Revista de Investigaciones
e-ISSN 2077-8686 | ISSN 1997-4035

DOI:10.26788/ri.v15i2.7620
Artículo Original

Evaluación de los impactos de la actividad pesquera en Chimbote y propuesta de mejora, 2024

Assessment of the impacts of fishing activities in Chimbote and proposal for improvement, 2024

Johnny Ángel Vargas Pérez[1,*]

[1] Universidad Nacional de Trujillo, Perú, ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9444-1656, CORREO: ionyvp@hotmail.com

Resumen

La actividad pesquera en la ciudad de Chimbote constituye una fuente relevante de presión sobre el ecosistema marino-costero. La investigación tuvo como objetivo evaluar los impactos ambientales asociados a esta actividad y proponer acciones orientadas a su mitigación, planteando como hipótesis que genera impactos significativos que requieren control inmediato. La investigación se desarrolló en 2024, bajo un enfoque descriptivo, con diseño no experimental y alcance propositivo, utilizando información de los últimos cinco años. Para la identificación de impactos se aplicó una matriz adaptada de Leopold, considerando las actividades de pesca artesanal, consumo humano directo (CHD) e indirecto (CHI), y su interacción con componentes físicos, biológicos y socioeconómicos. Posteriormente, los impactos negativos significativos fueron evaluados mediante la metodología de Conesa, empleando criterios de intensidad, extensión, persistencia, reversibilidad y acumulación. Los resultados evidenciaron que la pesca artesanal genera impactos de baja magnitud, mientras que las actividades industriales presentan impactos significativos negativos, asociados a efluentes con alta carga orgánica, emisiones atmosféricas, residuos sólidos y alteración del hábitat, afectando la calidad del agua, del aire y la salud poblacional. La valoración posterior de estos impactos mediante la metodología de Conesa permitió identificar aquellos clasificados como muy críticos, principalmente relacionados con la contaminación del agua y la bahía, el deterioro de la calidad del aire, la alteración del hábitat y los riesgos para la salud y el bienestar de la población. Se concluye que estos impactos superan la capacidad de carga del ecosistema, confirmando la hipótesis y sustentando la necesidad de implementar medidas de mitigación para mejorar la gestión ambiental del sector.

Palabras clave: Impacto ambiental, industria pesquera, medio marino, mitigación ambiental, pesca.

Abstract

Fishing activity in the city of Chimbote constitutes a relevant source of pressure on the marine-coastal ecosystem. The present study aimed to evaluate the environmental impacts associated with this activity and to propose actions for their mitigation, hypothesizing that it generates significant impacts requiring immediate control. The research was conducted in 2024 under a descriptive approach, with a non-experimental design and a propositional scope, using information from the last five years. For impact identification, an adapted Leopold matrix was applied, considering artisanal fishing, direct human consumption (CHD), and indirect human consumption (CHI), as well as their interaction with physical, biological, and socioeconomic components. Subsequently, significant negative impacts were evaluated using the Conesa methodology, applying criteria such as intensity, extent, persistence, reversibility, and accumulation. The results showed that artisanal fishing generates low-magnitude impacts, whereas industrial activities present significant negative impacts associated with high-organic-load effluents, atmospheric emissions, solid waste, and habitat alteration, affecting water and air quality and population health. The subsequent assessment of these impacts using the Conesa methodology identified impacts classified as very critical, mainly related to marine water and bay contamination, deterioration of air quality, habitat alteration, and risks to population health and well-being. It is concluded that these impacts exceed the ecosystem's carrying capacity, confirming the hypothesis and supporting the need to implement mitigation measures to improve environmental management in the sector.

Keywords: Environmental impact, assessment, fishing industry, marine environment, environmental mitigation, fishing.

Recibido: 08/03/2026
Aceptado: 07/05/2026
Publicado: 30/06/2026
***Autor para correspondencia:** ionyvp@hotmail.com

Cómo citar: Vargas Perez, J. A. (2026). Evaluación de los impactos de la actividad pesquera en Chimbote y propuesta de mejora, 2024. *Revista De Investigaciones, 15*(2), 62-77. https://doi.org/10.26788/ri.v15i2.7620

Introducción

La actividad pesquera desempeña un papel fundamental en la seguridad alimentaria y el desarrollo económico de numerosas regiones costeras a nivel mundial. En este sentido, la Food and Agriculture Organization FAO (2022), destaca su contribución a la provisión de alimentos, mientras que Pauly y Zeller (2016), evidencian su relevancia económica y social. No obstante, cuando no se acompaña de una adecuada gestión ambiental, puede generar impactos negativos sobre los ecosistemas marinos (Duarte et al., 2020).

Estudios han demostrado que la sobreexplotación de los recursos marinos incrementa la vulnerabilidad de los ecosistemas costeros. En particular, la presión antropogénica sobre los océanos ha aumentado significativamente en las últimas décadas, afectando la resiliencia ecológica (Halpern et al., 2019; Sala et al., 2021). En respuesta, los Estados han implementado políticas orientadas a mitigar estos impactos (OECD, 2021; UNEP, 2021).

Estudios de impacto ambiental constituyen herramientas clave para evaluar los efectos de las actividades humanas, al permitir anticipar riesgos y establecer medidas de control (Morgan, 2012). Asimismo, se destaca la necesidad de integrar variables sociales y económicas en su aplicación (Glasson et al., 2019). Sin embargo, en América Latina aún persisten limitaciones en su implementación (Telesetsky, 2022; Bianchi et al., 2021).

Desde una perspectiva ambiental, la contaminación de los ecosistemas marinos ha sido ampliamente documentada. La eutrofización, la descarga de efluentes industriales y la acumulación de contaminantes constituyen factores críticos que deterioran la calidad del agua y generan pérdida de biodiversidad (Wang et al., 2021; Islam y Tanaka, 2004; Kennish, 2021; Le Moal et al., 2019; Moreno et al., 2022).

En el contexto peruano, la actividad pesquera representa uno de los principales pilares de la economía nacional; sin embargo, ha generado impactos ambientales significativos en zonas como la ciudad de Chimbote, donde la concentración de establecimientos industriales pesqueros ha constituido una fuente histórica de presión sobre la bahía El Ferrol.

Según información oficial del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA), hasta agosto de 2023 se habían realizado 633 supervisiones y 144 monitoreos ambientales a establecimientos industriales pesqueros ubicados en la bahía El Ferrol y a las estaciones centrales de bombeo de APROCHIMBOTE y APROFERROL, en el marco de la verificación de sus obligaciones ambientales (OEFA, 2023). Asimismo, se han documentado afectaciones de la calidad ambiental asociadas a descargas de efluentes pesqueros en la bahía (OEFA, 2019).

En este escenario, la descarga de efluentes con alta carga orgánica afecta el equilibrio ecológico, lo que evidencia la necesidad de mejorar los sistemas de tratamiento de aguas residuales e incorporar enfoques de economía circular y reutilización del agua (Crini y Lichtfouse, 2020; Nunes et al., 2021; Silva et al., 2021).

