

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
ESCUELA DE POSGRADO
Programa de Maestría en Gestión Ambiental



UNS
ESCUELA DE
POSGRADO

**Análisis de la recuperación de la bahía El Ferrol mediante
disposición de efluentes pesqueros a través del emisario
submarino 2015 - 2024**

**Tesis para obtener el grado de Maestro en
Ciencias en Gestión Ambiental**

Autor:

Bach. Jimenez Aguirre, Nestor Arbel
Código ORCID: 0009-0004-8365-6730

Asesor:

Dr. Castillo Martínez, Williams Esteward
DNI N° 40169364
Código ORCID: 0000-0001-6917-1009

Nuevo Chimbote - PERÚ
2026



CERTIFICACIÓN DEL ASESOR

Yo, **Dr. Castillo Martínez, Williams Esteward**, Mediante la presente certifico mi asesoramiento de la Tesis titulada, **Análisis de la recuperación de la Bahía el Ferrol, mediante disposición de efluentes pesqueros a través del emisario submarino 2015 – 2024**, elaborado por el **Bach. Jimenez Aguirre, Nestor Arbel**, para obtener el grado de **Maestro en Ciencias en Gestión Ambiental**, de la Universidad Nacional del Santa.

Nuevo Chimbote, junio del 2026

Dr. Castillo Martínez, Williams Esteward

Asesor

DNI: 40169364

Código ORCID: 0000-0001-6917-1009

AVAL DE CONFORMIDAD DEL JURADO

Tesis titulada, **Análisis de la recuperación de la Bahía el Ferrol mediante disposición de efluentes pesqueros a través del emisario submarino 2015 – 2024**, elaborado por el **Bach. Jimenez Aguirre, Nestor Arbel**,

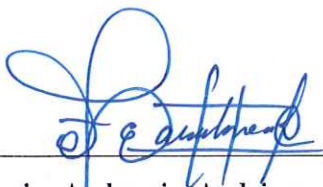
Revisado y Aprobado por el Jurado Evaluador:



Ms. Risco Franco, Francisco Javier
Presidente

DNI N° 32804209

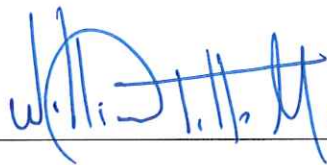
Código ORCID: 0000-0002-1510-4211



Ms. Palacios Ambrocio, Andrianov Lenin
Secretario

DNI: 43620382

Código ORCID: 0000- 0001-5797-9027



Dr. Castillo Martínez, Williams Esteward
Vocal

DNI: 40169364

Código ORCID: 0000-0001-6917-1009



UNS
ESCUELA DE
POSGRADO

ACTA DE EVALUACIÓN DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

A los veintiséis días del mes de junio del año 2026, siendo las 12:00 horas, en el aula P-01 de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional del Santa, se reunieron los miembros del Jurado Evaluador, designados mediante Resolución Directoral N° 388-2026-EPG-UNS de fecha 13.05.2026, conformado por los docentes: Ms. Francisco Javier Risco Franco (Presidente), Ms. Andrianov Lenin Palacios Ambrocio (Secretario) y Dr. Williams Esteward Castillo Martínez (Vocal); con la finalidad de evaluar la tesis intitulada: **"ANÁLISIS DE LA RECUPERACIÓN DE LA BAHÍA EL FERROL MEDIANTE DISPOSICIÓN DE EFLUENTES PESQUEROS A TRAVÉS DEL EMISARIO SUBMARINO 2015-2024"**; presentado por la tesista **Nestor Arbel Jiménez Aguirre**, egresado del programa de **Maestría en Gestión Ambiental**.

Sustentación autorizada mediante Resolución Directoral N° 509-2026-EPG-UNS de fecha 22 de junio de 2026.

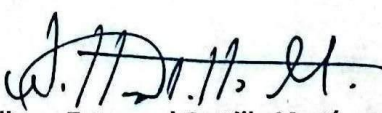
El presidente del jurado autorizó el inicio del acto académico; producido y concluido el acto de sustentación de tesis, los miembros del jurado procedieron a la evaluación respectiva, haciendo una serie de preguntas y recomendaciones al tesista, quien dio respuestas a las interrogantes y observaciones.

El jurado después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo y con las sugerencias pertinentes, declara la sustentación como **APROBADO**, asignándole la calificación de **DIE CINQUE**.

Siendo las 12:20 horas del mismo día se da por finalizado el acto académico, firmando la presente acta en señal de conformidad.


Ms. Francisco Javier Risco Franco
Presidente


Ms. Andrianov Lenin Palacios Ambrocio
Secretario


Dr. Williams Esteward Castillo Martínez
Vocal / Asesor

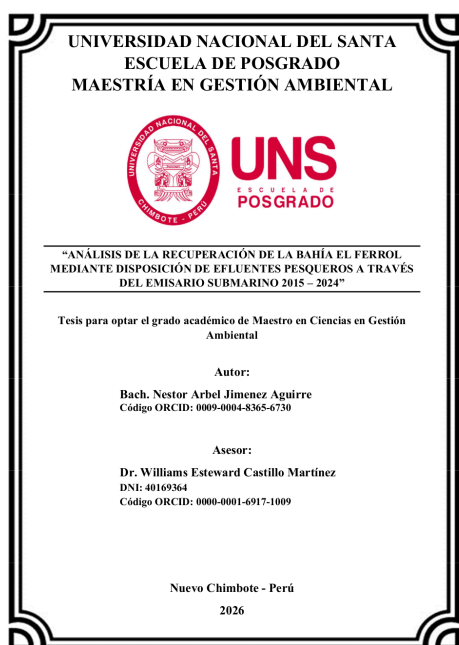


Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por **Turnitin**. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega:	user user
Título del ejercicio:	"ANÁLISIS DE LA RECUPERACIÓN DE LA BAHÍA EL FERROL MED...
Título de la entrega:	Informe_Tesis_Nestor_Jimenez (2).docx
Nombre del archivo:	Informe_Tesis_Nestor_Jimenez_2_.docx
Tamaño del archivo:	33.57M
Total páginas:	187
Total de palabras:	40,076
Total de caracteres:	203,278
Fecha de entrega:	17-jul-2026 10:49a. m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega:	2999312630



INFORME DE ORIGINALIDAD

18%

INDICE DE SIMILITUD

16%

FUENTES DE INTERNET

11%

PUBLICACIONES

7%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.uns.edu.pe	1 %
	Fuente de Internet	
2	hdl.handle.net	1 %
	Fuente de Internet	
3	www.apolloacademy.com	1 %
	Fuente de Internet	
4	repositorio.unfv.edu.pe	1 %
	Fuente de Internet	
5	visorsig.oefa.gob.pe	1 %
	Fuente de Internet	
6	dspace.unitru.edu.pe	1 %
	Fuente de Internet	
7	repositorio.imarpe.gob.pe	1 %
	Fuente de Internet	
8	www.minam.gob.pe	<1 %
	Fuente de Internet	
9	Submitted to University of Wales Swansea	<1 %
	Trabajo del estudiante	
10	www.elpalmardetroya.es	<1 %
	Fuente de Internet	
11	repositorio.oefa.gob.pe	<1 %
	Fuente de Internet	
12	documentop.com	<1 %
	Fuente de Internet	
13	repositorio.lamolina.edu.pe	<1 %
	Fuente de Internet	
14	dialnet.unirioja.es	<1 %
	Fuente de Internet	
15	fdocuments.mx	<1 %
	Fuente de Internet	

DEDICATORIA

A Dios, por su bondad inmerecida que me permite seguir creciendo de forma espiritual y darme fuerzas y discernimiento en los momentos más difíciles.

A mi esposa Mayte y mis hijos Ramiro y Romina, mi fortaleza y amor que necesito día a día para ser mejor persona y profesional.

A mi madre Carolina por estar siempre presente con sus sabios consejos y su amor incondicional.

Nestor Jimenez

AGRADECIMIENTO

Mi muy afectuoso agradecimiento a mi casa de estudios y alma mater Universidad Nacional del Santa, a la Escuela de Postgrado, por enriquecerme de conocimientos y crecimiento académico, a los profesores comprometidos íntegramente en transmitir sus conocimientos y potenciar mis habilidades en el área ambiental.

A los que me apoyaron en el desarrollo de mi investigación Dr. Williams Castillo, Ing. John Gonzales y Blgo. Daniel Silva, en especial a mi profesor del curso de tesis Dr. Julio Chico.

A mis compañeros de clases que contribuyeron durante las clases, con su afecto y conocimiento colaboraron mi desarrollo académico. A mis amigos Raúl, Elvis y Axel que siempre estuvieron dándome ánimos en todo momento.

A APROFERROL S.A., por darme la oportunidad de desarrollarme profesionalmente en el cuidado del medio ambiente y el acceso a la información clave para concretar la presente investigación.

Nestor Jimenez

ÍNDICE GENERAL

CERTIFICACIÓN DEL ASESOR	ii
AVAL DEL JURADO EVALUADOR	iii
RESUMEN	iii
ABSTRACT	iv
ÍNDICE.....	v
LISTA DE TABLAS.....	vii
LISTA DE FIGURAS.....	ix
LISTA DE GRÁFICOS	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Planteamiento y fundamentación del problema.....	3
1.2. Formulación del problema.....	4
1.3. Objetivos.....	4
1.3.1. Objetivos generales	4
1.3.2. Objetivos específicos.....	4
1.4. Formulación de la hipótesis	5
1.5. Justificación.....	5
1.6. Importancia	6
II. MARCO TEÓRICO	6
2.1. Antecedentes.....	6
2.1.1. Nacionales	6
2.1.2. Internacionales.....	11
2.2. Marco teórico	18
2.2.1. Bahía El Ferrol	18
2.2.2. Fuentes de contaminación en la bahía El Ferrol.....	20
2.2.3. Efluentes industriales pesqueros.....	26
2.2.4. Emisario submarino.....	27
2.3. Marco conceptual.....	45
2.4. Marco legal	49
III. METODOLOGÍA.....	51
3.1. Enfoque	51
3.2. Método	52
3.3. Diseño de la investigación.....	53
3.4. Población muestral	53
3.5. Operacionalización	56
3.6. Técnicas e instrumentos	57

3.7. Técnicas de análisis de datos	58
IV. RESULTADOS	59
4.1. Volumen de efluentes industriales pesqueros tratados dispuestos por el emisario submarino APROFERROL en el periodo 2015 –2024.....	60
4.1.1. Evaluación de parámetros fisicoquímicos en la bahía El Ferrol: Oxígeno Disuelto (OD), Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5), Sólidos Suspendidos Totales (SST) y Aceites y Grasas (A y G).....	62
4.1.2. Oxígeno Disuelto (OD)	65
4.1.3. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5).....	67
4.1.4. Sólidos Suspendidos Totales (SST).....	69
4.1.5. Aceites y Grasas (A y G).....	71
4.2. Evaluación de parámetros microbiológicos: Coliformes Totales y Coliformes Termotolerantes	73
4.2.1. Coliformes Totales	73
4.2.2. Coliformes Termotolerantes	75
4.3. Impacto en zona de vertimiento fuera de la bahía El Ferrol	77
4.3.1. Efluentes Industriales Pesqueros Tratados	78
4.3.2. Análisis de la Zona de Vertimiento	80
V. DISCUSIONES	87
VI. CONCLUSIONES	106
VII. RECOMENDACIONES	109
VIII. BIBLIOGRAFÍA	111
ANEXOS	122

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Características químicas de los efluentes de SIPERPERU, vertidos a la Bahía el Ferrol.	24
Tabla 2: Evolución de la población y tasa de crecimiento en Chimbote.....	25
Tabla 3: Resumen de aguas residuales vertidas en la bahía El Ferrol.	26
Tabla 4: Riesgo relativo potencial a la salud humana por la exposición a las aguas negras a través de emisarios submarinos.	29
Tabla 5: Plantas conectadas en las diferentes zonas de Chimbote y Nuevo Chimbote..	38
Tabla 6: Especificaciones técnicas de la red colectora de efluentes industriales pesqueros tratados. PACPE APROFERROL.	38
Tabla 7: Especificaciones técnicas de los tanques de almacenamiento.....	39
Tabla 8: Especificaciones técnicas de los emisarios submarinos.	40
Tabla 9: Parámetros para el diseño de dispersión.....	43
Tabla 10: Categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales. Subcategoría C3: Actividades marino portuarias, industriales o de saneamiento en aguas marino costeras	47
Tabla 11: Categoría 1: Poblacional y Recreacional. Subcategoría B1: Aguas superficiales destinadas para recreación.....	48
Tabla 12: Límites Máximos Permisibles para Efluentes de Establecimientos Pesqueros de Consumo Humano Directo e Indirecto	48
Tabla 13: Punto de muestreo de efluente industrial tratado.	54
Tabla 14: Puntos de muestreo en cuerpo marino receptor en la bahía El Ferrol – Chimbote.	55
Tabla 15: Matriz operacional.....	56
Tabla 16: metodología usada para la determinación de los parámetros monitoreados. .	57
Tabla 17: Volumen (m ³) de efluentes industriales pesqueros tratados dispuestos por el emisario submarino APROFERROL en el periodo 2015 – 2024.....	60
Tabla 18: Relación de estaciones de muestreo para monitoreos fisicoquímicos en los periodos 2010 – 2015 y 2015 – 2024	63
Tabla 19: Descripción de estaciones de monitoreo periodo 2010 – 2015 D.S. 012-2001-PE Certificaciones del Perú S.A. Antes del funcionamiento del emisario submarino. ..	64

Tabla 20: Descripción de estaciones de monitoreo periodo 2015 – 2024 R.D. N° 098-2020-ANA-DCERH. Después del funcionamiento del emisario submarino	64
Tabla 21: Descripción de puntos de monitoreo periodo 2015 – 2024 R.D. N° 098-2020-ANA-DCERH. Después del funcionamiento del emisario submarino.....	81

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: <i>Circulación marina (cm/s) en a) Superficie y b) Fondo de la Bahía Ferrol-Chimbote.....</i>	19
Figura 2: <i>Mapa de la bahía El Ferrol.</i>	19
Figura 3: <i>Pozas informales de retención de aceites y grasas, ubicadas en línea de playa, procedente del perforado indebido de canales y tuberías que conducen los vertimientos de aguas residuales industriales pesqueras.</i>	22
Figura 4: <i>Registro satelital de perturbaciones por vertimientos industriales pesqueros en la bahía El Ferrol. Capturas diciembre 2013 y diciembre 2022</i>	23
Figura 5: <i>Esquema del funcionamiento de un emisario submarino.</i>	28
Figura 6: <i>Disposición de difusores de un emisario submarino</i>	31
Figura 7: <i>Esquema general del sistema de recolección, almacenamiento y evacuación de efluentes industriales pesqueros tratados.....</i>	34
Figura 8: <i>Esquema de operación del emisario submarino APROFERROL y sistema de difusores en zona de mezcla.</i>	36
Figura 9: <i>Red de recolección de efluentes industriales pesqueros tratados</i>	37
Figura 10: <i>Estación central de bombeo de efluentes tratados APROFERROL</i>	39
Figura 11: <i>Emisarios submarinos APROFERROL (lanzamiento de tuberías)</i>	41
Figura 12: <i>Esquema de lastre de concreto.</i>	41
Figura 13: <i>Distribución de lastres de concreto en difusores</i>	42
Figura 14: <i>Esquema de distribución de toberas en difusores de Emisario APROFERROL</i>	42
Figura 15: <i>Determinación de la zona de mezcla.</i>	43
Figura 16: <i>Área de influencia del sistema de recolección, almacenamiento y disposición final de efluentes.....</i>	45
Figura 17: <i>Puntos de muestreo en la bahía El Ferrol. R.D. N° 098-2020-ANA-DCERH</i>	55
Figura 18: <i>Estaciones de monitoreo para recolección de datos en la bahía El Ferrol Chimbote.....</i>	63
Figura 19: <i>Zona de vertimiento de efluentes industriales pesqueros tratados y punto blanco aguas afuera a 1000 metros del punto de vertimiento.</i>	81

