.
3. Benites, R., & Paredes, L. (2022). *Contaminación por hidrocarburos en ecosistemas marino-costeros de Puerto Malabrigo*. Revista Peruana de Ciencias Ambientales, 14(2), 45–58.
4. Bernal, M. (2024). *Gestión ambiental en plantas pesqueras de Ilo: avances y limitaciones*. Revista de Ingeniería Ambiental, 22(1), 33–47.
5. Bruna, P. (2022). *Evaluación de sistemas de tratamiento de efluentes pesqueros en Supe Puerto*. Revista de Tecnología Ambiental, 18(3), 77–89.
6. Cabral, J. (2020). *Impacto de la actividad pesquera industrial en la calidad del agua de Chimbote*. Revista de Ciencias Ambientales, 12(1), 25–40.
7. Campbell, A. (2021). *Presiones ambientales en puertos pesqueros del litoral peruano*. Revista Latinoamericana de Gestión Ambiental, 19(2), 101–115.
8. Cotrina, M. (2022). *Contaminación microbiológica en cuerpos receptores de Supe Puerto*. Revista Peruana de Salud Ambiental, 15(1), 55–68.
9. Gutiérrez, R., & Plasencia, J. (2013). *Recuperación de la calidad del agua en periodos de baja actividad pesquera en Puerto Malabrigo*. Revista Científica del Mar, 9(2), 12–24.
10. Monzón, L. (2021). *Contaminación fecal en ecosistemas marino-costeros de Chimbote*. Revista de Salud Pública y Ambiente, 17(3), 88–99.

11. Quiroz, F. (2020). *Tecnologías integradas para la desinfección de efluentes pesqueros: sistemas biológicos + UV*. Revista de Ingeniería Sanitaria, 26(4), 120–134.
12. Rebaza, P., Vargas, L., & Torres, M. (2024). *Contaminación crónica y acumulación de materia orgánica en sedimentos de Puerto Malabrigo*. Revista Peruana de Ciencias Ambientales, 14(1), 20–36.
13. Ricra, D. (2022). *Variaciones de oxígeno disuelto en zonas de vertimiento industrial en el Callao*. Revista de Ciencias Ambientales, 13(2), 60–72.
14. Varas, J., & Rivero, C. (2015). *Hipoxia y anoxia en ecosistemas marino-costeros de Puerto Malabrigo*. Revista Científica del Mar, 11(1), 33–47.
15. Varas, J. (2016). *Impacto de la actividad pesquera en la calidad del agua de Puerto Malabrigo*. Revista de Ciencias Ambientales, 12(2), 50–62.

Este preprint fue presentado bajo las siguientes condiciones:

- Los autores declaran que se obtuvieron los términos necesarios del consentimiento libre e informado de los participantes o pacientes en la investigación y se describen en el manuscrito, cuando corresponde.
- Los autores declaran que la preparación del manuscrito siguió las normas éticas de comunicación científica.
- Los autores declaran que son conscientes de que son los únicos responsables del contenido del preprint y que el depósito en SciELO Preprints no significa ningún compromiso por parte de SciELO, excepto su preservación y difusión.
- Los autores declaran que los datos, las aplicaciones y otros contenidos subyacentes al manuscrito están referenciados.
- El manuscrito depositado está en formato PDF.
- Los autores declaran que la investigación que dio origen al manuscrito siguió buenas prácticas éticas y que las aprobaciones necesarias de los comités de ética de investigación, cuando corresponda, se describen en el manuscrito.
- Los autores declaran que una vez que un manuscrito es postado en el servidor SciELO Preprints, sólo puede ser retirado mediante solicitud a la Secretaría Editorial deSciELO Preprints, que publicará un aviso de retracción en su lugar.
- Los autores aceptan que el manuscrito aprobado esté disponible bajo licencia [Creative Commons CC-BY](#).
- El autor que presenta el manuscrito declara que las contribuciones de todos los autores y la declaración de conflicto de intereses se incluyen explícitamente y en secciones específicas del manuscrito.
- Los autores declaran que el manuscrito no fue depositado y/o previamente puesto a disposición en otro servidor de preprints o publicado en una revista.
- Si el manuscrito está siendo evaluado o siendo preparando para su publicación pero aún no ha sido publicado por una revista, los autores declaran que han recibido autorización de la revista para hacer este depósito.
- El autor que envía el manuscrito declara que todos los autores del mismo están de acuerdo con el envío a SciELO Preprints.