Finalmente, resulta necesario incorporar estrategias innovadoras para mejorar la gestión ambiental del sector pesquero. En este sentido, Ali et al. (2019), evidencian el potencial de materiales avanzados, como nanomateriales y compuestos adsorbentes, mientras que Zhang et al. (2019) destacan el uso de la nanotecnología en la remoción de contaminantes emergentes. En este contexto, el objetivo del estudio es evaluar los impactos ambientales generados por la actividad pesquera en la ciudad de Chimbote y proponer acciones orientadas a su mitigación.

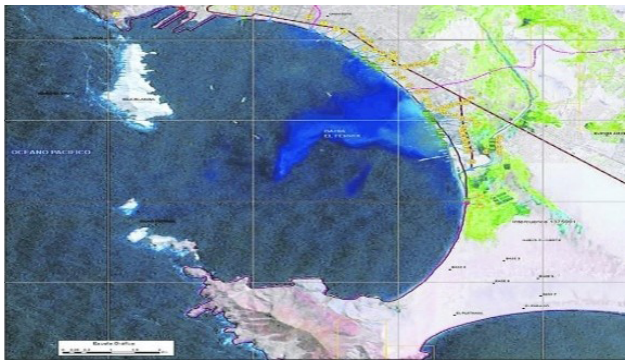
Métodos

Ámbito o lugar de estudio

La provincia del Santa, cuya capital es la ciudad de Chimbote, se ubica en el extremo noroccidental del departamento de Áncash, en la costa norte del Perú. Limita al norte con La Libertad; al este, con Corongo, Pallasca, Yungay y Huaylas; al oeste, con el océano Pacífico; y al sur, con Casma. Esta ubicación determina su estrecha relación con las actividades marítimas y pesqueras (Figura 1).

Figura 1

Vista satelital de la Bahía El Ferrol, Chimbote

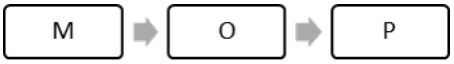


Nota. Imagen tomada de Google Earth (2025). https://earth.google.com.

Descripción de métodos

Diseño metodológico

El diseño metodológico se representó mediante el siguiente esquema:



Donde:

M: Actividad pesquera desarrollada en la provincia del Santa.

O: Impactos ambientales generados por las actividades pesqueras.

P: Propuesta de acciones de mejora orientadas al desarrollo sostenible de la ciudad de Chimbote.

a) Periodo de estudio.

El estudio comprendió el periodo de abril de 2024 a enero de 2025 e incluyó la recopilación documental, la observación de campo y el análisis de los impactos ambientales asociados a la actividad pesquera en la provincia del Santa, con énfasis en Chimbote. La observación de campo se realizó en la bahía El Ferrol, incluyendo el muelle Gildemeister, el DPA Chimbote y el muelle Municipal, así como, recorridos por establecimientos pesqueros y zonas ubicadas en la franja costera de Chimbote, entre ellas Miramar Bajo, La Florida, El Trapecio y la zona industrial 27 de Octubre. Asimismo, se realizaron observaciones de las actividades pesqueras desarrolladas en el entorno marino de la bahía, incluyendo los desembarques de recursos hidrobiológicos y las operaciones realizadas en las chatas, considerando actividades destinadas tanto al consumo humano indirecto (CHI) como al consumo humano directo (CHD).

b) Materiales, insumos e instrumentos.

La investigación se desarrolló bajo un enfoque descriptivo, con diseño no experimental y alcance propositivo. Se emplearon fuentes normativas (Ley General del Ambiente, Ley General de Pesca y normativa del OEFA), así como, informes técnicos de entidades públicas. El registro consideró las actividades observadas y los impactos ambientales asociados.

Se utilizaron guías de observación, listas de cotejo, registros fotográficos y matrices de análisis documental. Para la evaluación de impactos se aplicó una matriz adaptada de Leopold (Leopold et al., 1971), complementada con una matriz cualitativa basada en Conesa (2010), las cuales facilitaron la identificación y análisis de las interacciones entre las actividades pesqueras y los componentes ambientales. La observación de campo se realizó respetando las disposiciones institucionales y los principios de confidencialidad y uso responsable de la información.

c) Variables analizadas.

La variable independiente fue la actividad pesquera y la dependiente, los impactos ambientales. Se analizaron dimensiones relacionadas con calidad del agua, emisiones atmosféricas, residuos sólidos, biodiversidad y aspectos socioeconómicos, lo que permitió evaluar de manera integral la incidencia de las actividades pesqueras sobre el ecosistema.

d) Análisis de prueba

No se aplicaron pruebas estadísticas inferenciales debido al carácter descriptivo y no experimental del estudio. El análisis se realizó mediante técnicas cualitativas y semicuantitativas.

La evaluación de impactos se efectuó mediante la matriz de Leopold adaptada, que permitió identificar interacciones entre actividades

pesqueras y componentes ambientales. Posteriormente, se aplicó la metodología de Conesa (2010), para la valoración cualitativa, considerando criterios como intensidad, extensión, persistencia, reversibilidad y sinergia, lo que permitió jerarquizar los impactos y sustentar la formulación de propuestas de mitigación.

Resultados y Discusión

1. Descripción de las diversas actividades relacionadas a la captura y procesamiento de productos hidrobiológicos en la ciudad de Chimbote

La actividad pesquera en la ciudad de Chimbote comprende procesos de extracción y transformación de recursos hidrobiológicos, correspondientes a las fases primaria y secundaria de la cadena productiva. Estas actividades incluyen la captura de peces, crustáceos y moluscos, destinados tanto al consumo humano directo (CHD) como al consumo humano indirecto (CHI), orientado principalmente a la producción de harina y aceite de pescado (FAO, 2022; Pauly & Zeller, 2016).

1.1 Pesca artesanal

La pesca artesanal se caracteriza por el uso de técnicas tradicionales con bajo nivel tecnológico, desarrollándose mediante embarcaciones de pequeña escala y con predominio del trabajo manual. Su finalidad principal es abastecer el consumo humano directo, principalmente en mercados locales.

En relación con el volumen de desembarque, la distribución de los recursos hidrobiológicos provenientes de la pesca artesanal en el departamento de Áncash durante el periodo 2019 – 2023 (Tabla 1).

Tabla 1

Desembarque de recursos hidrobiológicos por la flota artesanal y menor escala en el departamento de Ancash (2019 – 2023)

Desembarque de recursos marítimos para CHD - ANCASH 2019 - 2023 (TM)							
Puerto/Año	**2019**	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**	**Total**	**%**
Chimbote	213977	131769	121381	84963	106369	658459	78,5
Coishco	29606	40818	29114	18154	40093	157785	18,8
Huarmey	4529	3013	6876	3568	4900	22886	2,7
Total	248112	175600	157371	106685	151362	839130	100

Nota. Datos obtenidos del Ministerio de la Producción del Perú (2023).

Los resultados evidencian que el puerto de Chimbote concentra el 78,5 % del desembarque total, consolidándose como el principal eje de la actividad pesquera artesanal en la región. Asimismo, se observa una tendencia decreciente entre 2019 y 2022, con una ligera recuperación en 2023, lo cual refleja la variabilidad de la actividad.

Este comportamiento coincide con lo señalado por Salas et al. (2021), quienes indican que la pesca artesanal presenta alta sensibilidad frente a cambios en la disponibilidad del recurso y condiciones ambientales. En la misma línea, FAO (2022), sostiene que la sostenibilidad de este sector depende de la gestión adecuada de los recursos y del control de presiones antrópicas.