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Volumen (m ³) de efluentes industriales pesqueros tratados vertidos fuera de la bahía El Ferrol en el periodo 2015-2 024.	61
Gráfico 2: TM de Anchoveta para Consumo Humano Indirecto (CHI) procesada en temporada de pesca en las plantas conectadas a APROFERROL en el periodo 2015-2 024.	62
Gráfico 3: Oxígeno disuelto (mg/L) en las estaciones:	66
Gráfico 4: Oxígeno disuelto (mg/L) en las estaciones:	67
Gráfico 5: Demanda bioquímica de oxígeno (mg/L) en las estaciones:	68
Gráfico 6: Demanda bioquímica de oxígeno (mg/L) en las estaciones:	69
Gráfico 7: Demanda bioquímica de oxígeno (mg/L) en las estaciones:	70
Gráfico 8: Demanda bioquímica de oxígeno (mg/L) en las estaciones:	71
Gráfico 9: Demanda bioquímica de oxígeno (mg/L) en las estaciones:	72
Gráfico 10: Demanda bioquímica de oxígeno (mg/L) en las estaciones:	73
Gráfico 11: Coliformes Totales (NMP/100mL) en las estaciones:	74
Gráfico 12: Demanda bioquímica de oxígeno (mg/L) en las estaciones:	75
Gráfico 13: Coliformes Totales (NMP/100mL) en las estaciones:	76
Gráfico 14: Demanda bioquímica de oxígeno (mg/L) en las estaciones:	77
Gráfico 15: Sólidos Suspendidos Totales mg/L (SST) de los efluentes industriales pesqueros tratados evacuados en el periodo 2015 a 2024	78
Gráfico 16: Aceites y Grasas mg/L (A y G) de los efluentes industriales pesqueros tratados en el periodo 2015 a 2024.....	79
Gráfico 17: Potencial de hidrógeno (pH) de los efluentes industriales pesqueros tratados evacuados en el periodo 2015 a 2024.....	80
Gráfico 18: Oxígeno disuelto en zona de vertimiento al final del emisario submarino PE-1 y punto blanco aguas afuera a 1 000 metros de zona de vertimiento PE-6	82
Gráfico 19: Demanda bioquímica de oxígeno en zona de vertimiento al final del emisario submarino PE-1 y punto blanco aguas afuera a 1 000 metros de zona de vertimiento PE-6.....	82
Gráfico 20: Temperatura en zona de vertimiento al final del emisario submarino PE-1 y punto blanco aguas afuera a 1 000 metros de zona de vertimiento PE-6	83

Gráfico 21: Potencial de hidrógeno en zona de vertimiento al final del emisario submarino PE-1 y punto blanco aguas afuera a 1 000 metros de zona de vertimiento PE-6	84
Gráfico 22: Sólidos suspendidos totales en zona de vertimiento al final del emisario submarino PE-1 y punto blanco aguas afuera a 1 000 metros de zona de vertimiento PE-6	84
Gráfico 23: Aceites y grasas en zona de vertimiento al final del emisario submarino PE-1 y punto blanco aguas afuera a 1 000 metros de zona de vertimiento PE-6	85
Gráfico 24: Coliformes totales en zona de vertimiento al final del emisario submarino PE-1 y punto blanco aguas afuera a 1 000 metros de zona de vertimiento PE-6	85
Gráfico 25: Coliformes totales en zona de vertimiento al final del emisario submarino PE-1 y punto blanco aguas afuera a 1 000 metros de zona de vertimiento PE-6	86

RESUMEN

El objetivo del estudio fue evaluar el impacto de la disposición de efluentes pesqueros tratados fuera de la bahía El Ferrol mediante el emisario submarino APROFERROL durante el periodo 2015–2024, así como su influencia en la mejora de la calidad ambiental de la bahía. La metodología consistió en la recolección y análisis de datos de estaciones de muestreo de agua, considerando parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, los cuales fueron comparados con el Estándar de Calidad Ambiental para Agua establecidos en el Decreto Supremo N.º 0004 - 2017 - MINAM. Asimismo, se cuantificó el volumen de efluentes evacuados fuera de la bahía a través del emisario submarino.

Los resultados evidenciaron una mejora significativa en la calidad ambiental: la demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅) disminuyó de 86 mg/L a valores inferiores a 5 mg/L; el oxígeno disuelto se incrementó desde condiciones críticas de 0.05 mg/L a valores superiores a 5 mg/L; y los coliformes termotolerantes se redujeron de 13 000 a valores no detectables de 0 NMP/100 mL, cumpliendo con los criterios establecidos en el D.S. N° 004 - 2017 - MINAM. Durante el periodo evaluado, se dispusieron 29 854 937 m³ de efluentes tratados fuera de la bahía.

Se concluye que el emisario submarino APROFERROL ha tenido un impacto positivo significativo en la recuperación ambiental de la bahía El Ferrol, evidenciando el cumplimiento de los estándares ambientales y demostrando la capacidad de regeneración del ecosistema al reducirse las fuentes de contaminación.

Palabras claves: Efluentes pesqueros, bahía El Ferrol, emisario submarino y APROFERROL.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the impact of the disposal of treated fishery effluents outside El Ferrol Bay through the APROFERROL submarine outfall during the 2015–2024 period, as well as its influence on the improvement of the bay's environmental quality. The methodology consisted of collecting and analyzing data from water monitoring stations, considering physicochemical and microbiological parameters, which were compared with the Environmental Quality Standards for Water established in Supreme Decree No. 004-2017-MINAM. In addition, the volume of treated effluents discharged outside the bay through the submarine outfall was quantified.

The results showed a significant improvement in environmental quality. Biochemical Oxygen Demand (BOD₅) decreased from 86 mg/L to values below 5 mg/L; dissolved oxygen increased from critical conditions of 0.05 mg/L to concentrations exceeding 5 mg/L; and thermotolerant coliforms were reduced from 13,000 MPN/100 mL to non-detectable levels (0 MPN/100 mL), complying with the criteria established in Supreme Decree No. 004-2017-MINAM. During the evaluation period, a total of 29,854,937 m³ of treated effluents were discharged outside the bay.

It is concluded that the APROFERROL submarine outfall has had a significant positive impact on the environmental recovery of El Ferrol Bay, demonstrating compliance with environmental quality standards and highlighting the regenerative capacity of the marine ecosystem through the reduction of pollution sources.

Keywords: fishery effluents, El Ferrol Bay, submarine outfall, environmental quality, APROFERROL.

I. INTRODUCCIÓN

La bahía de Chimbote, de configuración semicerrada, tiene una extensión de 11.1 km. de largo y 6.5 km. de ancho, conocida como Bahía el Ferrol, que, desde los años 60 y 70 se convirtió en el puerto más importante del país, por ser el centro pesquero de mayor producción de harina de pescado y por ende un centro industrial que crecía sin planificación industrial y urbana, donde la informalidad para la pesca artesanal, los vertimientos industriales y domésticos sin tratamiento, y el deficiente manejo de los residuos sólidos, han afectado por mucho tiempo la zona marino costera de la bahía el Ferrol y el medio ambiente en sus alrededores de la playa, esto es indicado por el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA, 2012).

En los años 60 y 70 fue el «boom» de la pesca de anchoveta que le dio a Chimbote el título de «primer puerto pesquero del mundo», sin embargo, no se había tomado en cuenta que originarían un gran proceso de contaminación. De pronto frente al litoral de la bahía funcionaban 48 fábricas de producción de harina y aceite de pescado, y empresas de conservas de pescado, todas ellas disponiendo sus efluentes cargados con proteínas, aceites, sanguaza, escamas y agua de bombeo hacia la bahía, y como consecuencia un crecimiento abrupto de la población. (Loayza, 1998).

Ante esta situación en 2002 se publica el Decreto Supremo N° 005 - 2002 - PE que declara de interés nacional la solución integral de los problemas de contaminación y destrucción de la bahía El Ferrol y crea la Comisión Técnica Multisectorial de Alto Nivel (CTM), con el fin de proponer el Plan de Recuperación Ambiental de la bahía El Ferrol (PLAN FERROL), tomado como punto de partida para el sector industrial pesquero y su compromiso con ponerle fin a la contaminación de la bahía y su consiguiente recuperación.

Más tarde con la publicación la Resolución Suprema N° 004 – 2012 - MINAM, se aprueba el Plan de Recuperación de la bahía El Ferrol 2012-2021, elaborada por la Comisión Técnica Multisectorial. Crea como medida legal el Grupo de Trabajo Multisectorial por dos (02) años, para apoyar y dar seguimiento la implementación del PLAN FERROL y como medida administrativa dispone la “Inclusión de los planes, programas, proyectos y actividades” considerados en este plan (de acuerdo a la naturaleza y competencia administrativa) dentro cada uno de los respectivos

presupuestos y planes operativos de las entidades: Ministerio del Ambiente (MINAM), Ministerio de Agricultura (MINAGRI), Ministerio de Vivienda y Construcción (MVC), Ministerio de Producción (PRODUCE), Autoridad Nacional del Agua (ANA), Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA), Gobierno Regional de Ancash (GORE-ANCASH), Municipalidad Provincial del Santa (MPS), Municipalidad Distrital de Nuevo Chimbote (MDNCH) y la Empresa de Servicio de Agua Potable y Alcantarillado del Santa, Casma y Huarney (SEDACHIMBOTE). Que consta de cuatro componentes dentro los que se plantean diversas actividades, que deberán conseguir la recuperación de la bahía El Ferrol:

1. Control de descargas de efluentes líquidos contaminantes industriales y domésticos.
2. Control y mitigación de la erosión y sedimentación.
3. Control de emisiones a la atmósfera y gestión de residuos sólidos.
4. Fortalecimiento de capacidades y soporte institucional.

En 2013 y 2014 siguiendo los lineamientos del PLAN FERROL y el compromiso del sector pesquero con la sostenibilidad ambiental, se ejecutó la construcción del emisario submarino común operado por la empresa APROFERROL, con el objetivo de recibir los efluentes industriales tratados del sector pesquero industrial de las ciudades de Chimbote y Nuevo Chimbote, el cual desde mayo de 2015 inicia sus operaciones recibiendo los efluentes de 34 de las 36 plantas industriales que actualmente operan en Chimbote y Nuevo Chimbote, los que son dispuestos a 10 km de la costa y una profundidad de 30 metros (zona de mezcla), con un promedio anual de 3.4 millones de m³ de efluentes tratados, esto ha traído como resultado una aparente recuperación en sus condiciones fisicoquímicas y ecológicas en la parte centro y sur de la bahía, que, aunque ya cuenta con algunos estudios realizados, no ha sido analizado a profundidad la influencia del funcionamiento del emisario submarino en las condiciones actuales de la bahía.

1.1. Planteamiento y fundamentación del problema

El Perú enfrenta diversos desafíos que, si no se abordan, podrían obstaculizar su sostenible crecimiento económico. Mitigar la degradación ambiental es uno de los desafíos y fomentar tanto la conciencia pública como la capacidad de las instituciones necesarias para garantizar un adecuado manejo de los aspectos ambientales en el futuro. El problema ambiental más relevante en el Perú es la contaminación del agua, causada principalmente por fuentes industriales como la industria pesquera, la minería, y el sector energético, así como por aguas residuales domésticas sin tratamiento, entre otros factores (FAO/Banco Mundial, 2000).

Además, la contaminación del agua es de preocupación mayor siendo fundamental conservar los recursos naturales y la protección del medio ambiente. Afortunadamente, ambos aspectos se regulan casi en su totalidad mediante normas de comando y control (Tolmos, 2004). En este contexto, la pesca industrial se gestiona a través de límites de captura establecidos mediante licencias de pesca, mientras que las regulaciones ambientales se aplican mediante herramientas de estudio sobre impacto ambiental de nuevas fuentes o modificaciones, aplicando multas por superar los límites de emisión y sanciones correspondientes.

Ganoza et al (2002) analizó el estado de contaminación de la bahía de Chimbote debido a los vertimientos industriales y domésticos. Cuyos resultados revelaron la presencia de un lecho de fango orgánico de hasta 2.5 metros de espesor, con un volumen total de 54.7 millones de m³ en el fondo de la bahía. Además, registró una baja densidad de biomasa bentónica ($< 1 \text{ g/m}^2$) en las zonas muestreadas, lo que indica una alta inestabilidad en el ecosistema y un impacto severo en la parte media y costera de la bahía. Otra consecuencia de los vertimientos ha sido la generación de condiciones de anoxia en la zona industrial durante el periodo de producción, con niveles de oxígeno disuelto en el fondo marino que oscilan entre 0.1 y 2.4 mg/L, valores por debajo de los estándares de calidad ambiental del agua (ECA-agua) establecidos en el Decreto Supremo N°004 - 2017 - MINAM.

Los impactos ambientales causados por estos factores han provocado la pérdida de las cualidades naturales de la bahía, muchas de ellas únicas, como su paisaje, sus playas y su riqueza en recursos hidrobiológicos. Además, este deterioro ha afectado

la identidad cultural de la comunidad, ya que la bahía solía ser un símbolo representativo para la población de las décadas de 1940 a 1970. Como consecuencia, se ha limitado el desarrollo de la industria turística y recreativa en la zona.

El deterioro de la bahía El Ferrol en la ciudad de Chimbote, ha sido provocado a consecuencia del impacto de las diversas fuentes contaminantes provenientes de actividades tanto industriales como domésticas durante varias décadas. A lo largo de su línea costera se asientan, además, instalaciones que ocasionan procesos erosivos, modificación de los patrones de circulación, contaminación acuática y atmosférica, afectando también la estética y capacidades de los balnearios en perjuicio de la población costera. La configuración semicerrada de la bahía y los procesos de circulación no contribuyen a una rápida depuración del ecosistema marino, frente a una permanente e importante carga contaminante que ha superado su capacidad asimilativa (Ganoza et al., 2020).

1.2. Formulación del problema

¿En qué medida la disposición de efluentes industriales pesqueros tratados a través el emisario submarino ha influido en los indicadores fisicoquímicos y microbiológicos de agua de la bahía El Ferrol, Chimbote, durante el período 2015 - 2024?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Evaluar la recuperación de la bahía El Ferrol, Chimbote, a partir de los cambios observados en los indicadores fisicoquímicos y microbiológicos del agua asociados a la disposición de efluentes industriales pesqueros tratados mediante el emisario submarino durante el período 2015 - 2024.

1.3.2. Objetivos específicos

- ✓ Analizar la evolución del volumen de efluentes industriales pesqueros tratados dispuestos a través del emisario submarino APROFERROL durante el período 2015 - 2024.

- ✓ Analizar las características fisicoquímicas y microbiológicas de las aguas de la bahía El Ferrol en el período 2015 - 2024 y comparar los niveles de contaminación actuales con los estándares de calidad ambiental establecidos por la normativa peruana en los Estándares de Calidad Ambiental del Agua (Decreto Supremo N° 004 - 2017 - MINAM).
- ✓ Analizar las condiciones fisicoquímicas de los efluentes industriales pesqueros tratados y los indicadores fisicoquímicos y microbiológicos del agua en la zona de vertimiento asociada al emisario submarino APROFERROL durante el período 2015 - 2024.

1.4. Formulación de la hipótesis

La disposición de efluentes industriales pesqueros tratados a través del emisario submarino APROFERROL ha influido significativamente en los indicadores fisicoquímicos y microbiológicos del agua de la bahía El Ferrol, Chimbote, durante el período 2015 - 2024.

1.5. Justificación

La bahía El Ferrol en Chimbote, a lo largo de décadas ha servido como receptor de los vertimientos del sector industrial pesquero, siderúrgico y doméstico sin tratamiento alguno agravando su estado hasta un nivel que en algún momento lo consideraron como irrecuperable, mermando el ecosistema marino costero y zonas de recreación (playas), en algunas zonas llegando a desaparecer casi por completo la flora y fauna marina.

Este estudio de investigación examina información importante para el progreso en la recuperación y gestión ambiental de la bahía El Ferrol, así como la magnitud del impacto generado desde que los efluentes industriales pesqueros tratados comenzaron a ser vertidos a través del emisario submarino fuera de la bahía (zona de mezcla), en el período comprendido entre 2015 y 2024.

Esto permitiría fomentar la recreación y el turismo ecológico, impulsando a su vez diversas actividades económicas, como el alojamiento, los servicios de operadores turísticos y otros beneficios ecosistémicos, contribuyendo así al fortalecimiento de la economía local.

1.6. Importancia

El impacto que ha tenido la disposición final de los efluentes industriales pesqueros fuera de la bahía El Ferrol a través del emisario submarino, es de suma importancia evaluarlo, ya que con este estudio se puede demostrar que tanto se ha avanzado con la mejora de las condiciones ambientales de la bahía, y la efectividad de las medidas ambientales tomadas por el sector pesquero industrial en Chimbote, que de ser positivas, sirvan como ejemplo para otros sectores que continúan vertiendo sus efluentes sin tratamiento, puedan crear planes de mitigación de la contaminación de este cuerpo marino. Además, permitirá generar consciencia de la población de Chimbote y Nuevo Chimbote la condición de ciudad marino costera, la recuperación del ecosistema y la identidad ciudadana.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Nacionales

García et al. (2025), analizaron el impacto ambiental en la bahía El Ferrol y evaluaron los efectos de la contaminación en este ecosistema en el periodo del 2012 al 2019. Los resultados concluyen que se observa una recuperación del ecosistema marino de la bahía, esto a consecuencia del cierre del colector de aguas residuales y efluentes industriales de la empresa SIDERPERU en la zona norte de la bahía y la entrada en funcionamiento del emisario submarino APROFERROL que dispone los efluentes industriales pesqueros tratados fuera de la bahía, esto se ve reflejado en la mayoría de los valores de los parámetros fisicoquímicos evaluados (Sólidos Suspendidos Totales, Aceites y Grasas, Oxígeno Disuelto, etc.), éstos vienen cumpliendo los estándares nacionales de calidad ambiental para el agua (ECA).

Tume (2024), evaluó el impacto de los residuos sólidos que las embarcaciones artesanales generan sobre la bahía El Ferrol, Chimbote en 2022, encontrando que el sector pesquero artesanal estaría vertiendo gran parte de los residuos sólidos encontrados en el fondo de la bahía, debido a su escasa o nula gestión de estos residuos sólidos generados.

Rosas (2023), evaluó de la contaminación de la bahía del Callao, Perú. En donde analiza 28 elementos trazas de los sedimentos marinos durante las cuatro estaciones del año entre el período 2015 - 2016, concluyendo que las concentraciones medias anuales y medias de las temporadas evaluadas (otoño, invierno, primavera y verano) de As, Cd, Cu, Hg y Pb, superaron los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental del Agua (ECA) canadiense y australiano-neozelandés, esto en consecuencia de las actividades industriales, domésticas y marino portuarias.

Loayza (2022), informó sobre los avances en la recuperación ambiental de la bahía el Ferrol en Chimbote, encontrando que, a pesar que desde 2015 el sector industrial pesquero ha dejado de verter efluentes pesqueros a la bahía, no se aprecia un avance significativo de la recuperación en la bahía, concluyendo que los resultados desde la conformación del Grupo de Trabajo Multisectorial son precarios y preocupantes.

Apaéstegui (2021), evaluó la calidad del agua de mar en el área que rodea al desembarcadero pesquero artesanal de Chimbote en 2019, encontrando que no cumple parcialmente con el estándar de calidad ambiental del agua (Categoría C4, subcategoría C3 del Decreto Supremo N° 004 - 2017 - MINAM), resultando que esta no es compatible con la biota encontrada en el área de estudio.

Campbell (2021), analizó los planes de manejo ambiental de los establecimientos pesqueros en la bahía de Chancay (Perú) durante el período 2012 - 2018, evaluando su relación con el cumplimiento de los límites máximos permisibles de los efluentes generados. revelando que, a partir de 2014, la calidad de los efluentes mejoró significativamente, gracias a la implementación y operación de avances tecnológicos en los sistemas de tratamiento.

Arias (2020), investigó la influencia del vertimiento de efluentes pesqueros en la bahía de Coishco, Ancash, durante los años 2015 y 2016. determinando que la calidad del agua en la bahía excede los estándares ambientales debido a la descarga de efluentes tanto pesqueros como domésticos.

Cabral (2020), analizó el nivel del cumplimiento de los parámetros químicos de efluentes que provienen de los procesos de producción de harina y aceite de pescado de plantas ubicadas en la ciudad Chimbote durante el periodo 2012 - 2016, encontrando que las empresas pesqueras vienen cumpliendo con de los límites máximos permisibles debido a la implementación de mejoras en sus sistemas de tratamiento.

López (2019), evaluó la toxicidad del sedimento marino en las bahías de Tortugas (Casma) y Paracas mediante el uso de microalgas durante el año 2016, determinando que los sedimentos marinos son tóxicos. Además, observó que la toxicidad en la bahía de Paracas es mayor que en la bahía de Tortugas (Casma), posiblemente debido a las actividades humanas y las condiciones oceanográficas características de la zona.

Torres (2019), evaluó el impacto ambiental de las actividades pesqueras artesanales en el muelle de Chorrillos y su efecto en el ecosistema marino, determinando que la presencia de *Magelonida* y *Annelida* se observan únicamente durante la temporada de pesca, lo cual esta situación sugiere que dichos organismos podrían actuar como indicadores de contaminación en la zona.

IMARPE (2018), registra cambios significativos en la zona sur de la bahía el Ferrol, con resultados bastante alentadores en el avance de su recuperación. mostrando un incremento espacial y poblacional del recurso “concha de abanico” (*Argopecten purpuratus*) en la zona sur de la bahía de 138 791 en 2014 a 253 793 individuos en 2018 (183 %), altas densidades de los recursos anchoveta (*Engraulis ringens*), Lorna (*Sciaena deliciosa*), y en menos proporción los recursos coco (*Paralonchurus peruanus*), mismis (*Menticirrhus ophicephalus*) y cachema (*Colossoma macropomum*) que

demuestran condiciones para la vida, otros parámetros estudiados son la variación de sulfuro de hidrógeno (H_2S) en el fondo marino que pasó de una concentración de 0.25 mg/L en 2013 a < 0.01 mg/L en 2016, parámetro relacionado al contenido orgánico en los vertimientos industriales pesqueros en el fondo marino de la bahía El Ferrol.

Cuadros (2018), realizó un análisis entre los años 2012 - 2016 de los parámetros fisicoquímicos de los efluentes pesqueros de 04 empresas ubicadas en la bahía del Callao, en donde encontró que sólo una empresa cumplía al 100% con los límites máximos permisibles establecidos en la normativa ambiental peruana, las otras 03 empresas no cuentan con sistema de tratamiento acorde a su capacidad instalada de producción.

Gozzer (2018), evaluó el impacto de los efluentes de los tanques sépticos en la calidad de los sedimentos del balneario Tortugas (Casma, Perú) durante el verano y otoño de 2017, se encontró que los nutrientes quedan atrapados en diversos cuerpos coloidales presentes en los sustratos. Estos coloides, de tamaño inferior al de las arcillas, se combinan con partículas más finas del sedimento, como arcilla y limo, formando agregados de mayor tamaño conocidos como flóculos. Este material coloidal facilita la captura y el transporte de contaminantes hacia el fondo marino.

García (2014), evaluó el control de calidad del emisario submarino de Taboada en Lima, Perú, concluyendo que la opción de un emisario submarino con tratamiento preliminar, implementada en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Taboada (PTAR Taboada), resulta ser la alternativa de disposición más adecuada. Ya que este método es confiable, eficiente y económico en comparación con el tratamiento secundario con descarga cercana a la costa, además requiere menos operación y mantenimiento. No obstante, es esencial evitar el vertido de aguas residuales en zonas recreativas, como las playas del litoral.

Montero (2019), determinó la calidad ambiental de la bahía de Puerto Pizarro y del ecosistema del manglar en Tumbes (Perú) en junio de 2009.

Concluyendo que las actividades tanto pesquera artesanal como el comercio de productos desembarcados en la localidad de Puerto Piazarro, generan grandes cantidades de desechos orgánicos e inorgánicos como son restos de recursos hidrobiológicos, aceites y combustibles de las embarcaciones, además de las descargas de aguas residuales domésticas sin tratamiento, producto de estos vertimientos, los sedimentos superficiales tuvieron altas concentraciones de manganeso y zinc, el cual superó su rango de efecto bajo (REB), sólidos suspendidos por encima de los límites permitidos, además de altas concentraciones de coliformes totales y coliformes termotolerantes.

Vásquez (2005), evaluó el impacto de la industria pesquera en el ecosistema marino del Puerto Malabrigo en la Libertad (Perú) entre mayo y diciembre de 2003. Su investigación reveló que, durante la temporada de producción en noviembre, se registraron condiciones de anoxia total con 0 ppm de oxígeno disuelto en el fondo marino, tanto en la zona sur del muelle como frente a las instalaciones de las empresas SIPESA (actualmente Tecnológica de Alimentos) y HAYDUK.

Sánchez et al. (2010), informó sobre el estado del ambiente marino en Perú, señalando que en las bahías del EL Ferrol en Chimbote y el Callao las elevadas concentraciones de contaminantes, originadas principalmente por efluentes domésticos e industriales, donde los niveles de coliformes termotolerantes y totales superan ampliamente los estándares de calidad para aguas costeras, resaltando que en la ciudad de Chimbote las aguas residuales domésticas son vertidas directamente al mar sin tratamiento alguno por medio de colectores y cámaras de bombeo situados en diversos puntos de la bahía convirtiéndose en uno de los principales agentes contaminantes de la bahía El Ferrol impactando negativamente a la flora y fauna ubicada en la zona centro norte de la bahía.

Carbajal et al. (2004), determinó la calidad ambiental marino en el Puerto Malabrigo en Libertad (Perú), encontrando que la demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅) durante período de producción industrial de harina y aceite de pescado se encuentra fuera de rango en comparación con los estándares

de calidad ambiental del agua Categoría 4 Conservación del ambiente acuático, ecosistemas costeros y marinos ($< 10 \text{ mg/L}$).

Ganoza et al. (2002), evaluó las características sedimentológicas y condiciones ambientales de la bahía el Ferrol, Chimbote, encontrando que en el fondo marino se identifica una formación de fango de composición orgánica de hasta 2.5 metros de espesor, contabilizando 54.7 millones de m^3 de fango en el fondo de la bahía, ahí también se registra una baja densidad de biomasa bentónica y condiciones de anoxia.

2.1.2. Internacionales

Martínez (2024), evaluó la eficiencia de la dispersión de aguas residuales provenientes de los asentamientos industriales pesqueros en la Parroquia Chanduy en Ecuador. Para ello, utilizó el software “MOHIDStudio” para simular el comportamiento de las aguas en el perfil costero de la Parroquia Chanduy. concluyendo que, pese a que muchas industrias cuentan con sistemas de tratamiento de aguas residuales y emisarios submarinos para la descarga de sus aguas al mar, ninguno de los emisarios cumple con los lineamientos técnicos establecidos en las normativas ecuatorianas (Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente TULSMA y Acuerdo Ministerial N° 097 - A). Debido a que en Chanduy se registra poca profundidad no permitiendo al suelo marino dar paso a la requerida estratificación del agua residual y por consiguiente la carga orgánica tiende a ascender a la superficie y mantenerse en suspensión, por lo tanto, a que esta zona tiene una batimetría (fondo marino) muy irregular, no hay posibilidad de ubicar una columna de agua estratificada en los primeros 1.5 km de la línea costera.

Muñoz (2020), evaluó de la posible afectación del emisario submarino en la ciudad de Limón en Costa Rica en el período 2012 - 2013, para lo cual se establecieron 6 estaciones de muestreo, 4 de ellas cercanas a la zona de desfogue (1 en zona de desfogue del emisario y 3 alrededor de la zona de influencia del emisario) y 2 controles (ubicadas alejadas del emisario), para

medir nutrientes, parámetros fisicoquímicos (oxígeno disuelto, salinidad, temperatura, pH, sólidos disueltos, etc.), concentración de microalgas y cantidad de unidades formadoras de colonias (UFC) de *Enterococcus*, concluyendo que no existe una evidencia directa de un impacto negativo del emisario en el ecosistema de la zona estudiada.

Macías (2020), se centró en el diseño óptimo de un emisario submarino para la ciudad de Manta, Ecuador. A través de las formulaciones del método analítico del BOE1993 y el análisis de los procesos que influyen en la dilución, logró desarrollar diversas opciones de dimensionamiento. Esto permitió seleccionar la propuesta más adecuada que satisfagan las necesidades de la ciudad, asegurando el cumplimiento de los estándares de calidad del cuerpo de agua receptor.

Gómez (2019), diseñó y modeló la concentración de UFC de coliformes fecales en la descarga de efluentes en el emisario submarino de Mar del Plata (Argentina). A partir de la simulación de cinco eventos con el software D-Waq, determinando que el diseño de descarga no presentó fallas, ni en condiciones medias ni en los escenarios críticos analizados, caudal medio de descarga ($6 \text{ m}^3/\text{s}$) y caudal máximo de diseño ($9 \text{ m}^3/\text{s}$). Además, se resaltó la importancia de contar con un emisario submarino, como una solución estructural para el saneamiento en ciudades costeras, ya que facilita el control de las aguas residuales y garantiza el uso seguro del entorno marino.

Lozano et al. (2016), evaluó el posible impacto negativo del emisario de la depuradora de La Punta del Hidalgo (Tenerife, España) sobre el litoral circundante, identificó dos bioindicadores, los poliquetos *Capitella capitata* y *Ophryotrocha puerilis* como enriquecimiento orgánico en el entorno del emisario submarino, La mayor abundancia de estas especies en las zonas circundantes de la descarga evidenciaron una influencia local del vertimiento sobre las comunidades bentónicas, aunque sin generar alteraciones significativas a escala regional del ecosistema costero.

Fernández (2015), determinó las principales fuentes que contaminan de la bahía de Santiago de Cuba (Cuba). Presentó indicadores para la información de contaminante orgánicos, DBO₅, demanda química de oxígeno y sólidos suspendidos totales, realizándose la identificación y valoración del comportamiento de estos, asimismo su repercusión social. concluyendo que la contaminación de la bahía de Santiago de Cuba se encuentra influenciada por las aguas residuales domésticas e industriales vertidas, predominando el impacto de efluentes de origen urbano, en donde se identifica que las empresas y entidades (industrias pesqueras y alimentarias, actividad marino portuaria, hospitales y centros de salud, etc.) generan y disponen en las aguas de la bahía de Santiago de Cuba una carga anual en DBO₅ de 4 082.17 toneladas aproximadamente, debido a que los efluentes reciben poco o nulo tratamiento antes de ser dispuestos, constituyendo una alta contribución al deterioro que presenta este ecosistema.

Streitenberger & Baldini (2015), determinaron el estado sanitario de los principales afluentes que recibe el estuario de Bahía Blanca, Argentina cuantificando las poblaciones de bacterias heterótrofas mesófilas aerobias (BH), *Escherichia coli* (EC) y *Salmonella* spp., Asimismo estableció el impacto que ejercen en el estuario. Concluyendo que se encontraron diferencias significativas entre los sitios muestreados tanto para EC como para BH, esto debido a la actividad antrópica que mantiene elevadas concentraciones de bacterias de origen fecal en la zona estudiada.

Herrera (2017), evaluó cuantitativamente la eficiencia de un emisario submarino en la reducción de coliformes fecales en la bahía de Coquimbo en Chile, se determinó que el transporte de los contaminantes descargados en el mar depende de sus propiedades fisicoquímicas, como, temperatura, salinidad, densidad del efluente, concentración de contaminantes (coliformes fecales, nutrientes, materia orgánica, SST. Etc.), flotabilidad de pluma del efluente, difusividad, así como de la influencia de las fuerzas dinámicas como, corriente de marea, viento, oleaje, corrientes litorales, estratificación de columna de agua entre otras. Estas fuerzas generan

corrientes con distintas intensidades y direcciones a lo largo de la columna de agua de la bahía de Coquimbo.

Martín (2016), estudió una propuesta técnica para la optimización del sistema de tratamiento de las aguas residuales domésticas de la ciudad de Cartagena en Colombia, cuya descarga de efluentes es realizada a través de un emisario submarino hacia el mar Caribe. Concluye que Colombia no cuenta con normativas que regulen los vertimientos de aguas residuales domésticas hacia el mar, basándose en el Decreto 1594 de 1984, que durante muchos años fue la principal norma colombiana para usos del agua y vertimientos líquidos, por tal motivo la operación de emisarios submarinos está basada en normas no apropiadas para este ecosistema. Pese a estas condiciones el emisario submarino como sistema de vertimiento, ha permitido una recuperación considerable en las zonas de la “ciénaga de la Virgen” en la bahía de Cartagena, mejorando la calidad del agua de la bahía. Asimismo, al hacer la comparación de los parámetros de calidad con la normativa como grasas, aceites y el valor de coliformes fecales no cumple con los límites permisibles que se encuentra en la Resolución 0631 de 2015, que establece los parámetros y valores límite máximos permisibles para vertimientos puntuales a cuerpos de agua superficiales y sistemas de alcantarillado público, en la superficie de la zona de mezcla por el deficiente diseño de dispersión con el que cuenta el emisario.