En cuanto a la infraestructura, los desembarcaderos pesqueros artesanales (DPA) cumplen un rol clave en la cadena productiva, al constituir el punto de transferencia entre la fase extractiva y las etapas de comercialización y procesamiento. En la ciudad de Chimbote se identifican tres principales DPA: el Muelle Municipal, ubicado en la zona industrial 27 de Octubre; el DPA La Caleta; y el muelle Gildemeister, localizado en el sector del Malecón Grau.

Estas infraestructuras presentan condiciones diferenciadas de operatividad y mantenimiento. El DPA La Caleta evidencia un funcionamiento adecuado, facilitando una manipulación eficiente y sanitaria del recurso. En contraste, el muelle Gildemeister presenta deterioro estructural, como corrosión de elementos metálicos y desgaste superficial, lo que afecta la eficiencia del desembarque y las condiciones higiénico-sanitarias del proceso. Por su parte, el Muelle Municipal concentra un alto volumen de descargas de la flota artesanal destinadas al consumo humano directo, constituyéndose como un punto crítico del sistema pesquero local.

Desde una perspectiva analítica, estas diferencias en la infraestructura inciden directamente en la calidad del producto y en la generación de impactos ambientales locales. Al respecto, FAO (2022), señala que las condiciones de los puntos de desembarque influyen en la eficiencia logística y en la inocuidad del recurso, mientras que Salas et al. (2021), advierten que las limitaciones en infraestructura incrementan los riesgos de contaminación y pérdidas postcaptura.

1.2 Pesca industrial

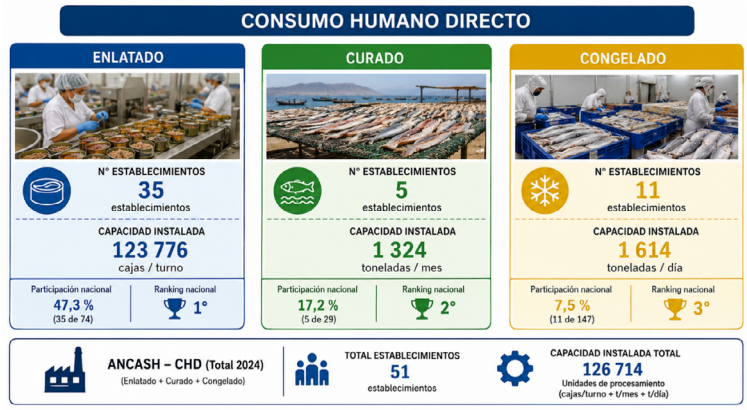
La pesca industrial se caracteriza por el uso de tecnologías avanzadas orientadas a maximizar la captura y procesamiento de recursos hidrobiológicos, principalmente anchoveta. Esta actividad es desarrollada por empresas que operan a gran escala y cuentan con plantas de procesamiento en la bahía de Chimbote. Los resultados obtenidos evidenciaron que esta actividad representa una fuente importante de presión sobre el sistema marino - costero. Esta situación coincide con estudios recientes que señalan que la intensificación de la pesca industrial genera mayores presiones sobre los ecosistemas marinos, especialmente cuando no se implementan medidas adecuadas de gestión ambiental (Nunes et al., 2021; Wang et al., 2021).

1.2.1 Consumo Humano Directo (CHD)

En relación con la distribución de las plantas de procesamiento, se muestra la localización de establecimientos dedicados al consumo humano directo en el departamento de Áncash (Figura 2).

Figura 2

Plantas de procesamiento pesquero en Áncash – CHD



Nota. Figura adaptada según a los datos del Ministerio de la Producción del Perú (2023).

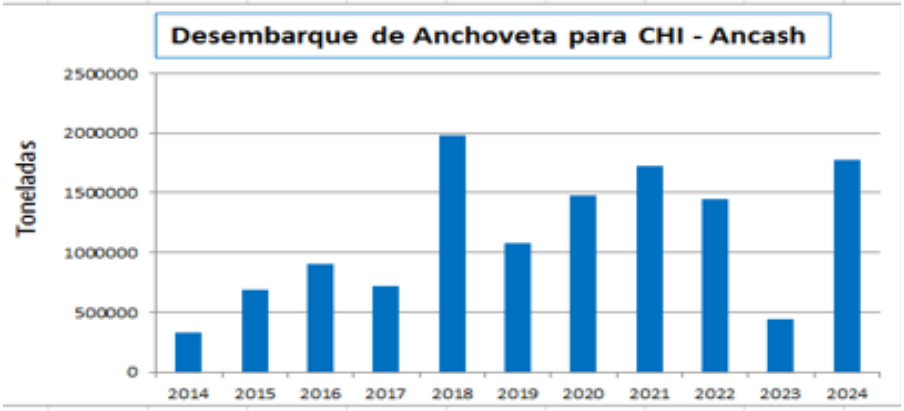
La concentración de estas plantas en zonas cercanas a áreas urbanas evidencia una interacción directa con el entorno ambiental, generando riesgos asociados a la descarga de efluentes y residuos. Según Nunes et al. (2021), este tipo de industrias representa una fuente significativa de contaminación costera cuando no cuentan con sistemas eficientes de tratamiento.

1.2.2 Consumo Humano Indirecto (CHI)

En cuanto a la dinámica de captura de anchoveta, se muestra la variación de los desembarques en el periodo 2014 – 2024. Se observa un comportamiento altamente variable, con incrementos en determinados años y descensos en otros, lo que evidencia la dependencia de factores ambientales y regulatorios (Figura 3).

Figura 3

Variación de los desembarques anchoveta para consumo humano indirecto (CHI) en Áncash (2014-2024)



Nota. Información obtenida partir de datos estadísticos del Banco Central de Reserva del Perú (2025)

Estos resultados coinciden con lo planteado por Pauly & Zeller (2020), quienes señalan que las pesquerías industriales presentan fluctuaciones debido a la sobreexplotación y la variabilidad oceanográfica. Asimismo, Wang et al. (2021), destacan que los cambios en la disponibilidad del recurso están asociados a procesos de alteración ambiental en ecosistemas marinos.

Se presenta la ubicación de las plantas de procesamiento CHD y CHI en la bahía de Chimbote (Figura 4).

Figura 4

Bahía de Chimbote: vista satelital y ubicación de las fábricas pesqueras



Nota. Imagen satelital obtenida de Google Earth (2025) y adaptada por el autor.

La proximidad de estas plantas a zonas urbanas y cuerpos de agua evidencia una alta presión ambiental, incrementando el riesgo de contaminación marina y urbana. En este contexto, Crini & Lichtfouse (2020), señalan que la descarga de efluentes sin tratamiento adecuado constituye una de las principales causas de degradación de ecosistemas costeros.

En conjunto, los resultados evidencian que la actividad pesquera en la ciudad de Chimbote presenta una clara diferenciación entre los sistemas artesanal e industrial, siendo este último el que concentra mayores volúmenes de extracción y presión sobre los recursos hidrobiológicos. Estos hallazgos coinciden con la literatura reciente, que señala que la pesca industrial, debido a su escala operativa, ejerce mayor influencia sobre

la disponibilidad de recursos y la dinámica del ecosistema marino. En este sentido, los resultados evidencian que la actividad pesquera no solo implica un aprovechamiento económico del recurso, sino que también genera presiones significativas sobre el entorno. Asimismo, la principal contribución del estudio radica en presentar una caracterización diferenciada y contextualizada de la actividad pesquera en Chimbote, integrando variables productivas y ambientales que permiten comprender con mayor precisión su incidencia en el sistema marino-costero.