Maldonado (2014), realizó un recuento de las condiciones relevantes a tener en cuenta para el diseño de un sistema de disposición de aguas residuales mediante un emisario submarino, tomando como ejemplo de aplicación el emisario submarino de Cartagena en Colombia, concluyendo que:

- Los impactos ambientales que se observan en el mar por la presencia de la descarga de efluentes por un emisario son menores a los que puedan llegar a generarse en cualquier otra fuente receptora.
- Los procesos biológicos, físicos y químicos que se generan en el mar son más rápidos y efectivos al obtener altos índices de dilución en corto tiempo.

- Este estudio recomienda la implementación de emisarios submarinos como estructuras más adecuadas para disponer las aguas residuales de los centros urbanos instalados en zonas costeras por sus costos relativamente aceptables.

Alba (2011), localizó el punto de vertido más adecuado a través de un emisario, de acuerdo con diseño de difusores y las características de la zona de mezcla para un adecuado funcionamiento ambiental, encontró que mediante el uso de la dinámica de fluidos computacional es posible modelar cualquier contaminante, incluyendo la cinética de reacción propia que posea, ver la interacción del flujo con el fondo y la superficie libre, teniendo en cuenta los efectos del oleaje.

Rendón et al. (2010), estableció indicadores de calidad para el agua, los sedimentos y los suelos en entornos marinos y costeros de puertos colombianos de Cartagena, Barranquilla, Santa Marta, Buenaventura y de Temuco, concluyendo que el uso de los espacios costeros y las actividades propias de la operación portuaria modifican las condiciones naturales de estos ecosistemas, afectando la calidad del agua, los sedimentos y los suelos.

Merizalde (2008), recopiló información sobre los parámetros clave para la instalación de un emisario subfluvial en el río Guayas (Ecuador), se determinó, mediante el uso del software CORMIX como herramienta de análisis, que la descarga en el río cumple con los estándares de calidad establecidos por la normativa ambiental (Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria TULAS) para el vertido de efluentes en cuerpos de agua dulce, considerando las características del efluente y del cuerpo receptor.

Ramos (2008), analizó el nivel de contaminación microbiológica de la bahía de Santa Marta en Colombia, midiendo las concentraciones de coliformes totales y fecales (NMP/100mL) de muestras de agua recolectadas, en 11 puntos en dos niveles de profundidad (1 y 20 m). Se demuestra que la bahía presenta un nivel de contaminación medio para las actividades de contacto

primario como natación y buceo, registrándose concentraciones bajas de coliformes totales desde < 10 NMP/100mL hasta valores superiores a 1 600 NMP/100mL, en el caso de coliformes fecales algunos varios cientos de NMP/100mL, sin embargo, se identifican varias fuentes de contaminación como son: emisario submarino, puerto marítimo, actividades domésticas, entre otras, que generan un alto impacto sobre este ecosistema.

Hernández et al. (2008), evaluó los cambios en la composición y estructura de las comunidades de octocorales (corales) a 10 y 20 m de profundidad en el área del emisario submarino (3 910 m de longitud) lanzado en el año 2000, durante el periodo 2002 a 2005, ubicado al oeste de la Ciudad de La Habana en Cuba para la evacuación de efluentes residuales urbanos (domésticos e industriales) en el área de Reparto Flores, tomando como línea base datos existentes antes del inicio de su construcción. Concluyendo que las mayores densidades totales reportadas en el 2004 y en el 2005 evidencian la recuperación de las distintas poblaciones de octocorales. Varios índices sugieren una disminución de la influencia de la contaminación en la última década.

Osorio & Pardo (2007), desarrollaron un modelo para simular la descarga y la dilución inicial de los vertimientos del emisario submarino de Santa Marta en Colombia, determinando que el sistema implementado, redujo la contaminación en esta zona costera, evidenciada por la eliminación del impacto visual negativo observado antes del año 2000. Sin embargo, esta reducción no es suficiente para evitar por completo la afectación al medio marino, posiblemente debido a la profundidad a la que se instaló el emisario.

Lara-Martín et al. (2005) en su investigación se propusieron analizar y comparar los niveles de diversos contaminantes en la bahía de Cádiz (España), considerando tanto la influencia de distintos vertimientos como la ubicación dentro de la zona de estudio. Los resultados evidenciaron la presencia de concentraciones de compuestos orgánicos persistentes y elementos tensoactivos en los sedimentos, producto de los vertimientos

agrícolas y del efluente procedente de una planta de tratamiento de aguas residuales urbanas e industriales.

García (2004), analizó la respuesta estructural del emisario durante su instalación mediante flotación y hundimiento controlado en el fondo marino, se determinó que las fuerzas ejercidas por el mar, como las corrientes estacionarias y el oleaje, deben considerarse en los cálculos, esto es esencial para simular con precisión el proceso de colocación y prevenir fallas en su operación.

Cortés (2003), estudió la importancia de los coliformes fecales como indicadores de contaminación en la Franja Litoral de Bahía de Banderas, Jalisco-Nayarit en México, con monitoreos bimensuales desde 2000 al 2002, debido a la descarga de aguas negras (aguas residuales domésticas) como fuentes importantes de contaminación de las zonas costeras. Determinó que las concentraciones en algunos casos rebasan los límites máximos permisibles de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana (200 NMP/100 ml), evidenciando con los valores reportados la contaminación de origen fecal en la zona estudiada, señalando que la detección de bacterias coliformes, incluso en áreas de uso recreativo, refleja que la contaminación microbiana en la Bahía de Banderas es significativa.

Gómez et al. (2001), evaluó la contaminación en la bahía de Santiago de Cuba y encontró que es receptora de aguas residuales domésticas y de vertimientos industriales directos que aportan una carga orgánica importante como nitrato hasta 4 mg/L aproximadamente, amonio hasta 1 mg/L, oxígeno disuelto entre 1 y 8 mg/L y coliformes fecales entre 10^2 a 10^4 UFC/100mL; y que su parte interior es la zona más contaminada a consecuencia de las características hidro-geográficas que determinan una lenta velocidad de recambio.

Salas (2000), evaluó la viabilidad de los emisarios submarinos para la disposición de aguas negras (aguas residuales domésticas) de ciudades costeras en América Latina y el Caribe, encontrando que estas estructuras

proveen de tecnología eficiente y segura para la disposición final de aguas residuales domésticas, con lo que se pueden alcanzar los objetivos de calidad de agua y minimizar los impactos adversos al ambiente.

2.2.Marco teórico

2.2.1. Bahía El Ferrol

Tresierra et al. (2007), menciona que la bahía El Ferrol se encuentra en la zona marino-costera del centro del Perú, dentro de la provincia del Santa, en el departamento de Áncash, a 450 km al norte de Lima. Su extensión es de 11.1 km de largo por 6.5 km de ancho, abarcando un área total de 73.5 km².

COMAN (2000), menciona que la ciudad de Chimbote, situada en la provincia de Santa, Áncash, se encuentra frente a la bahía EL Ferrol, la cual está casi completamente cerrada en su extensión de norte a sur debido a la presencia de las islas Ferrol del Norte, Ferrol del Medio, Ferrol del Sur y Blanca. Estas islas forman tres canales que permiten la conexión con el océano abierto. Además, la bahía se distingue por la lentitud en la circulación de sus aguas.

Ganoza *et al* (2002), da a conocer que, en la superficie de la bahía El Ferrol se identificaron corrientes irregulares con velocidades que variaron entre 0.27 y 6.06 cm/s. Estas corrientes tuvieron una orientación predominante hacia el sureste (SE), sur (S) y noroeste (NE), siendo más intensas en la zona sur de la bahía, mientras que en la región central su presencia fue menos significativa. La configuración geomorfológica y el patrón de circulación de la bahía dificultan la adecuada dilución de la carga orgánica.

2.2.2. Fuentes de contaminación en la bahía El Ferrol

2.2.2.1. Contaminación del agua

Centurión et al. (2013), señalan que la contaminación del agua ocurre cuando se incorporan sustancias que alteran sus propiedades naturales. Este fenómeno está relacionado con la cantidad y velocidad con las que se introducen los contaminantes, lo que afecta directamente a los seres vivos al reducir sus posibilidades de supervivencia.

En los ecosistemas naturales, el agua recibe constantemente varias sustancias externas, que pueden diluirse o filtrarse a través de procesos naturales. Sin embargo, cuando la carga contaminante es excesiva, los mecanismos naturales de autodepuración, que dependen de la presencia de oxígeno disuelto en el agua, resultan insuficientes para contrarrestarla, provocando así su contaminación.

2.2.2.2. Contaminación del agua de mar

García & Ayala (2013), señalan que la mayor parte de los efluentes líquidos generados en una región desemboca en el mar y, si no son tratados adecuadamente según sus características, pueden ocasionar impactos negativos en las costas, los hábitats de peces, los arrecifes de coral y los manglares, que son ecosistemas esenciales para la reproducción de numerosas especies. Asimismo, estos contaminantes pueden afectar la calidad de las playas, perjudicando tanto a los pescadores como al turismo.

Centurión et al. (2013), menciona que los principales contaminantes que ingresan al océano provienen de aguas residuales domésticas e industriales, así como del drenaje de aguas utilizadas en la agricultura. Además, una parte significativa de la contaminación se origina en actividades portuarias y en el transporte marítimo, debido a vertimientos de residuos, derrames de hidrocarburos ocasionados por accidentes o naufragios, y el lavado de instalaciones de embarcaciones.

2.2.2.3. Contaminación de la bahía El Ferrol

MINAM (2012), menciona que la actividad pesquera en la bahía genera una significativa cantidad de efluentes y residuos, siendo los muelles pesqueros la principal fuente de estas descargas, dado que poseen autorización para el vertimiento de productos hidrobiológicos. De manera similar, las industrias dedicadas a la producción de harina y aceite de pescado, junto con las plantas procesadoras de conservas, descargan sus efluentes directamente en el mar sin ningún tipo de tratamiento previo.

MINAM (2009), menciona que la identificación de fuentes de contaminación en la bahía de Chimbote constituye la Línea Base Ambiental, utilizada como referencia para la elaboración de planes de descontaminación y recuperación del ecosistema marino. Para ello, se realizó la recopilación y organización de información proveniente de diversas entidades públicas y privadas, identificándose un total de 50 puntos de descarga de aguas residuales. Estas descargas incluyen efluentes industriales de empresas pesqueras, residuos provenientes de la siderurgia y la industria de hidrocarburos, vertimientos de muelles industriales y aguas residuales domésticas sin tratar.

Sánchez et al. (2008), mencionan que, las aguas residuales provenientes de la industria pesquera conforman las principales fuentes de ingreso de materia orgánica (MO) en la bahía El Ferrol. Esto debido al mal manejo los efluentes y la materia orgánica proviene de la etapa del proceso de producción de harina y aceite de pescado; sin embargo, las plantas pesqueras proceden a instalar las llamadas “bombas ecológicas” que emplean una relación de bombeo 1:1 de agua vs. pescado. Esta agua después de ser empleada en el bombeo de pescado, es regresado a la bahía cargada de escamas, sangre, mucus y restos de pescado.

Figura 3: Pozas informales de retención de aceites y grasas, ubicadas en línea de playa, procedente del perforado indebido de canales y tuberías que conducen los vertimientos de aguas residuales industriales pesqueras.



Nota: Imagen que muestra pozas informales para recolección de aceites y grasas, de los emisarios de las plantas industriales pesqueras en orilla de playa de la bahía El Ferrol. Programa Nacional de Vigilancia de Recursos Hídricos bahía El Ferrol DIGESA 2008.

García *et al* (2019) mencionaron que en la bahía El Ferrol, el sedimento marino presenta casos de olores sulfurosos y coloración negro, esto propio de sustratos reducidos y semireducidos. El proceso de óxido – reducción del sedimento es un indicador del estado de afectación del fondo marino, sobre todo en áreas sometidas a fuertes perturbaciones, como es el caso de estudio, en estas condiciones el medio marino continúa siendo afectado directamente por factores externos, que alteran el equilibrio de este ecosistema.

A. Sector Industrial Pesquero

Loayza (1998), menciona que en 1954 comenzó el desarrollo de la pesca industrial en Chimbote, y durante las décadas de 1960 y 1970 se produjo un auge en la captura de anchoveta, lo que llevó a que la ciudad fuera considerada el principal puerto pesquero del mundo. Sin embargo, no se previó el impacto ambiental que esta actividad generaría. Como consecuencia, en las costas de la bahía operaban 48 fábricas dedicadas a la producción de harina y aceite de pescado, así como plantas de conservas, todas ellas vertiendo sus efluentes sin tratar directamente al mar. Estos desechos contenían proteínas, aceites,

sanguaza, escamas y agua de bombeo, contribuyendo significativamente a la contaminación del ecosistema marino.

Guevara (2009), identificó en ese año un total de 33 empresas pesqueras en la zona, de las cuales el 32 % se dedicaba a la producción de harina de pescado, el 64 % a la conservación de productos marinos y el 3 % a ambas actividades. Además, registró 26 puntos de descarga de aguas residuales industriales, los cuales generaban un caudal de 2 000 litros por segundo, lo que equivale a 58 060 800 m³ al año.

Figura 4: Registro satelital de perturbaciones por vertimientos industriales pesqueros en la bahía El Ferrol. Capturas diciembre 2013 y diciembre 2022



Nota: Captura de Google Earth. a) Bahía El Ferrol diciembre de 2013, estela formada por vertimiento de efluentes industriales pesqueros en producción industrial de harina y aceite de pescado. b) Bahía el Ferrol diciembre 2022, no hay formación de estela en plena temporada de producción industrial de harina y aceite de pescado.

B. Sector Industrial Siderúrgico

ONERN (1996), menciona que la empresa SIDERPERÚ representa una de las principales fuentes de contaminación en la bahía El Ferrol (en la zona norte) debido a los efluentes derivados de sus procesos industriales. Desde el inicio de sus operaciones de fundición y laminado de acero en 1958, esta empresa ha impactado el ecosistema marino al descargar residuos líquidos con compuestos como óxidos, grasas, aceites, detergentes y aguas con alta acidez. Además, estos efluentes contienen metales pesados, incluyendo cobre (Cu), cadmio (Cd), plomo (Pb) y hierro (Fe), alcanzando un volumen aproximado de 5 284 000 m³ por año

Guevara (2009), determinó que SIDERPERÚ generaba un caudal de 200 litros por segundo de aguas residuales industriales, lo que equivale a 5 806 080 m³ al año, con características similares a las mencionadas por ONERN (1996), como se detalla en la tabla 1.

Tabla 1: Características químicas de los efluentes de SIDERPERU, vertidos a la bahía El Ferrol.

Concentración de pH y metales pesados en los efluentes de SIDERPERU vertidos a la bahía El Ferrol					
Zona de muestra	pH	Cobre (ppm)	Cadmio (ppm)	Plomo (ppm)	Hierro (ppm)
Desagüe (torre lavadora)	3.3	0.072	0.018	0.143	221.81
Desagüe	7.5	0.062	0.013	0.202	0.37
Cerca bocana de descarga (sedimento)	8.7	32.140	3.920	221.900	75 900

Nota: Cuadros & Gonzáles (1991). Cuadro que muestra concentraciones de metales pesados en los distintos efluentes vertidos por la empresa SIDERPERU.

A. Efluentes domésticos

Guevara (2009), menciona que, con el desarrollo inusitado de las industrias pesqueras y la inauguración de la siderúrgica, que en tiempos aquellos llegaron a erigirse como las industrias más importantes del país; se sumó la

contaminación por las aguas municipales, como resultado de un explosivo crecimiento de la población, y un desordenado desarrollo urbano (tabla 2). Esto trajo consigo la generación de aguas domésticas, que también sin tratamiento alguno fueron dispuestas directamente a la bahía El Ferrol.

Tabla 2: Evolución de la población y tasa de crecimiento en Chimbote.

Incremento de la población en Chimbote 1950 a 2017			
Año	Población (número hab.)	Área desarrollada (ha)	Tasa de crecimiento anual (%)
1950	15 600	164	
1956	30 000		13,4
1961	59 990	460	
1970	170 000	2400	
1972	160 430		9,4
1981	216 301	2600	3,4
1993	282 279	2800	1,8
2007	334 568		1,2
2017	365 534		

Nota: INEI Migraciones Internas en el Perú. Censos 1981, 1993, 2007 y 2017. Equipo Técnico PDU Chimbote-Nuevo Chimbote

Guevara (2009), identifica que el volumen total de aguas residuales domésticas generadas en la ciudad de Chimbote es de 452.8 L/s, es decir unos 13 727 309 m³/año, provenientes de:

- 11 descargas de aguas residuales domésticas corresponden a la EPS SEDACHIMBOTE.
- 07 puntos de descargas de aguas residuales domésticas de los drenes de la ciudad.
- 05 puntos de descargas de aguas residuales domésticas provienen de industrias.

Tabla 3: Resumen de aguas residuales vertidas en la bahía El Ferrol.

Volumen anual de promedio de efluentes vertidos en la bahía El Ferrol		
Aguas residuales	Volumen promedio	
	L/s	%
Aguas residuales pesqueras	2 000	75
Aguas residuales siderúrgicas	200	8
Aguas residuales domésticas	452.8	17
Total aguas residuales	2 652.8	100

Nota: Guevara 2009.

SEDACHIMBOTE (2019 y 2020) en sus memorias anuales, informa que se producen un promedio de 26 millones de m³ de agua potable al año para abastecer a las poblaciones de Chimbote y Nuevo Chimbote, aguas que después se convierten en efluentes domésticos, terminan vertidos en la bahía El Ferrol sin pasar por tratamiento (aguas negras).

2.2.3. Efluentes industriales pesqueros

García & Ayala (2013), indican que los efluentes industriales pesqueros que se producen por los procesos productivos han venido contribuyendo a la degradación ambiental de los ecosistemas aledaños. Paulatinamente los efluentes de estas actividades han venido incorporándose al proceso en la actualidad, la sanguaza y el agua de cola son en parte reincorporadas al proceso productivo, mientras que otras fracciones pasan por sistemas de tratamiento en varias etapas con el objetivo de recuperar los componentes orgánicos, como proteínas y grasas. No obstante, la eficiencia en la recuperación de estos elementos sigue siendo limitada en muchas plantas de procesamiento.

Falcón & Yalico (2015), indican que, los monitoreos realizados en las plantas industriales de harina y aceite de pescado, los efluentes tratados antes de su descarga en el cuerpo receptor aún presentan concentraciones considerablemente altas de sólidos suspendidos totales (SST), aceites y grasas, así como una elevada demanda biológica de oxígeno (DBO₅).

Los efluentes líquidos generados en estas industrias son predominantemente de origen orgánico y contienen grandes cantidades de proteínas y aceites. En

muchos casos, estos residuos son vertidos directamente al mar, contribuyendo significativamente a la contaminación ambiental.

Identificaron que los efluentes provenientes de la industria pesquera que se originan principalmente de:

-) Agua con sangre: líquido drenado de la materia prima almacenada.
-) Agua de bombeo: agua de mar utilizada para transportar y descargar el pescado desde la bodega de la embarcación hasta la planta de harina.
-) Agua de limpieza: utilizada para la higienización de máquinas y pisos.
-) Agua generada en centrífugas en el proceso de separación de aceites y grasa.
-) Agua condensada: proveniente de la planta evaporadora del agua de cola.

2.2.4. Emisario submarino

Osorio & Pardo (2007), propone una alternativa para la disposición de aguas residuales domésticas es su vertimiento en el medio marino. En países en vías de desarrollo, donde los efluentes líquidos son principalmente de origen orgánico, se considera el uso de emisarios submarinos, ya que representan una opción más económica en comparación con otras tecnologías de tratamiento. Estos emisarios están diseñados para optimizar la capacidad de dilución y asimilación del ecosistema marino, evitando generar impactos ambientales negativos.

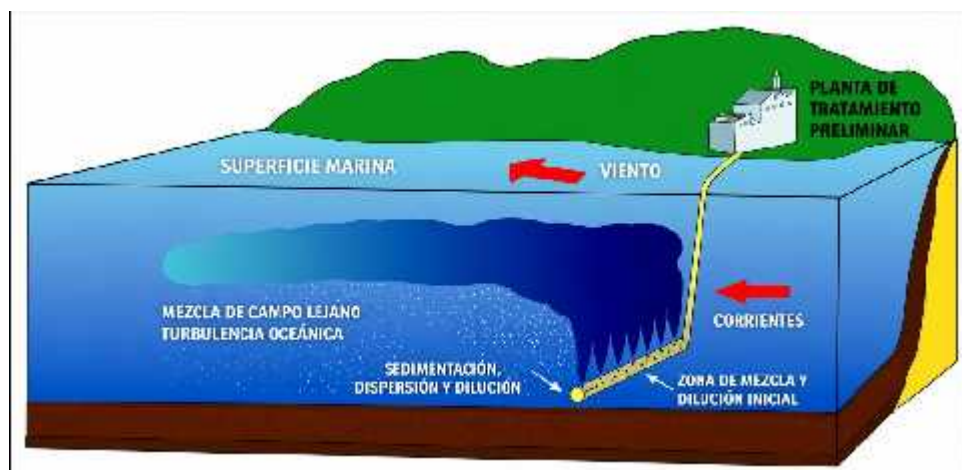
2.2.4.1. Características

Macías (2020), señala que un emisario submarino es una tubería que transporta aguas residuales desde una planta de tratamiento hacia un área distante de la costa. Su función principal es asegurar que los contaminantes del efluente se diluyan en una zona alejada, evitando impactos negativos en los ecosistemas acuáticos y en las áreas recreativas. Los emisarios submarinos

suelen emplearse para la descarga de aguas residuales domésticas, pluviales e industriales. Entre estas, las descargas de origen biológico son especialmente relevantes para la salud humana debido a la presencia de coliformes fecales.

La figura 5 presenta un esquema de cómo funciona un emisario submarino asentado sobre el fondo marino. En este caso, la pluma contaminante queda retenida por una picnoclina en un medio estratificado, impidiendo su ascenso a la superficie. El tramo final del emisario cuenta con múltiples orificios o difusores, y su operación podría depender de la gravedad o un sistema de bombeo.

Figura 5: Esquema del funcionamiento de un emisario submarino.



Nota: (Baumgartner, et al., 1994), muestra el funcionamiento de un emisario submarino durante el vertimiento de efluentes.

García (2014), establece que, en el tratamiento de aguas residuales a través de un emisario submarino, es fundamental lograr diluciones iniciales de aproximadamente 100 a 1 (es decir, 1 litro de aguas residuales en 100 litros de agua limpia) de manera constante durante la descarga. Esto permite reducir la carga de materia orgánica y nutrientes a grados que previenen impactos ecológicos negativos. Para la construcción de estos emisarios, uno de los materiales más utilizados es el polietileno de alta densidad (HDPE por sus siglas en inglés), caracterizado por su estructura de alto peso molecular.

Dentro de las diversas opciones de tratamiento de aguas residuales, los emisarios submarinos destacan como una solución innovadora para la disposición de estos efluentes en Perú y otros países de América Latina. Este enfoque fue tratado por la Organización Mundial de la Salud (OMS) en el año 2003 dentro de sus directrices sobre la calidad del agua recreativa.

Tabla 4: Riesgo relativo potencial a la salud humana por la exposición a las aguas negras a través de emisarios submarinos.

Tratamiento	Tipo de descarga		
	Directa en la playa	Emisario corto	Emisario efectivo
Ninguno	Muy alta	Alto	NA
Preliminar	Muy alta	Alto	Baja
Primario (incluyendo tanques sépticos)	Muy alta	Alta	Baja
Secundario	Alta	Alta	Baja
Terciario	Moderada	Moderada	Muy baja
Lagunas	Alta	Alta	Baja

Nota: (OMS, 2003).

2.2.4.2. Diseño

➤ Emisario

Macías (2020), mencionó que el emisario submarino consta de dos secciones: la primera, de mayor longitud, se extiende desde la estación de tratamiento de aguas hasta una profundidad específica en el océano; la segunda, conocida como tramo difusor, es más corta y cuenta con varios difusores que aseguran una adecuada dilución del contaminante. La configuración de los emisarios puede variar, pudiendo la pluma desarrollarse en un medio estratificado o no. Además, su operación puede requerir una estación de bombeo dependiendo de las pérdidas de carga en el sistema, los difusores y la salida del chorro, debido a la diferencia de densidad entre el agua residual y el cuerpo receptor.

➤ Ubicación del emisario submarino

CEPIS (2000), indica que, la selección de los puntos de descarga debe realizarse de manera que se minimicen los impactos en zonas de

recreación y actividades pesqueras. Para definir la ubicación de un emisario en una ciudad costera, es fundamental considerar la red de alcantarillado, asegurando que esta dirija las aguas residuales a una planta de tratamiento equipada con un sistema de bombeo. Este sistema debe permitir la evacuación del líquido cloacal en una zona donde genere el menor impacto posible en el turismo y la pesca. En el caso de sistemas de gran escala, si las condiciones económicas lo permiten, se recomienda dividir la descarga en dos o más emisarios para evitar la concentración excesiva de los componentes de las aguas residuales en un único punto.

➤ **Longitud del emisario**

Córdoba (2019), indicó que la extensión del emisario tiene como propósito principal alejar el proceso de dilución de la costa, evitando impactos en la playa. Para ello, se consideran factores ambientales como la hidrodinámica del medio receptor, la biocenosis del fondo marino y la presencia de especies estenohalinas. La selección de la longitud del emisario se realiza en conjunto con el tipo de difusor, de manera que, en combinación, logren una adecuada dilución inicial, una dispersión horizontal efectiva y la reducción de bacterias. Estas condiciones deben ser suficientes para garantizar que tanto los estándares de emisión del efluente como los establecidos para zonas recreativas no se vean comprometidos.

➤ **Profundidad de descarga**

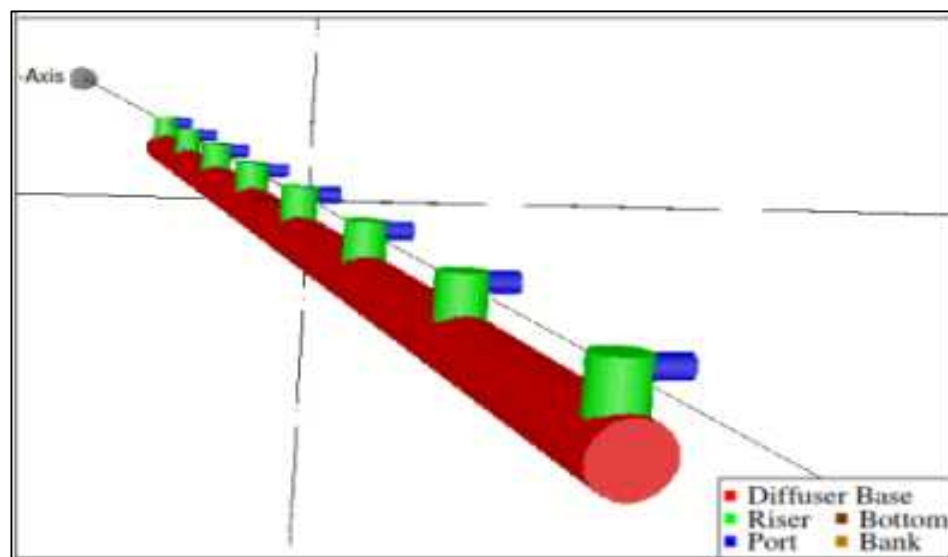
Es importante considerar que en los posibles puntos de descarga donde se alcanzan profundidades de 20 metros o más, la columna de agua marina presenta una estratificación significativa, especialmente en los meses de verano. Cuando esta estratificación es suficiente, la pluma resultante de la mezcla entre aguas residuales y agua marina no asciende hasta la superficie, sino que permanece sumergida en una capa intermedia. Además, diversos estudios indican que los residuos, incluidas partículas flotantes como restos de frutas y heces, al ser vertidos a profundidades de 20 metros o más, experimentan un cambio

debido a la presión, lo que impide su flotación y favorece su sedimentación en el lecho marino. Por ello, el impacto visual de los residuos flotantes que no han sido eliminados en el tratamiento previo no debería representar una preocupación. (CEPIS 2000).

➤ Difusores

Mateo (1995), describe que los difusores son orificios ubicados en la segunda sección de la tubería y tienen la función de distribuir el caudal de salida de manera uniforme, ampliando el área de descarga y facilitando la mezcla y homogenización del vertido en el mar. Cada chorro expulsado inicia su trayectoria en línea recta debido a la inercia, pero gradualmente se curva hacia arriba debido a la diferencia de densidad con el entorno. La cantidad, disposición y separación de los difusores son aspectos clave en los estudios, ya que su diseño influye directamente en el cumplimiento de los niveles de dilución requeridos.

Figura 6: Disposición de difusores de un emisario submarino



Nota: Estudio de Impacto Ambiental APROFERROL 2015.

Córdoba (2019), menciona que un diseño eficiente del difusor permite lograr fácilmente una dilución inicial de 100:1, y en aguas con mayor profundidad, estos valores pueden incrementarse aún más. Como ejemplo, si un efluente doméstico con una demanda bioquímica de

oxígeno a cinco días (DBO₅) de 100 mg/L se mezcla de manera constante con agua de mar en una proporción de 100:1, la concentración de DBO₅ en la pluma resultante se reduciría a aproximadamente 2 mg/L, lo que equivale a una efectividad del 99% en términos de dilución. Ningún método de tratamiento convencional puede mantener este nivel de eficiencia de forma continua.

➤ **Zona de mezcla**

Ferreira De Lima (2016), menciona que existen diversas definiciones de zona de mezcla, pero todas comparten la necesidad de asegurar un proceso de dilución adecuado, manteniendo las características ecológicas de los cuerpos de agua, tanto en su estructura como en su función. Además, se busca que esta zona sea lo más reducida posible.

Gutiérrez (2005), concluye que, en el área de mezcla se encuentra en las cercanías del difusor, dentro de la zona de dilución inicial, conocido como campo cercano, en ciertos casos puede extenderse ligeramente al campo lejano. En esta zona, se toleran concentraciones superiores a los límites de calidad, siempre que no se excedan los niveles de toxicidad aguda y crónica de ciertos parámetros, los cuales están relacionados con posibles impactos en determinadas especies marinas.

García (2011), demostró que se basa en dos programas creados para determinar el punto de vertimiento, denominado zona de mezcla o zona de menor impacto:

- CORMIX (Donecker y Jirka, 1990) fue creado para la evaluación de vertidos con flotabilidad positiva en campo cercano, pero a través del tiempo ha ido aglomerando una serie de nuevos módulos que permiten el cálculo con flotabilidad negativa y el estudio del campo lejano. Su principal limitación, frecuente en varios de los modelos de dilución, separa el estudio del campo cercano y del campo lejano.
- El modelo VISUAL PLUMES (Baumgartner, Frick y Roberts, 1994) fue creado en su inicio por la Environmental Protection

Agency (US EPA) (Frick et al., 2001) para la simulación del transporte de sustancias, y se encuentra enfocado a contaminantes biológicos de efluentes urbanos en zonas costeras. El funcionamiento del modelo se basa en la emisión de partículas en el cuerpo receptor y el análisis de su evolución en función a las características del mismo.

También menciona que, en la zona de mezcla, el vertido a través del emisario es arrastrado por las corrientes, en un proceso de transporte hacia zonas más alejadas, en el que se dan lugar diferentes fenómenos, que contribuyen a una reducción sustancial de la concentración de las sustancias contaminantes del efluente. El análisis de estos procesos con el fin de determinar las condiciones ambientales más adecuadas en lo que a cumplimiento de requisitos de calidad que se requiere constituye lo que se denomina “diseño ambiental del emisario”.