2. Identificación de los principales contaminantes provenientes de la actividad pesquera artesanal e industrial

En la ciudad de Chimbote, la actividad pesquera - artesanal e industrial - genera diversos contaminantes que impactan de manera diferenciada el ambiente marino - costero. Se identifican fuentes asociadas a residuos sólidos, efluentes líquidos y emisiones atmosféricas y físicas, cuya magnitud y persistencia varían según el tipo de actividad, afectando componentes físico - químicos, biológicos y socioambientales del ecosistema.

En la pesca artesanal, los principales contaminantes provienen de las actividades de desembarque y manipulación de recursos hidrobiológicos en muelles. Durante estas operaciones se produce la descarga directa de residuos orgánicos - sangre, escamas, vísceras y restos de pescado, incrementando la carga orgánica del agua y favoreciendo procesos de descomposición anaerobia. Asimismo, la interacción de aves marinas, como pelícanos y gaviotas, contribuye a la dispersión de materia orgánica y a la contaminación cruzada, afectando la calidad sanitaria del entorno (FAO, 2022; Lobach et al., 2021).

La limpieza de bodegas de embarcaciones implica el vertimiento de residuos orgánicos y aceites sin tratamiento previo. A ello se suman derrames de hidrocarburos durante el abastecimiento de combustible y mantenimiento, así como, la disposición inadecuada de residuos sólidos, incluyendo plásticos y redes en desuso, lo que contribuye a la degradación de hábitats costeros. Aunque de menor escala, estos impactos pueden ser acumulativos si no se gestionan adecuadamente (Jambeck et al., 2015; Lebreton et al., 2018).

En la actividad pesquera industrial, los principales contaminantes se asocian a los efluentes líquidos generados en los procesos de transformación, especialmente en plantas de consumo humano indirecto (CHI). Destacan el agua de bombeo, el agua de cola y la sanguaza, caracterizados por altas concentraciones de materia orgánica, grasas y sólidos suspendidos. Sin tratamiento adecuado, estos efluentes provocan eutrofización, disminución del oxígeno disuelto y alteraciones en la dinámica ecológica de los ecosistemas marinos receptores (Taconet et al., 2015; Wu et al., 2022).

Asimismo, la descarga de efluentes industriales al alcantarillado o directamente al mar, particularmente en plantas no conectadas a emisores submarinos, constituye una fuente relevante de contaminación en la bahía de Chimbote. Esta problemática evidencia limitaciones en la fiscalización ambiental en contextos de países en desarrollo (Islam et al., 2020; UNEP, 2021).

En cuanto a las emisiones atmosféricas, la industria pesquera, especialmente en la producción de harina y aceite de pescado, genera material particulado, compuestos orgánicos volátiles y gases de combustión. Estas emisiones, originadas en el almacenamiento, secado, transporte neumático y operación de calderas, deterioran la calidad del aire y generan olores ofensivos en zonas urbanas, con efectos adversos sobre la salud y el bienestar de la población expuesta (Zhang et al., 2021; Liu et al., 2023).

Por otro lado, las emisiones no materiales, como ruido y vibraciones, constituyen un componente relevante de la contaminación industrial. Generadas por maquinaria y operaciones de descarga, pueden superar los niveles recomendados, afectando la salud ocupacional y la calidad de vida (WHO, 2021; Basner et al., 2020).

En conjunto, los resultados evidencian que, aunque la pesca artesanal genera contaminantes de menor escala, su acumulación y manejo inadecuado contribuyen al deterioro ambiental local. No obstante, la actividad pesquera industrial

concentra mayores niveles de contaminación debido a la magnitud de sus operaciones y a la generación de efluentes, emisiones y residuos de alta carga contaminante, en concordancia con la literatura reciente (UNEP, 2021; Wu et al., 2022).

Los resultados permiten identificar que ambas modalidades generan contaminantes de diversa naturaleza, siendo la actividad industrial la principal fuente de presión ambiental. En este sentido, los resultados evidencian que la presencia de estos contaminantes requiere atención prioritaria. La novedad del estudio radica en la identificación contextualizada de estos contaminantes en la bahía de Chimbote, diferenciando sus fuentes y comportamiento dentro del sistema ambiental, lo que constituye una base técnica para su gestión y control.

3. Identificación de los impactos de la industria pesquera sobre el medio ambiente de la ciudad de Chimbote

Las actividades antrópicas generan impactos sobre el entorno natural, los cuales pueden manifestarse como efectos positivos o negativos en los ecosistemas. En el caso de la actividad pesquera, su intensificación en zonas costeras industrializadas genera presiones significativas sobre los sistemas marinos y urbanos (Food & Agriculture Organization, 2022; Islam & Tanaka, 2004).

Las aguas costeras de Chimbote han sido utilizadas históricamente como receptoras de efluentes provenientes de la industria pesquera, principalmente del subsector de consumo humano indirecto, generando impactos negativos persistentes. Entre los principales efluentes destacan el agua de bombeo, la sanguaza y el agua de cola, caracterizados por altas concentraciones de materia orgánica y grasas, los cuales inducen procesos de eutrofización y disminución del oxígeno disuelto, afectando la biodiversidad marina (Naylor et al., 2021; FAO, 2022). Si bien el emisor submarino APROFERROL contribuye parcialmente a la gestión de estos residuos, la existencia de plantas no conectadas continúa generando presión ambiental.

En la industria conservera, los efluentes provenientes de procesos de lavado con detergentes, soda cáustica y residuos sólidos, así como. el licor de precocción y aguas de esterilización, son descargados al mar o al alcantarillado mediante conexiones informales. Esta práctica genera contaminación tanto en áreas costeras como urbanas, situación reportada en contextos similares de países en desarrollo (Islam & Tanaka, 2021). Este problema se intensifica en la zona industrial "27 de Octubre" y en asentamientos como Miramar Bajo, La Florida y El Trapecio, donde se registran colapsos recurrentes del sistema de desagüe.

Asimismo, la decantación de aceites en pozas improvisadas y su posterior vertimiento al mar con alta carga orgánica incrementa la contaminación y vulnerabilidad del ecosistema. Este tipo de descargas afecta las cadenas tróficas marinas y contribuye al deterioro de los ecosistemas costeros (Tacon y Metian, 2015). A ello se suma la pesca artesanal, que, aunque de menor escala, genera impactos acumulativos.

En cuanto a las emisiones atmosféricas, las plantas pesqueras ubicadas en zonas urbanas, como Miramar, La Florida, La Libertad y El Trapecio liberan material particulado, amoníaco, sulfuros y compuestos orgánicos volátiles, deteriorando la calidad del aire. La exposición prolongada a estos contaminantes se asocia con enfermedades respiratorias, especialmente en poblaciones vulnerables (World Health Organization, 2021; Landrigan et al., 2018).