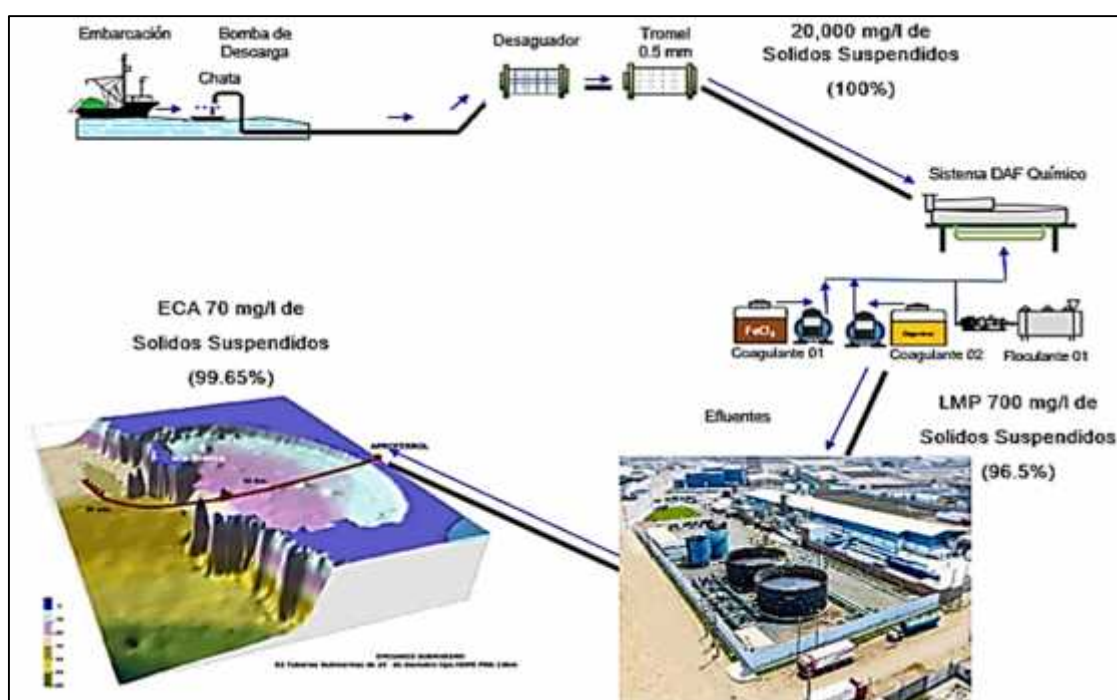
2.2.4.3. Emisario submarino APROFERROL

La Autorización de vertimientos APROFERROL (2020), en su memoria descriptiva indica que el sistema de disposición de efluentes provenientes de plantas industriales pesqueras comenzó a operar el 7 de mayo de 2015, tras una inversión de 15.5 millones de dólares, financiada íntegramente por el sector privado pesquero. Su objetivo principal es garantizar que los efluentes vertidos cumplan con los Límites Máximos Permisibles (LMP) y sean descargados en aguas externas a la bahía El Ferrol, donde puedan lograr una dilución eficiente.

El proyecto APROFERROL obtuvo su certificación ambiental mediante la Resolución Directoral N°150-2015-PRODUCE/DGCHI, al cumplir con las normativas establecidas en el Plan Ambiental Complementario Pesquero (PACPE) Colectivo, aprobado a través de la Resolución Directoral N°095-2010-PRODUCE/DIGAAP. Actualmente, la estación de bombeo cuenta con la Autorización de Vertimientos de Aguas Residuales Industriales Tratadas, otorgada por la Resolución Directoral N°098-2020-ANA-DCERH.

La operación y gestión del emisario colectivo submarino está a cargo de la estación de bombeo central APROFERROL, cuya función principal es recepción, almacenamiento y disposición final de los efluentes industriales pesqueros tratados, tanto de la industria de consumo humano directo como indirecto. Esta infraestructura tiene una capacidad de evacuación de 3 338 m³ por hora.

Figura 7: Esquema general del sistema de recolección, almacenamiento y evacuación de efluentes industriales pesqueros tratados.



Nota: Autorización de vertimientos PACPE APROFERROL, 2020. Muestra el esquema desde la generación de los efluentes industriales pesqueros, su tratamiento y disposición final.

➤ Funciones del emisario submarino APROFERROL

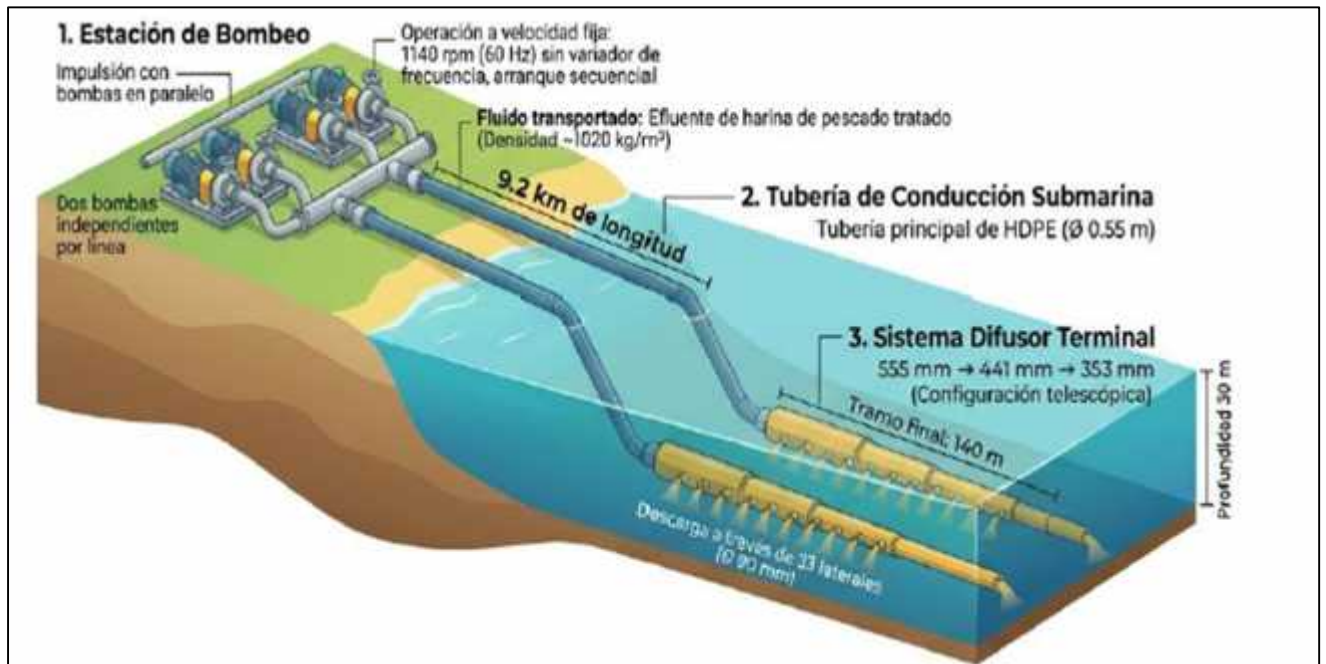
De acuerdo con PACPE colectivo APROFERROL, las principales funciones, en relación a los servicios de recepción, almacenamiento y evacuación de efluentes industriales pesqueros, son:

- Gestionar el vertimiento de los efluentes industriales tratados, generados en los procesos fabriles de los establecimientos Industriales asociados y usuarios, en armonía con Estándares de Calidad Ambiental para el Agua (ECA) para el medio marino

receptor, a través de emisarios submarinos que tienen longitudes de 9 529.63m y 9 319.62m, provistos en sus extremos final de un difusor de 140 m cada uno con 32 toberas de 4" (pulgadas) de diámetro, emplazados a una profundidad de 30 m.

- b) Gestionar para las empresas asociadas ubicadas en la Zona Industrial 27 de Octubre, los monitoreos de calidad de aire (en forma agrupada), vía prestación de servicios, así como el envío y presentación del informe a la autoridad competente. El servicio será ejecutado por empresas acreditadas por el Instituto Nacional de Calidad INACAL. Por otro lado, el cumplimiento de los Límites Máximos Permisibles (LMP) de los efluentes de los efluentes industriales pesqueros de consumos humano directo e indirecto y ECAs Aire, es de estricta responsabilidad de las empresas asociadas y usuarias.
- c) Coordinar con laboratorios acreditados por el INACAL la realización de monitoreos de la calidad del agua en el cuerpo marino receptor, con el propósito de evaluar el impacto de los vertimientos generados por el sistema de recolección, almacenamiento y descarga (bombeo) de efluentes industriales pesqueros tratados. Estas acciones deben llevarse a cabo en cumplimiento de las normativas vigentes y los Estándares de Calidad Ambiental (ECA), siendo responsabilidad de APROFERROL garantizar su ejecución.

Figura 8: Esquema de operación del emisario submarino APROFERROL y sistema de difusores en zona de mezcla.



Nota: Esquema del funcionamiento del emisario submarino APROFERROL durante la disposición de los efluentes industriales pesqueros tratados en la zona de mezcla.

El sistema general de evacuación de aguas residuales industriales tratadas (efluentes) de la estación de bombeo APROFERROL está integrado por:

- Sistema colector de aguas residuales tratadas en tierra.
- Planta de almacenamiento y bombeo (planta APROFERROL).
- Dos emisarios submarinos.

➤ Sistema colector de aguas residuales tratadas en tierra

APROFERROL recolecta los efluentes industriales pesqueros tratados de 34 (de un total de 36) Establecimientos Industriales Pesqueros EIP de consumo humano directo e indirecto que operan en la ciudad de Chimbote y Nuevo Chimbote.

Figura 9: Red de recolección de efluentes industriales pesqueros tratados



Nota: Figura que muestra la distribución de la red de recolección de efluentes industriales pesqueros tratados desde su fuente de origen en la EIP hasta la estación APROFERROL.

El sistema colector data del año 2015, el cual consta de 15 líneas troncales y ramales de tuberías de polietileno de alta densidad HDPE, de diferentes diámetros que van desde las 3” hasta 18”, que en total suman un aproximado de 22.2 km. Los efluentes que son enviados mediante bombas de transferencia instalados en cada uno de los EIP.

Estos EIP están distribuidos en las siguientes zonas:

- Pueblo Joven Miramar (Chimbote).
- Pueblo Joven Florida Baja (Chimbote).
- Zona industrial Gran Trapecio (Chimbote).
- Zona industrial 27 de Octubre (Chimbote).
- Zona industrial Villa María (Nuevo Chimbote).

Tabla 5: Plantas conectadas en las diferentes zonas de Chimbote y Nuevo Chimbote.

Plantas conectadas por sector			
Zona	CHI	CHD	Total
27 OCTUBRE (Chimbote)	8	12	20
VILLA MARÍA (Nuevo Chimbote)		6	6
MIRAMAR (Chimbote)		6	6
FLORIDA BAJA (Chimbote)		2	2
TOTAL	8	26	34

Nota: PACPE APROFERROL.

Tabla 6: Especificaciones técnicas de la red colectora de efluentes industriales pesqueros tratados. PACPE APROFERROL.

DISTRIBUCIÓN Y LONGITUD DE LÍNEAS HDPE EN TIERRA								
	SECTOR	TRONCAL	N° PLAN TAS	ACTIVIDAD	TIPO	PLANTA HACIA TRONCAL m	LONGITUD DE TRONCAL	Φ pulg
CHI	27 DE OCTUBRE NORTE (CHIMBOTE)	T 15	01	HARINA Y ACEITE	PN 6	27	1,510	16"
		T 09	01	HARINA Y ACEITE	PN 6	6	1,600	8"
		T 16	01	HARINA Y ACEITE	PN 6	279	279	10"
		T 03	01	HARINA Y ACEITE	PN 6	35	510	6"
		T 05	01	HARINA Y ACEITE	PN 6	391	391	10"
	27 DE OCTUBRE SUR (CHIMBOTE)	T 14	01	HARINA Y ACEITE	PN 6	337	380	18"
		T 12	01	HARINA Y ACEITE	PN 6	340	300	12"
CHD		T 04	01	HARINA Y ACEITE	PN 6	273	252	10"
	27 DE OCTUBRE (CHIMBOTE)	T 01	03	CONSERVERA Y HARINA RESIDUAL	PN 6	96	1,439	4"
				CONSERVERA Y HARINA RESIDUAL		96		
				ANCHOADO		107		
	VILLA MARIA (NUEVO CHIMBOTE)	T 07	06	CONSERVERA Y HARINA RESIDUAL	PN 6	58	2,392	8"
				CONSERVERA		45		
				CONSERVERA Y HARINA RESIDUAL		44		
				CONGELADO		44		
				ANCHOADO		44		
				CONSERVERA Y HARINA RESIDUAL		96		
	27 DE OCTUBRE (CHIMBOTE)	T 02	03	CONSERVERA Y HARINA RESIDUAL	PN 6	60	800	6"
				CONSERVERA Y HARINA RESIDUAL		60		
				RESIDUAL		65		
	27 DE OCTUBRE (CHIMBOTE)	T 10	02	CONGELADO	PN 6	114	610	4"
				CONCENTRADO		45		
	Z.I. GRAN TRAPICIO (CHIMBOTE)	T 11	04	CONSERVERA Y HARINA RESIDUAL	PN 6	105	309	6"
				CONSERVERA Y HARINA RESIDUAL		20		
				CONSERVERA Y HARINA RESIDUAL		48		
				CONSERVERA Y HARINA RESIDUAL		160		
	MIRAMAR (CHIMBOTE)	T 08	07	CONSERVERA	PN 6	81	2,680	8"
				CONSERVERA		48		
				CONSERVERA Y HARINA RESIDUAL		386		
				CONSERVERA		52		
				CONSERVERA		415		
				CONSERVERA		30		
				CONSERVERA		412		
	FLORIDA BAJA (CHIMBOTE)	T13	01	CONSERVERA	PN 6	20	2,650	4"
SUB TOTAL (m)						4,816	17,348	
TOTAL (m)							22,165	

Nota: Plantas industriales pesqueras conectadas al sistema del emisario submarino.

➤ **Planta de almacenamiento y bombeo**

La Autorización de vertimientos (2020), describe que, la labor principal de esta unidad operativa consiste en recibir, almacenar y gestionar adecuadamente la disposición final, mediante bombeo, de los efluentes pesqueros tratados en sus respectivas plantas de origen hacia el cuerpo marino receptor. La estación central está equipada con diversas infraestructuras y dispositivos, incluyendo tanques de almacenamiento, sistemas de bombeo, generadores eléctricos y otros componentes esenciales para su funcionamiento.

El almacenamiento de efluentes se realiza en la estación central de bombeo APROFERROL, en dos (02) tanques de acero vitrificado sin techo, de 1 630 m³ cada uno, así como un tanque de fierro 250 m³, teniendo una capacidad total de almacenamiento de 3 510m³.

Figura 10: Estación central de bombeo de efluentes tratados APROFERROL



Nota: La figura muestra la zona de bombeo de la estación central APROFERROL.

Tabla 7: Especificaciones técnicas de los tanques de almacenamiento.

N°	Tanques de almacenamiento de efluentes tratados			
	Material	Diámetro (m)	Altura (m)	Volumen (m ³)
1	Acero vitrificado	17.00	7	1 630
2	Acero vitrificado	17.00	7	1 630
3	Acero estructural	6.00	9	250
Total				3 510

Nota: Capacidad de almacenamiento de efluentes.

El sistema de bombeo de APROFERROL cuenta con 05 bombas centrífugas para verter los efluentes fuera de la bahía, como se detalla a continuación:

- o N° de bombas: 05
- o Marca: HIDROSTAL
- o Modelo: I06S-3AR-14S10-L
- o Potencia: 250 HP
- o Caudal de operación: 1 000 m³/h
- o RPM: 1 070

➤ **Emisario submarino**

Los emisarios submarinos cuentan con las siguientes características:

Tabla 8: Especificaciones técnicas de los emisarios submarinos.

Características técnicas de los emisarios submarinos APROFERROL		
Característica	Medidas	
	Emisario Norte	Emisario Sur
Material tubo	HDPE	HDPE
Longitud	9530	9320
Diámetro externo	630 mm (24")	630 mm (24")
Diámetro interno	555.2 mm	555.2 mm
Caudal de descarga	1650 m³/h	1 650 m³/h
Presión máx. de trabajo	120 psi.	120 psi.
N° lastres	3 986	3917
Peso c/lastre	1 050 kg	1 050 kg

Nota: PACPE APROFERROL.