Esta problemática se evidencia en asentamientos colindantes a la zona industrial "27 de Octubre", como el A.H. 15 de Abril, donde la población está expuesta de forma continua a olores, ruido y emisiones contaminantes, afectando su calidad de vida. De manera similar, en espacios como el mercado Miramar, la dispersión de contaminantes puede comprometer la inocuidad de los alimentos, representando un riesgo sanitario (World Health Organization, 2021).

En conjunto, los resultados evidencian que la actividad pesquera industrial concentra los mayores impactos ambientales debido a la magnitud de sus operaciones y a la generación de efluentes, emisiones y residuos de alta carga contaminante, en concordancia con la literatura

reciente (Naylor et al., 2021; FAO, 2022; Islam & Tanaka, 2004).

El análisis demuestra que estos impactos afectan de manera significativa los componentes abióticos, bióticos y socioeconómicos, incluyendo la calidad del agua, del aire y la salud de la población. En este contexto, los resultados evidencian que la actividad pesquera genera impactos que superan la capacidad de asimilación del entorno. Como aporte, el estudio incorpora un enfoque territorial aplicado que evidencia la manifestación específica de estos impactos en sectores de la ciudad de Chimbote, contribuyendo a una comprensión más precisa de la problemática ambiental local.

4. Aplicación de la metodología de evaluación de impactos ambientales para identificar los de mayor relevancia.

Se diseñó y aplicó una matriz de evaluación de impactos ambientales de la actividad pesquera, basada en una adaptación de la matriz de Leopold (Leopold et al., 1971), ampliamente utilizada por su capacidad para identificar y sistematizar las interacciones entre acciones antrópicas y componentes del medio ambiente. Esta metodología ha sido validada como un instrumento eficaz para el análisis integral de impactos en ecosistemas costeros e industriales, permitiendo establecer relaciones causa - efecto entre actividades productivas y factores ambientales (Toro et al., 2021; Glasson et al., 2019) (Tabla 2).

En la matriz se integraron las principales actividades pesqueras desarrolladas en la ciudad de Chimbote como pesca artesanal, consumo humano directo (CHD) y consumo humano indirecto (CHI) y su interacción con factores físico - químicos, biológicos y socioeconómicos, tales como calidad del agua, temperatura, aire, suelo, hábitat, flora, fauna, aves, ictiofauna, crustáceos, microfauna, paisaje, salud, bienestar, seguridad, actividades económicas y uso recreativo del litoral.

Tabla 2

Matriz de Evaluación de Impactos Ambientales de la Actividad Pesquera en Chimbote

Factor Ambiental Susceptible	Pesca Artesanal	Consumo Humano Directo (CHD)	Consumo Humano Indirecto (CHI)	Residuos y Emisiones
Agua (Calidad, Mar, Temp.)	Moderado a Bajo (-2 a -5)	Negativo Alto (-6 a -10)	Severo (-8 a -10)	Crítico (-10 / 10)
Suelo (Contaminación, Erosión)	Sin impacto	Moderado (-3 a -8)	Negativo Alto (-5 a -7)	Crítico (-10 / 10)
Aire (Gases, Ruido, Temp.)	Sin impacto	Moderado a Alto (- 3 a -10)	Alto (-4 a -10)	Crítico (-8 a -10)
Flora y Fauna (Hábitat, Especies)	Bajo (-1 a -5)	Negativo Alto (-3 a -9)	Severo (-3 a -10)	Crítico (-7 a -10)
Usos del Territorio	Bajo (-1 a -4)	Variado (-3 a -5 / +2)	Crítico (-4 a -10 / +9)	Severo (-6 a -10)
Aspecto Socioeconómico (Empleo)	Positivo (+2 a +8)	Positivo (+3 a +9)	Positivo (+4 a +10)	Neutral / No aplica
Salud, Calidad de Vida y Olores	Bajo (-1 a -2)	Negativo Alto (-3 a -10)	Severo (-5 a -10)	Crítico (-8 a -10)

Nota. Nota. Adaptado de Matriz para la evaluación de impactos ambientales de la actividad pesquera en Chimbote, la evaluación utiliza una escala de magnitud (M) e importancia (I) de 1 a 10.

El análisis de la matriz evidencia que la pesca artesanal genera impactos de baja magnitud, generalmente no significativos, lo cual coincide con estudios que señalan que su escala limita efectos severos frente a actividades industriales (FAO, 2022; Salas et al., 2021). Los principales impactos se concentran en los desembarcaderos pesqueros artesanales (DPA), donde la acumulación de residuos orgánicos y la manipulación de recursos producen alteraciones puntuales en flora y fauna. No obstante, esta actividad presenta impactos positivos en términos de empleo, seguridad alimentaria y dinamización económica. En conjunto, no representa una amenaza significativa para el equilibrio ambiental, aunque requiere mejoras en la gestión de residuos y condiciones de desembarque.

En contraste, las actividades de consumo humano directo (CHD) generan impactos significativos. Los desembarques en los muelles Municipal y Gildemeister contaminan con turbidez, sanguaza, hidrocarburos y residuos sólidos, afectando los componentes bióticos. Además, el procesamiento en conserveras fuera de la zona industrial "27 de Octubre" representa un punto crítico al descargar efluentes sin tratar al mar o alcantarillado por carecer de conexión al emisor submarino APROFERROL (UNEP, 2021; FAO, 2022).

Los principales impactos identificados con la matriz de Leopold son la alteración de la calidad y temperatura del agua, contaminación de orillas, erosión costera, deterioro del aire, ruido, olores ofensivos, colapso del alcantarillado y vectores. Originados por el desembarque, procesamiento y manejo de residuos del consumo humano directo (CHD) e indirecto (CHI), estos efectos negativos perjudican el ambiente y la salud pública, incrementando las enfermedades respiratorias en zonas costeras (WHO, 2021; Gutiérrez et al., 2022).

En el consumo humano indirecto (CHI), la escala industrial genera impactos severos en agua, aire y hábitat, afectando la biodiversidad, la pesca artesanal y el uso recreativo del litoral. Estos hallazgos concuerdan con estudios que identifican a la pesquería intensiva como una fuente principal de contaminación costera (Naylor et al., 2021; Boyd et al., 2020).).

El análisis integrado de vertidos y emisiones evidencia que los residuos líquidos, descargas térmicas y emisiones atmosféricas generan impactos negativos significativos sobre el ecosistema marino, incluyendo afectación a flora, fauna y procesos ecológicos, así como riesgos para la salud, la navegación y el uso recreativo. Asimismo, la inadecuada gestión de residuos sólidos contribuye al deterioro ambiental urbano y a la reducción de la calidad de vida.

Una vez concluido el análisis de la matriz adaptada de Leopold se desarrolló una evaluación cualitativa y cuantitativa de los impactos negativos significativos identificados. Para ello, se aplicó la metodología de Conesa (2010), basada en criterios como magnitud, extensión, persistencia, reversibilidad, acumulación e intensidad, ampliamente utilizada para la jerarquización de impactos (Canter, 2020; Toro et al., 2021). Debido a limitaciones de extensión, se presenta el caso representativo del procesamiento en plantas conserveras (Figura 5).

Figura 5

Matriz de valoración cualitativa y cuantitativa del impacto ambiental adaptada del método de Conesa para la actividad pesquera, según su grado de criticidad

METODO PARA CONSOLIDAR IMPACTOS													
		CONSUMO HUMANO DIRECTO											
		Procesamiento de Plantas conserveras											
ACTIVIDAD	POSIBLES IMPACTOS	EVALUACIÓN										CONCLUSIÓN	IMPACTO
		IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	RC		
PROCESAMIENTO DE PLANTAS CONSERVERAS	1. Contaminación agua marina	4	3	4	4	3	4	4	4	4	3	79	MUY CRITICO
	2. Calidad agua de mar	4	3	4	4	3	4	2	4	4	3	75	MUY CRITICO
	3. Temperatura del agua	3	2	4	3	2	4	2	4	4	2	60	CRITICO
	4. Contaminac. del suelo (orilla)	4	4	3	4	3	4	4	4	4	2	77	MUY CRITICO
	5. Erosión	2	3	1	3	4	2	2	2	3	2	55	CRITICO
	6. Calidad del aire (gases, etc.)	4	4	4	4	2	4	2	4	4	3	75	MUY CRITICO
	7. Ruidos y vibraciones	3	1	4	2	1	2	2	4	3	2	48	SEVERO
	8. Alteración del hábitat	3	3	3	3	3	2	4	4	4	3	69	CRITICO
	9. Contaminación de la bahia	4	4	4	4	4	4	4	4	4	8	100	MUY CRITICO
	10. Parques y reservas	2	2	2	3	3	2	2	2	3	2	51	CRITICO
	11. Malos olores	4	2	4	3	3	3		4	3	2	60	CRITICO
	12. Calidad de Vida	2	2	2	1	1	2		2		1	29	SEVERO
	13. Salud, bienestar y seguridad	3	3	2	2				2	2	1	35	SEVERO
	14. Alcantarillado	1	1	4	1		2		2	2	1	26	SEVERO
	15. vectores de enfermedades	2	2	2	2		2		2	2	1	31	SEVERO

LEYENDA	
Moderado	25 <
Severo	25 ≥ 50 <
Crítico	50 ≥ 75 <
Muy Crítico	75 ≥

Nota. Matriz de valoración cualitativa y cuantitativa de los impactos ambientales mediante la metodología de Conesa, aplicada al procesamiento de plantas conserveras.

Se presenta los resultados consolidados del método de Conesa, estos resultados evidencian que la actividad pesquera en Chimbote genera impactos antrópicos de alta significancia sobre los componentes del sistema ambiental, cuya magnitud y persistencia superan la capacidad de carga del ecosistema marino-costero. En consecuencia, se confirma la de investigación y se sustenta la necesidad de implementar medidas urgentes de mitigación y gestión ambiental. Se muestra el consolidado de los impactos ambientales significativos identificados mediante la matriz de valoración de Conesa para las principales actividades pesqueras analizadas, correspondientes a los impactos clasificados como muy críticos (Tabla 3).

Tabla 3

Consolidado de impactos ambientales significativos según la matriz de valoración

Resumen de la matriz de valoración cualitativa de los impactos ambientales (con los impactos de mayor importancia)			
Fuentes de posibles impactos	Actividades	Resultados Impactos de mayor importancia	
Consumo Humano Directo (CHD)	Procesamiento de plantas conserveras	Contaminación agua marina	Muy Crítico
		Calidad del agua del mar	Muy Crítico
		Contaminación de la orilla (suelo)	Muy Crítico
		Calidad del aire (gases, material particulado, etc.)	Muy Crítico
		Contaminación de la bahía	Muy Crítico
Consumo Humano Indirecto (CHI)	Desembarque en Chatas y/o Muelles	Contaminación de la orilla (suelo)	Muy Crítico
	Procesamiento de plantas de harina y/o aceite de pescado	Calidad del aire (gases, material particulado, etc.)	Muy Crítico
		Contaminación de la Bahía	Muy Crítico
Vertido de residuos y emisiones (CHD+CHI)	Vertidos en el mar (De establecimientos y lanchas)	Contaminación agua marina	Muy Crítico
		Calidad agua de mar	Muy Crítico
		Temperatura del agua	Muy Crítico
		Erosión	Muy Crítico
		Alteración del hábitat (Flora y fauna)	Muy Crítico
		Aves	Muy Crítico
		Ictiofauna	Muy Crítico
		Crustáceos	Muy Crítico
		Microfauna	Muy Crítico
		Contaminación de la Bahía	Muy Crítico
		Malos olores	Muy Crítico
	Emisiones atmosféricas	Calidad del aire (gases, material particulado, etc.)	Muy Crítico
		Residencial	Muy Crítico
		Salud, bienestar y seguridad	Muy Crítico
	Disposición de residuos sólidos	Contaminación agua marina	Muy Crítico
		Calidad agua de mar	Muy Crítico
		Contaminación del suelo (orilla)	Muy Crítico
		Alteración del hábitat (Flora y fauna)	Muy Crítico
		Aves	Muy Crítico
		Caza o Pesca	Muy Crítico
		Zonas de recreo (playas)	Muy Crítico
		Contaminación de la Bahía	Muy Crítico
		Vectores de enfermedades	Muy Crítico

Nota. Consolidado de los impactos ambientales significativos identificados mediante la matriz de valoración de Conesa.

5. Propuesta de acciones para la mitigación y mejora de los impactos significativos de la actividad pesquera en la ciudad de Chimbote

A partir del análisis integral y mediante las matrices de Leopold (1971) y Conesa (2010), se formularon propuestas para mitigar los impactos significativos y muy críticos, priorizándolos según su magnitud, extensión, persistencia y reversibilidad. La literatura respalda estas estrategias integradas para reducir la presión en ecosistemas costeros (UNEP, 2021; FAO, 2022).

Las acciones se diseñaron mediante un enfoque técnico-participativo en una mesa de especialistas en gestión ambiental e ingeniería pesquera. Esto permitió integrar criterios normativos y operativos con la realidad productiva local, asegurando la viabilidad de las medidas.

Las propuestas priorizan la reducción de efluentes, control de emisiones, gestión de residuos, minimización de ruido y fortalecimiento de la fiscalización en el consumo humano directo (CHD) e indirecto (CHI). La adopción de estas tecnologías y planes responde a principios de producción más limpia y economía circular (OECD, 2021; World Bank, 2022)

Asimismo, se plantean medidas preventivas y correctivas para optimizar procesos y reducir contaminantes en la fuente. Se destaca la conexión obligatoria de los establecimientos al emisor submarino APROFERROL para garantizar el cumplimiento de los Límites Máximos Permisibles antes del vertido.

Se presenta la propuesta consolidada, la cual sintetiza las acciones planteadas como instrumento estratégico para reducir impactos ambientales, optimizar procesos productivos y contribuir al equilibrio entre desarrollo económico y conservación ambiental en Chimbote (Tabla 4).

Tabla 4

Acciones estratégicas para la mitigación de impactos ambientales más significativos de la actividad pesquera en Chimbote.