Figura 11: Emisarios submarinos APROFERROL (lanzamiento de tuberías)

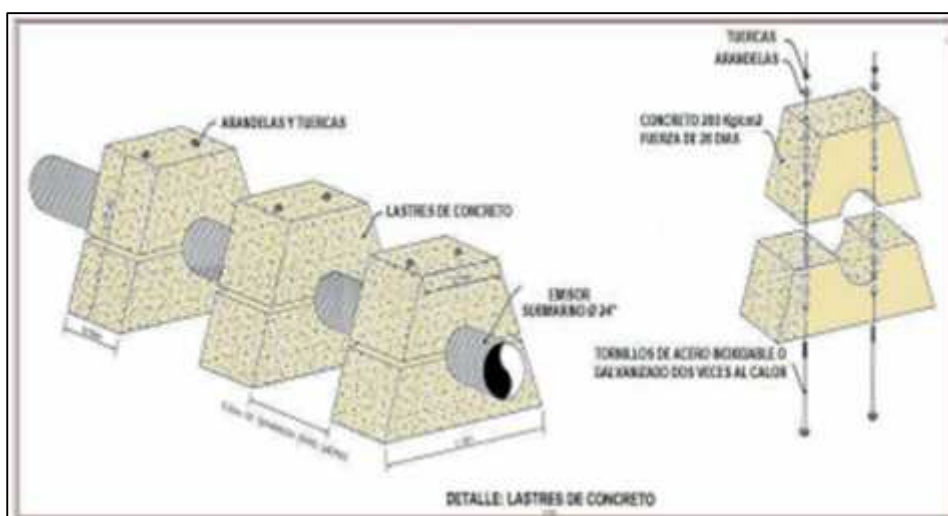


Nota: La figura muestra el lanzamiento de las estructuras de los emisarios submarino en la bahía El Ferrol.

➤ **Sistema de anclajes del emisor:**

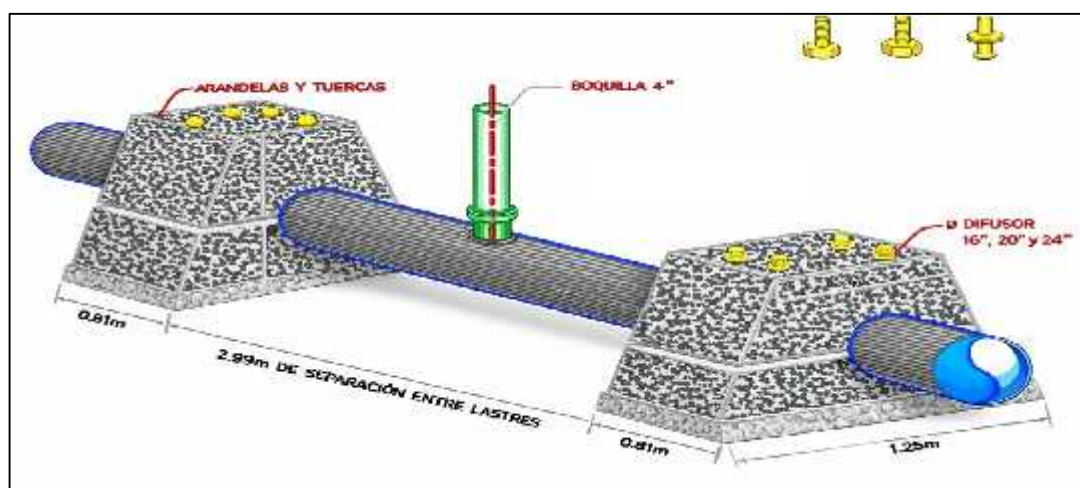
La Autorización de vertimientos (2020), indica que son estructuras (bloques) de concreto armado de alta impermeabilidad, conformada por dos partes, las mismas que son unidas mediante espárragos de acero inoxidable. Estos anclajes o “lastres”, están distribuidos en forma espaciada y cuya función es fijar las tuberías de descarga/emisario al fondo marino.

Figura 12: Esquema de lastre de concreto.



Nota: Estudio de Impacto Ambiental APROFERROL 2015. Muestra el sistema de anclaje de los emisarios submarinos

Figura 13: Distribución de lastres de concreto en difusores



Nota: La figura muestra la separación entre el sistema de anclaje en los difusores

➤ **Difusores y sistema de dispersión del difusor:**

Cada emisario cuenta con un difusor al final de su trayectoria con las siguientes características:

- o Difusor: Tipo quena
- o Longitud: 140 metros
- o Diámetro del difusor: 24", 20" y 16"
- o Diámetro de toberas: 4"
- o Separación de las toberas: 4.5 metros
- o Altura de las toberas: 1 m
- o N° de toberas: 32

Figura 14: Esquema de distribución de toberas en difusores de Emisario APROFERROL



Nota: La imagen muestra el esquema del difusor ubicado al final de cada emisario submarino

Es un sistema de toberas en forma rectas, espaciadas a 4.5 m que tienen la función de facilitar la dilución y dispersión del efluente evacuado en el agua de mar. Se ubican en el tramo final de los emisarios. Para el sistema de dispersión se tomaron los siguientes aspectos:

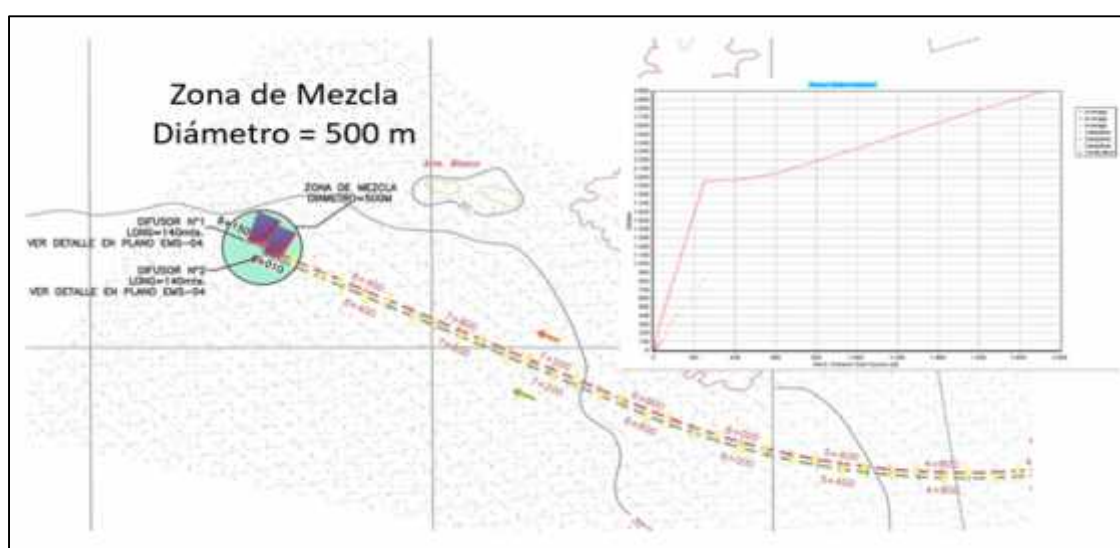
Tabla 9: *Parámetros para el diseño de dispersión.*

Parámetros para el diseño de dispersión de los efluentes industriales a través del emisario submarino APROFERROL		
Parámetro	Unidad Medición	Valor
Densidad del Efluente	kg/m ³	1.025
Caudal promedio de descarga	m ³ /s	0.44
Profundidad del extremo final	m	30
Longitud del Difusor	m	140
Longitud a la primera boquilla	m	0.25
Longitud en la última boquilla	m/s	4.5
Velocidad de Corriente	m/s	0.236
Temperatura del mar	°C	20
Diámetro del Emisor	mm	630

Nota: PACPE APROFERROL.

Para el diseño y cálculo de dilución y zona de mezcla, se utilizó el programa VISUAL PLUMES, tomando los parámetros descritos en la tabla 9.

Figura 15: *Determinación de la zona de mezcla.*



Nota: PACPE APROFERROL. La figura muestra el modelamiento de la zona de vertimiento con el software VISUALPLUME.

➤ **Zona de influencia:**

Directa:

Comprende como área de Influencia directa 115 695.54 m², considerando:

Área ocupada por instalaciones

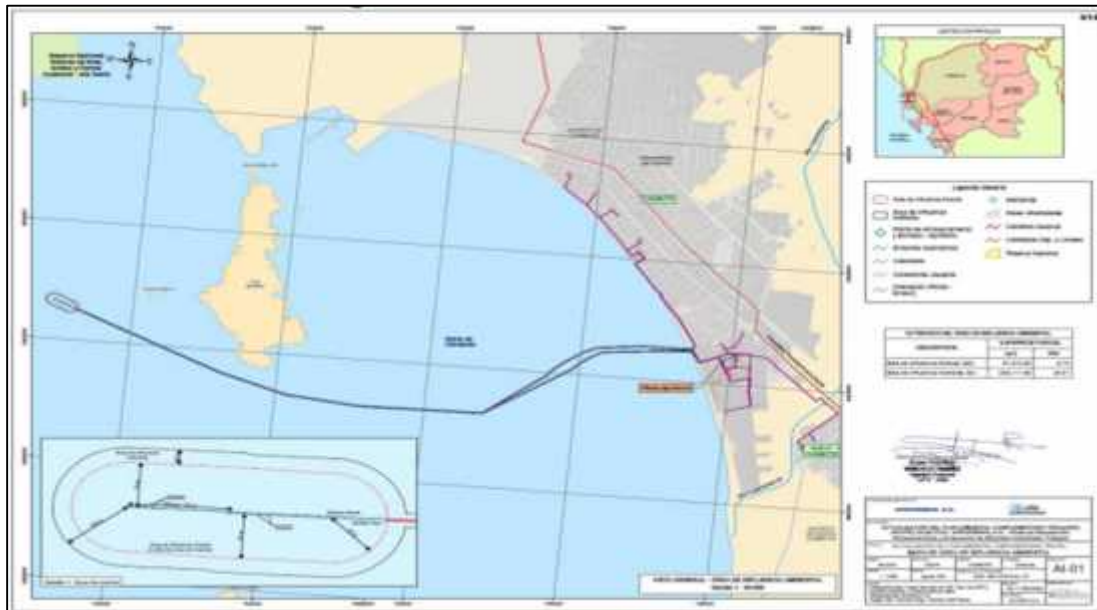
- Planta de almacenamiento y bombeo: 8 937.06 m²
- Red de colectores: 18 173.36 m²
- Emisor submarino norte: 5 809.26 m²
- Emisor submarino sur: 5 681.54 m² Área de influencia por dispersión de contaminantes
- Zona de mezcla – Emisor norte: 38 621.54 m²
- Zona de mezcla – Emisor sur: 38 621.54 m²

Indirecta:

Comprende como área de influencia indirecta de 450 111.85 m², considerando:

- El ámbito territorial donde los elementos del entorno abiótico, biótico y socioeconómico podrían experimentar impactos indirectos debido a la actividad en desarrollo, extendiéndose más allá de las zonas de afectación directa.
- Constituyen unidades mayores dentro de las cuales se explica su funcionalidad y en donde se presenta otro nivel de interrelaciones, como los ocasionados por fenómenos de transporte de agentes contaminantes, o por interrelaciones entre los factores ambientales afectados de forma directa, con otros factores ambientales o sociales que no se encuentran directamente expuestos a los efectos o acciones de la actividad en evaluación.

Figura 16: Área de influencia del sistema de recolección, almacenamiento y disposición final de efluentes.



Nota: PACPE APROFERROL.

2.3.Marco conceptual

- Efluente:** Se refiere a las aguas que han sufrido modificaciones en su composición debido a actividades productivas (PRODUCE, 2016). En el caso de los efluentes industriales, estas descargas provienen de procesos industriales y son vertidas en cuerpos de agua naturales. Su impacto puede deteriorar la calidad del agua superficial, representando un riesgo tanto para la salud humana como para los ecosistemas acuáticos.
- Efluente tratado pesquero:** Se genera como resultado de los procesos de producción en la industria pesquera e incluye agua de bombeo, "agua blanca", agua proveniente de la columna barométrica, así como el agua utilizada en labores de limpieza y mantenimiento (Resolución Ministerial 290 - 2015 - PRODUCE).
- Vertimiento:** Acción de liberar intencionalmente emisiones o sustancias en el medio ambiente (Resolución Ministerial 290 - 2015 - PRODUCE).
- Cuerpo receptor:** Medio acuático natural, como el mar, ríos (lóticos) y lagos (lénticos), o una infraestructura artificial que recibe descargas líquidas de

actividades industriales, exceptuando los sistemas de alcantarillado (Resolución Ministerial 290 - 2015 - PRODUCE).

-) **Emisario submarino:** Conducto diseñado para el transporte y descarga de aguas residuales tratadas desde la costa hacia una zona marina alejada del litoral, aprovechando la capacidad de dilución y dispersión del medio receptor para minimizar los impactos sobre la salud pública y los ecosistemas marino costeros (Andrade & Castro, 2017).

-) **Límite máximo permisible:** El valor límite permitido para la concentración de compuestos, elementos o parámetros físicos, químicos y biológicos en un efluente, determinado con base en los tratamientos más efectivos y económicamente sostenibles. Su cumplimiento es una obligación legal establecida por el Ministerio del Ambiente y las entidades que forman parte del sistema nacional de gestión ambiental. (R.J. 010 - 2016 - ANA).

-) **Estándar de calidad ambiental (ECA):** Herramienta de gestión ambiental que determina los límites permisibles de concentración de diversas sustancias en el entorno, con el propósito de prevenir impactos negativos en la salud humana y el ecosistema. El Decreto Supremo N° 004 – 2017 - MINAM establece diferentes clasificaciones para los cuerpos de agua receptores. En el caso específico de las bahías, se aplican categorías como C1, destinada a usos poblacionales y recreativos, incluyendo la subcategoría B, que abarca aguas superficiales para actividades recreativas; C2, relacionada con la extracción, cultivo y otras actividades marino-costeras y continentales.

Tabla 10: Categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales. Subcategoría C3: Actividades marino portuarias, industriales o de saneamiento en aguas marino costeras.

Categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales.		
Subcategoría		
Parámetros	Unidad de medida	C3
		Actividades marino portuarias, industriales o de saneamiento en aguas marino costeras
FÍSICO-QUÍMICOS		
Aceites y grasas	mg/L	2.0
Cianuro Wad	mg/L	**
Materiales Flotantes de Origen Antropogénico		Ausencia de material flotante
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	10
Fósforo Total	mg/L	**
Nitratos (NO3-)	mg/L	**
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 2.5
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6.8 – 8.5
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	70
Sulfuros	mg/L	0.05
Temperatura	°C	Δ 3
MICROBIOLÓGICOS		
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	1 000

Nota: Decreto Supremo N° 004 - 2017 - MINAM

Tabla 11: Categoría 1: Poblacional y Recreacional. Subcategoría B1: Aguas superficiales destinadas para recreación.

Parámetros	Unidad de medida	B1
		Contacto primario
FÍSICO-QUÍMICOS		
Aceites y grasas	mg/L	Ausencia de película visible
Cianuro Wad	mg/L	0.08
Materiales Flotantes de Origen Antropogénico		Ausencia de material flotante
Color (después de filtración simple)	Color verdadero Escala Pt/Co	Sin cambio normal
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	5
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	30
Nitritos (NO2--N)	mg/L	1
Nitratos (NO3-)	mg/L	10
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 5
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,0 – 9,0
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	**
Sulfuros	mg/L	0.05
Temperatura	°C	**
MICROBIOLÓGICOS		
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	200

Nota: Decreto supremo N° 004 - 2017 - MINAM

) **Sólidos suspendidos totales (SST):** Hace referencia a la cantidad de partículas que quedan atrapadas en un filtro de microfibra de vidrio con un diámetro de poro de 1.5 micrómetros o un material equivalente (Sánchez, 2011). Estas partículas en suspensión contribuyen a la turbidez del agua al interferir con el paso de la luz. Su concentración se expresa en miligramos por litro (mg/L) o en partes por millón (ppm) (Elías, 2012).

Tabla 12: Límites Máximos Permisibles para Efluentes de Establecimientos Pesqueros de Consumo Humano Directo e Indirecto

Parámetro	Unidad de medida	Límite Máximo Permissible
Aceites y grasas	mg/L	350
Sólidos suspendidos totales	mg/L	700
Potencial de hidrógeno	Unidad de pH	5 – 9

Notae: Decreto supremo N° 010 - 2018 - MINAM

-) **Aceites y grasas:** Son triglicéridos, también conocidos como ésteres de glicerina, compuestos por ácidos grasos de cadena larga con variaciones en su estructura. De origen vegetal o animal, su degradación es lenta, son insolubles en agua y tienen una densidad inferior a esta. Al ser vertidos en el agua, pueden formar emulsiones y películas superficiales que reducen el paso de la luz, afectando la fotosíntesis. Asimismo, impiden el intercambio de oxígeno, limitando la capacidad de autodepuración del cuerpo de agua (Jiménez, 2002).

-) **Oxígeno disuelto:** Es uno de los principales indicadores de la calidad del agua debido a su papel esencial en los procesos metabólicos de los organismos acuáticos. La disminución de sus concentraciones suele estar asociada al incremento de materia orgánica y al deterioro ambiental de los ecosistemas acuáticos (Ríos Isern, 2021).