Propuesta de acciones para la mejora de la actividad pesquera				
Fuentes de Impactos	**Actividad**	**Impactos Significativos**	**Componente ambiental afectado**	**Propuesta**
Consumo Humano Directo (CHD)	Procesamiento de plantas conserveras	Descarga de efluentes con alta carga orgánica y sustancias químicas al mar y alcantarillado.	Agua marina y sistema de saneamiento urbano	Implementación de trenes de tratamiento integrados: pretratamiento (tamizado, desarenado), fisicoquímico (coagulación–floculación, flotación por aire disuelto) y biológico (aeróbico/anaerobio), con control de DBO_5, DQO, SST y grasas, asegurando cumplimiento de LMP de PRODUCE.
		Emisiones atmosféricas odoríferas y material particulado en zonas urbanas.	Aire (calidad y salud de la población)	Implementación de sistemas de control de emisiones (biofiltros, scrubbers y condensadores), con monitoreo continuo de compuestos odoríferos y material particulado.
Consumo Humano Indirecto (CHI)	Desembarque en Chatas y/o Muelles	Contaminación del agua y orillas por sanguaza, restos orgánicos y residuos de hidrocarburos	Agua marina y orillas (ecosistema costero y fauna asociada)	Implementación de sistemas de contención y conducción de efluentes hacia tratamiento autorizado, evitando vertimientos directos al mar.
	Procesamiento de harina y aceite de pescado	Descargas térmicas y efluentes con elevada carga orgánica.	Agua marina (calidad y equilibrio del ecosistema costero)	Recuperación y recirculación de carga orgánica (agua de cola) mediante separación sólido-líquido, reduciendo carga y temperatura del efluente final.
	Vertimientos en el mar	Deterioro de la calidad del agua marina y afectación del hábitat.	Agua marina (calidad, temperatura y hábitat)	Monitoreo y control de vertimientos en origen, verificando cumplimiento de LMP antes de descarga al emisor submarino.
Vertido de residuos y emisiones (CHD+CHI)	Emisiones atmosféricas	Olores ofensivos y gases contaminantes	Aire (calidad y bienestar)	Optimización de sistemas de combustión y secado industrial con control de emisiones y eficiencia térmica.
	Disposición de residuos sólidos	Contaminación del suelo y proliferación de vectores	Suelo y ecosistema costero (incluye salud pública)	Implementación de gestión integral de residuos: segregación, valorización y disposición final en infraestructura autorizada.

Nota. Consolidado de las fuentes de impacto, actividades, impactos significativos negativos y componentes ambientales afectados, identificados y valorados mediante las matrices adaptadas de Leopold y Conesa.

La aplicación de la matriz de Leopold y la metodología de Conesa permitió identificar y jerarquizar los impactos más significativos, evidenciando que las actividades de CHD, CHI y los vertidos y emisiones generan impactos muy críticos sobre el ecosistema marino-costero y el entorno urbano. Estos resultados confirman la hipótesis de investigación y son consistentes con enfoques metodológicos reconocidos en evaluación ambiental. Como aporte, el estudio integra ambas metodologías en un contexto territorial específico, permitiendo priorizar impactos y sustentar medidas de mitigación efectivas.

Conclusiones

Los resultados evidencian que la actividad pesquera en la ciudad de Chimbote constituye un sistema productivo dinámico, cuya diferenciación entre pesca artesanal, consumo humano directo (CHD) y consumo humano indirecto (CHI) determina distintos niveles de presión sobre el ecosistema marino-costero. En este contexto, las actividades industriales concentran la mayor intensidad operativa y, en consecuencia, la mayor generación de impactos ambientales.

El análisis de los contaminantes permitió identificar la generación de residuos líquidos, sólidos y emisiones atmosféricas, destacando los efluentes industriales como agua de bombeo, sanguaza y agua de cola por su alta carga contaminante. Esta problemática se intensifica por prácticas inadecuadas de disposición y por la operación de instalaciones sin sistemas eficientes de tratamiento, incrementando la presión sobre el medio marino y el entorno urbano. En términos de impactos, se determinó una afectación significativa sobre los componentes abióticos, bióticos y socioeconómicos, evidenciada en la degradación de la calidad del agua, el deterioro del aire, la alteración del hábitat y efectos en la salud y calidad de vida de la población, superando en algunos casos la capacidad de resiliencia del ecosistema.

La aplicación de la matriz de Leopold y la metodología de Conesa permitió identificar y jerarquizar los impactos más relevantes, destacando como muy críticos aquellos asociados al procesamiento industrial, vertimientos y emisiones. Este enfoque proporcionó una base técnica sólida para la priorización de acciones de intervención.

En función de estos resultados, se formularon propuestas orientadas a la mitigación y control de los impactos, centradas en el tratamiento de efluentes, control de emisiones, gestión de residuos y fortalecimiento de la fiscalización ambiental, constituyendo un aporte aplicado y contextualizado para mejorar el desempeño del sector pesquero en Chimbote. En conjunto, los resultados confirman la hipótesis de investigación, evidenciando que la actividad pesquera genera impactos ambientales significativos que requieren acciones de mitigación. Asimismo, el estudio aporta un enfoque integral que articula herramientas de evaluación ambiental con la realidad territorial, contribuyendo a la comprensión y gestión sostenible del sistema pesquero.

Agradecimientos

El autor expresa su especial agradecimiento al Dr. Iván Reyes López por su valiosa orientación académica, apoyo constante y acompañamiento durante el desarrollo de la investigación. Asimismo, se reconoce a la Escuela de Postgrado de la Universidad Nacional de Trujillo por el respaldo institucional y el acceso a espacios de intercambio académico que contribuyeron al fortalecimiento del presente estudio.

Referencias

Ali, I., Alharbi, O. M. L., Alothman, Z. A., Badjah, A. Y., & Alwarthan, A. (2019). Artificial neural network modeling of amine-modified magnetic nanoparticles for wastewater treatment. *Journal of Molecular Liquids, 274*, 566–572. https://doi.org/10.1016/j.molliq.2018.10.144

Banco Central de Reserva del Perú. (2025). *Series estadísticas* [Base de datos]. https://estadisticas.bcrp.gob.pe

Basner, M., McGuire, S., & WHO Environmental Noise Guidelines Development Group. (2020). WHO environmental noise guidelines for the European Region: A systematic review.

International Journal of Environmental Research and Public Health, 17(2), 1–12. https://doi.org/10.3390/ijerph17020404

Bianchi, M., Hall-Spencer, J. M., & Milazzo, M. (2021). Ocean acidification impacts on coastal ecosystems. *Marine Pollution Bulletin, 170*, 112645. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112645

Boyd, C. E., McNevin, A. A., Davis, R. P., & Godumala, R. (2020). Resource use in fisheries and aquaculture. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture, 28*(4), 449–465. https://doi.org/10.1080/23308249.2020.1764817

Canter, L. W. (2020). *Environmental impact assessment*. McGraw-Hill.

Conesa Fernández-Vítora, V. (2010). *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental* (4.ª ed.). Mundi-Prensa.

Crini, G., & Lichtfouse, E. (2020). Advantages and disadvantages of techniques used for wastewater treatment. *Environmental Chemistry Letters, 17*, 145–155. https://doi.org/10.1007/s10311-018-0785-9

Duarte, C. M., Agustí, S., Barbier, E., Britten, G. L., Castilla, J. C., Gattuso, J. P., & Fulweiler, R. W. (2020). Rebuilding marine life. *Nature, 580*, 39–51. https://doi.org/10.1038/s41586-020-2146-7

Food and Agriculture Organization. (2022). *The state of world fisheries and aquaculture 2022*. FAO. https://www.fao.org

Glasson, J., Therivel, R., & Chadwick, A. (2019). *Introduction to environmental impact assessment* (5th ed.). Routledge.

Google. (2025). *Google Earth*. https://earth.google.com

Gutiérrez, J. P., García, M., & Torres, L. (2022). Air pollution and respiratory diseases in urban coastal zones. *Environmental Health Perspectives, 130*(4), 047001. https://doi.org/10.1289/EHP9876

Halpern, B. S., Frazier, M., Potapenko, J., Casey, K. S., Koenig, K., & Katona, S. (2019). Recent pace of change in human impact on the world's ocean. *Scientific Reports, 9*, 11609. https://doi.org/10.1038/s41598-019-47201-9

Islam, M. S., & Tanaka, M. (2004). Impacts of pollution on coastal ecosystems. *Marine Pollution Bulletin, 48*(7–8), 624–649. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2003.12.004

Islam, M. S., Rahman, M. M., & Hossain, M. B. (2020). Industrial pollution in coastal zones. *Environmental Nanotechnology, Monitoring & Management, 14*, 100349. https://doi.org/10.1016/j.enmm.2020.100349

Jambeck, J. R., Geyer, R., Wilcox, C., Siegler, T. R., Perryman, M., & Andrady, A. (2015). Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science, 347*(6223), 768–771. https://doi.org/10.1126/science.1260352

Kennish, M. J. (2021). Coastal salt marsh systems. *Estuaries and Coasts, 44*, 1–25. https://doi.org/10.1007/s12237-020-00770-3

Landrigan, P. J., Fuller, R., Acosta, N. J. R., Adeyi, O., Arnold, R., & Basu, N. (2018). The Lancet Commission on pollution and health. *The Lancet, 391*(10119), 462–512. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)32345-0

Lebreton, L., Slat, B., Ferrari, F., Sainte-Rose, B., Aitken, J., & Marthouse, R. (2018). Evidence that the Great Pacific Garbage Patch is rapidly accumulating plastic. *Scientific Reports, 8*, 4666. https://doi.org/10.1038/s41598-018-22939-w

Le Moal, M., Gascuel-Odoux, C., Ménesguen, A., Souchon, Y., & Etrillard, C. (2019). Eutrophication: A new wine in an old bottle? *Science of the Total Environment, 651*, 1–11. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.09.139

Leopold, L. B., Clarke, F. E., Hanshaw, B. B., & Balsley, J. R. (1971). *A procedure for evaluating environmental impact*. U.S. Geological Survey.

Liu, Y., Chen, X., & Zhang, Q. (2023). Air pollution and human health risks. *Environmental*

Research, 216, 114567. https://doi.org/10.1016/j.envres.2022.114567

Løbach, S., Bakkelund, K., & Johnsen, G. (2021). Marine contamination from fish processing. *Marine Environmental Research, 167*, 105268. https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2021.105268

Ministerio de la Producción del Perú. (2023). *Estadísticas pesqueras y acuícolas*. https://www.gob.pe/produce

Morgan, R. K. (2012). Environmental impact assessment: The state of the art. *Impact Assessment and Project Appraisal, 30*(1), 5–14. https://doi.org/10.1080/14615517.2012.661557

Moreno, A., Castro, M., & Ríos, F. (2022). Coastal ecosystem degradation. *Ocean & Coastal Management, 225*, 106226. https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2022.106226

Naylor, R. L., Hardy, R. W., Buschmann, A. H., Bush, S. R., Cao, L., & Klinger, D. H. (2021). A 20-year retrospective review of aquaculture. *Nature, 591*, 551–563. https://doi.org/10.1038/s41586-021-03308-6

Nunes, L. M., Matias, J. C. O., & Catalão, J. P. S. (2021). Circular economy in fisheries sector. *Journal of Cleaner Production, 279*, 123456. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123456

Organisation for Economic Co-operation and Development. (2021). *Environmental performance reviews: Peru 2021*. OECD Publishing. https://www.oecd.org/environment/country-reviews/oecd-environmental-performance-reviews-peru-2021-5b7d3f3c-en.htm

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental. (2017). *Informe sobre contaminación en la bahía de Chimbote*. OEFA.

Pauly, D., & Zeller, D. (2016). Catch reconstructions reveal global fisheries trends. *Nature Communications, 7*, 10244. https://doi.org/10.1038/ncomms10244

Sala, E., Mayorga, J., Bradley, D., Cabral, R. B., Atwood, T. B., & Auber, A. (2021). Protecting the global ocean. *Nature, 592*, 397–402. https://doi.org/10.1038/s41586-021-03371-z

Salas, S., Barragán-Paladines, M. J., & Chuenpagdee, R. (2021). Viability of small-scale fisheries. *Marine Policy, 132*, 104661. https://doi.org/10.1016/j.marpol.2021.104661

Silva, A. L. P., Prata, J. C., Walker, T. R., Duarte, A. C., & Ouyang, W. (2021). Increased plastic pollution due to COVID-19. *Environmental Science & Technology, 55*(8), 4630–4639. https://doi.org/10.1021/acs.est.0c06711

Tacon, A. G. J., & Metian, M. (2015). Feed matters in aquaculture. *Reviews in Fisheries Science, 23*(4), 345–356. https://doi.org/10.1080/23308249.2015.1084025

Taconet, M., Kroodsma, D., & Fernandes, J. A. (2019). Global fisheries monitoring. *Science Advances, 5*(1), eaau5489. https://doi.org/10.1126/sciadv.aau5489

Telesetsky, A. (2022). International environmental law compliance. *Transnational Environmental Law, 11*(2), 321–345. https://doi.org/10.1017/S2047102521000256

Toro, J., Requena, I., Zamorano, M., & García, J. (2004). Environmental impact assessment methods. *Environmental Impact Assessment Review, 24*(3), 305–318. https://doi.org/10.1016/j.eiar.2003.10.001

United Nations Environment Programme. (2021). *From pollution to solution: A global assessment of marine litter and plastic pollution*. https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/36963

Wang, Q., Li, Y., & Wang, Y. (2021). Eutrophication in coastal waters. *Science of the Total Environment, 775*, 145779. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145779

World Bank. (2022, February 10). *The World Bank's Blue Economy Program and PROBLUE: Supporting integrated and sustainable economic development in a healthy ocean*. https://www.

worldbank.org/en/brief/2022/02/10/the-world-banks-blue-economy-program-and-problue-frequently-asked-questions

World Health Organization. (2021). *Air quality guidelines*. WHO.

Wu, H., Guo, X., Zhang, X., & Zhang, J. (2022). Industrial wastewater impacts. *Journal of Environmental Management, 302*, 113992. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.113992

Zhang, Y., Li, Q., & Chen, J. (2021). Air pollutant emissions from industry. *Atmospheric Environment, 244*, 117913. https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2020.117913

Zhang, W., Zhang, D., & Liang, Y. (2019). Nanotechnology in remediation of water contaminated by poly- and perfluoroalkyl substances: A review. *Environmental Pollution, 247*, 266–276. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.01.045

This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 (CC BY) International License https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/