-) **Demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅):** Mide la cantidad de oxígeno consumido por microorganismos en la descomposición de materia orgánica en condiciones aeróbicas. Cuando la carga orgánica es elevada y la DBO₅ supera los 10 mg/L, el consumo de oxígeno puede superar su producción, generando un déficit que promueve condiciones anaeróbicas en los sedimentos. Esto provoca la liberación de sustancias como amoníaco, fosfatos y metales, generando olores desagradables. La concentración de oxígeno disuelto está inversamente relacionada con la DBO₅, ya que una mayor disponibilidad de oxígeno favorece la actividad bacteriana aeróbica, facilitando la degradación de materia orgánica y reduciendo la DBO₅ (León, 2006).

-) **Coliformes termotolerantes:** Microorganismos que pueden sobrevivir a temperaturas de hasta 45 °C, utilizados como indicadores de calidad del agua debido a su origen y resistencia (Larrea et al., 2013).

2.4.Marco legal

-) Decreto Supremo 005 - 2002 - PE, Declara de interés nacional la solución integral de los problemas de contaminación y degradación de la bahía El

Ferrol y crea la Comisión Técnica Multisectorial de Alto Nivel (CTM), con el objetivo de proponer el Plan de Recuperación Ambiental de la Bahía El Ferrol.

- J Decreto Supremo 020 - 2007 - PRODUCE, Aprueba el Plan Ambiental Complementario Pesquero (PACPE), que consta de 02 fases: 1) Planeamiento ejecución de los estudios técnicos ambientales autorizaciones y otros; y 2) Construcción: ejecución de obra, acopio, tratamiento y disposición final de efluentes industriales pesqueros.
- J Decreto Supremo 010 - 2008 - PRODUCE, Creación de los Límites Máximos Permisibles (LPM) para los efluentes de la industria de harina y aceite de pescado.
- J Decreto Supremo N° 002 - 2008 - MINAM, que aprueban los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua.
- J Resolución Directoral 095 - 2010 - PRODUCE/DIGAAP, Aprobación de Plan Ambiental Complementario Pesquero PACPE colectivo presentado por APROCHIMBOTE, para efluentes industriales pesqueros que alcanzarán los LMP y que serán evacuados por el emisario común al cuerpo marino receptor (CMR), donde el incumplimiento del PACPE constituye infracción sancionable a todas las empresas que la conforman.
- J Resolución Suprema N° 004 - 2012 - MINAM, aprueba el Plan de Recuperación de la bahía El Ferrol 2012 - 2021, elaborada por la Comisión Técnica Multisectorial, como medida administrativa dispone la inclusión de los planes, programas, proyectos y actividades considerados en el PLAN FERROL (de acuerdo a la naturaleza y competencia administrativa) dentro cada uno de los correspondientes presupuestos y planes operativos de las entidades: MINAM, MINAGRI, MVC, PRODUCE, ANA, OEFA, GORE-ANCASH, MPS, MDNCH, SEDA-CHIMBOTE.

-) Resolución Directoral N° 150 - 2015 - PRODUCE/DGCHI, PRODUCE aprueba la solicitud de incorporar a APROFERROL como operador tercerizado del servicio, inicio de Operación del Proyecto APROFERROL para la disposición de efluentes industriales pesqueros tratados fuera de la bahía El Ferrol, mayo 2015.
-) Decreto Supremo N° 004 - 2017 - MINAM, Aprueba los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias.
-) Decreto Supremo 010 - 2018 - MINAM, Aprueba los Límites Máximos Permisibles para Efluentes de los Establecimientos Industriales Pesqueros de Consumo Humano Directo e Indirecto.

III. METODOLOGÍA

3.1. Enfoque

Definición: Hernández (2014), describe que los enfoques cuantitativo, cualitativo y mixto constituyen posibles elecciones para confrontar problemas de investigación, resultando igualmente valiosos. Son, hasta ahora, las mejores formas diseñadas por la humanidad para investigar y generar conocimientos.

El enfoque mixto es una estrategia metodológica que combina los enfoques tanto cuantitativo como del cualitativo en un mismo estudio, teniendo como objetivo el obtener una comprensión más completa de la investigación.

En esta investigación se utilizó enfoque mixto, ya que se realizó la recolección de los datos de los valores de los indicadores de calidad fisicoquímicos y microbilógicos de la bahía El Ferrol entre los años 2015 a 2024 para hacer un análisis y observar si existen diferencias significativas en el tiempo evaluado.

Este análisis arrojó datos que permitieron interpretar el grado de recuperación de la bahía El Ferrol y proponer planes que complementen estas acciones que continúen con las mejoras ambientales de esta área.

3.2. Método

Definición: Es el conjunto de procedimientos, técnicas y herramientas sistemáticas empleadas para la recolección, análisis e interpretación de información con el objetivo de responder preguntas o probar hipótesis dentro de un área específica de estudio. (Hernández, 2014).

Método inductivo parte de la observación de casos particulares para llegar a conclusiones o generalizaciones de carácter general. Es decir, se recolectan datos específicos y, a partir de ellos, se identifican patrones, regularidades o teorías.

Método deductivo parte de principios, teorías o conocimientos generales para explicar o comprobar situaciones particulares. Consiste en formular hipótesis derivadas de una teoría y posteriormente verificarlas mediante la observación o experimentación. (Hernández, 2014).

Método inductivo - deductivo, Esta combinación de enfoques, integra ambos tipos de razonamiento para la obtención de una comprensión más profunda de un fenómeno, emplea ambos procesos para fortalecer y validar los resultados de la investigación.

Este estudio empleó un enfoque inductivo-deductivo, con análisis de variables fisicoquímicas y microbiológicas para evaluar las características de la bahía El Ferrol en el periodo 2015 - 2024, tras la disposición de efluentes pesqueros mediante el emisario submarino de acuerdo con el Decreto Supremo N° 004 – 2017 - MINAM que Aprueba los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y al Decreto Supremo 010 - 2018 - MINAM que aprueban Límites Máximos Permisibles para efluentes de los establecimientos industriales pesqueros (EIP) de consumo humano directo e indirecto.

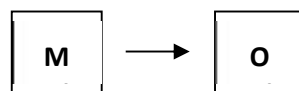
3.3. Diseño de la investigación

Definición: Plan o estrategia diseñada para recopilar la información necesaria en una investigación y responder al planteamiento (Hernández, 2014).

Diseño descriptivo: Se define como la investigación que se lleva a cabo sin alterar intencionadamente las variables. Es decir, se trata de estudios en los que no se modifican deliberadamente las variables independientes para observar su impacto en otras variables (Hernández, 2014).

Longitudinal retrospectivo: Es utilizado para examinar cómo han evolucionado las características de un grupo o población en el transcurso del tiempo. En este estudio no se manipulan las variables, sino que se observan y se describen lo que ha ocurrido anteriormente (Hernández, 2014).

En esta investigación se utilizó un diseño de investigación no experimental descriptivo longitudinal retrospectivo, ya que se analizaron datos en diferentes momentos para evaluar los cambios ambientales en la bahía a lo largo del tiempo, en el período 2015 a 2024 (Hernandez, 2014).



Donde:

M: representa la muestra = base de datos históricos de monitoreo de la bahía como cuerpo marino receptor.

O: representa lo que observamos

3.4. Población muestral

La población del estudio estuvo conformada por muestras de agua marina de la Bahía El Ferrol en Chimbote, incluyendo sus diferentes zonas de influencia afectadas por la descarga de efluentes industriales pesqueros a través del emisario submarino.

Consiste en información recopilada desde 2015 a 2024 de análisis de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de la bahía El Ferrol, información emitida en certificados realizado por un laboratorio certificado por INACAL.

Las estaciones de muestreo están ubicadas en las aguas de la zona industrial y punto de vertimiento en la bahía El Ferrol, las que se encuentran georreferenciados, considerando zonas cercanas y alejadas al punto de descarga del emisario.

Estas estaciones están determinadas en la autorización de vertimientos de la empresa APROFERROL S. A. otorgado por la Autoridad Nacional del Agua (ANA) R.D. N°098-2020-ANA-DCERH (tablas 14 y 15).

Tabla 13: *Punto de muestreo de efluente industrial tratado.*

Punto de control de Vertimientos de aguas residuales tratadas						
Código	Descripción	Coordenadas UTM (WGS 84, Zona 17)		Caudal (L/s)	Parámetro de control	Frecuencia de monitoreo y reporte a la ANA
		Este	Norte			
EF-1	Efluentes industriales (caja de registro de bombeo)	767 859	8 992 456	710	Potencial de hidrógeno, demanda bioquímica de oxígeno en cinco días, sólidos suspendidos totales y aceites y grasas, según D.S. 010-2008-PRODUCE. Además del caudal y volumen acumulado	Monitoreo y reporte mensual

Nota: Resolución Directoral N° 098-2020-ANA-DCERH

Tabla 14: Puntos de muestreo en cuerpo marino receptor en la bahía El Ferrol en Chimbote.

Puntos de control en el cuerpo natural de agua						
Código	Descripción	Coordenadas Geográficas		Clasificación	Parámetros de control	Frecuencia de monitoreo y reporte a la ANA
		Latitud	Longitud			
V-1	Vertimiento de aguas residuales industriales tratadas (emisor 1 norte)	09° 06' 18.83"	78° 38' 39.28"	Categoría 2: Actividades de Extracción y Cultivo Marino – Costeras y Continentales, sub categoría C3 otras actividades en agua marino costeras	Temperatura, potencial de hidrógeno, oxígeno disuelto, demanda bioquímica de oxígeno en cinco días, sólidos suspendidos totales, aceites y grasas, coliformes termotolerantes y coliformes totales, según D.S. 015-2015-MINAM.	<u>Monitoreo:</u> En veda: t ₂ Trimestral En producción: Al inicio y al final de cada temporada de producción. Durante la temporada de producción: Mensual <u>Reporte a la ANA:</u> Trimestral
V-2	Vertimiento de aguas residuales industriales tratadas (emisor 2 sir)	09° 06' 20.62"	78° 38' 35.34"			
E-1	Al final del emisor submarino 1 (punto de emergencia de la pluma)	09° 06' 18.82"	78° 38' 39.28"			
E-2	Al norte del final del emisor	09° 06' 09.96"	78° 38' 40.00"			
E-3	Al sur del final del emisor	09° 06' 26.96"	78° 38' 40.00"			
E-4	Al este del final del emisor	09° 06' 18.71"	78° 38' 31.00"			
E-5	Al oeste del final del emisor	09° 06' 18.80"	78° 38' 48.00"			
E-6	Punto blanco, aguas afuera	09° 05' 40.96"	78° 39' 23.00"			
E-7	Orilla de playa, frente a la población El Trapecio	09° 06' 07.96"	78° 34' 30.00"	Categoría 1: Población y Recreacional, sub categoría B1: Aguas superficiales destinadas para recreación		
E-8	Orilla de playa, frente a planta Corporación 1313	09° 06' 40.96"	78° 34' 06.00"	Categoría 2: Actividades de Extracción y Cultivo Marino – Costeras y Continentales, sub categoría C3 otras actividades en agua marino costeras		
E-9	Orilla de playa, frente a planta TASA	09° 06' 57.96"	78° 34' 00.00"	Categoría 1: Población y Recreacional, sub categoría B1: Aguas superficiales		
E-10	Orilla de playa, costado Muelle Cridani	09° 07' 09.96"	78° 33' 50.00"			

Nota: Resolución Directoral N° 098 - 2020 - ANA - DCERH

Figura 17: Puntos de muestreo en la bahía El Ferrol. R.D. N° 098 - 2020 - ANA - DCERH



Nota: La figura muestra las estaciones de monitoreo en la zona industrial y punto de vertimiento en la bahía El Ferrol.

3.5.Operacionalización

Tabla 15: Matriz operacional de Análisis de la recuperación de la bahía El Ferrol mediante disposición de efluentes pesqueros a través del Emisario Submarino

PROBLEMA:	HIPÓTESIS	VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA
¿En qué medida la disposición de efluentes industriales pesqueros tratados a través el emisario submarino ha influido en los indicadores fisicoquímicos y microbiológicos de agua de la bahía El Ferrol, Chimbote, durante el periodo 2015–2024?	La disposición de efluentes industriales pesqueros tratados a través del emisario submarino APROFERROL ha influido significativamente en los indicadores fisicoquímicos y microbiológicos del agua de la bahía El Ferrol, Chimbote, durante el periodo 2015 - 2024	V1: Análisis de la recuperación de la bahía El Ferrol.	Dimensiona la magnitud del impacto ambiental del ecosistema como parte de la implementación del "Plan de Recuperación ambiental de la bahía El Ferrol".	Recolección de datos de análisis de muestras de la bahía en el periodo 2015 - 2024.	Análisis fisicoquímicos	T°	°C
						pH	pH
						Oxígeno disuelto	mg/L
						SST	mg/L
						DBO ₅	mg/L
		A y G	mg/L				
		V2: Disposición de efluentes industriales pesqueros.	Manejo de emisiones líquidas generadas por la actividad pesquera que son liberados en cuerpos de agua que no afecten la biodiversidad.		Análisis microbiológicos	Coliformes totales	NMP/100 mL
						Coliformes termotolerantes	NMP/100 mL
					Disposición de efluentes	Volumen	m ³ /mes
						SST	mg/L
						A y G	mg/L

3.6. Técnicas e instrumentos

En la presente investigación se recopilaron los resultados del análisis de los monitoreos mensuales, que incluyen los periodos de veda y captura de pesca industrial, de agua del cuerpo marino receptor en la bahía El Ferrol, establecidos en el Protocolo para el Monitoreo de Efluentes y Cuerpo Marino Receptor, en el periodo de 2015 a 2024.

Los puntos de muestreo (tablas 13 y 14) y parámetros a analizar se encuentran en la Resolución Directoral N° 098 - 2020 - ANA - DCERH, los cuales son: Aceites y grasas (mg/L), Sólidos Suspendedos Totales SST (mg/L), DBO (mg/L), Temperatura (°C), Oxígeno disuelto (mg/L), potencial de hidrógeno (pH), coliformes termotolerantes (NMP/100mL) y coliformes totales (NMP/100mL); en el caso la disposición de efluentes se toman los datos de: SST (mg/L), Aceites y Grasas (mg/l), potencial de hidrógeno (pH) y volúmenes de efluentes industriales tratados dispuestos (m³). De modo particular la base de datos disponible sobre los monitoreos es realizado por la empresa certificadora SGS del Perú (Société Générale de Surveillance), empresa certificadora que da cuenta mediante un reporte, elabora un informe mensual de monitoreo de Efluentes y Cuerpo Marino Receptor.

Tabla 16: metodología usada para la determinación de los parámetros monitoreados.

Parámetro	Unidad	Método de Ensayo
Sólidos Totales en Suspensión	mg Sólidos Totales en Suspensión/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540-D; 23rd: 2017. Solids: Total Suspended Solids dried at 103-105 °C. (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2017,
Temperatura	°C	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550-B; 24th Ed: 2023. Temperature, Laboratory and Field Method.
Potencial de Hidrógeno	pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B; 24th Ed. 2023. pH Value. Electrode Method.
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B; 24th Ed: 2023. Biochemical Oxygen Demand (BOD): 5-Day BOD test
Aceites y Grasas	mg/L	ASTM D3921 - 96 (Reapproved 2011). Standard Test Method for Oil and Grease and Petroleum Hydrocarbons in Water. (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2015
Oxígeno Disuelto	mg/L	ASTM D888 - 18 Test Method C; Standard Test Methods for Dissolved Oxygen in Water. Instrumental Probe Procedure Luminescence Based Sensor
Numeración de Coliformes Totales	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221B; 24th Ed. (Incluye Muestreo). 2023. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique
Numeración de Coliformes Focales o Termotolerantes	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E.1; 24th Ed. (Incluye Muestreo). 2023. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium)

3.7. Técnicas de análisis de datos

Una vez recolectada la información del análisis de las muestras del cuerpo marino receptor en la bahía El Ferrol (certificados de muestreo), estas se recopilaban, resumieron, se identificaron por temporadas de producción y veda de pesca industrial, posteriormente se evaluaron de acuerdo los indicadores de interés, señalados de acuerdo los objetivos del presente trabajo de investigación. Para ello se procesó en software Excel versión 2403 y se elaboraron tablas y gráficos sobre los parámetros ambientales, estos datos analizados fueron contrastados con información histórica obtenida de publicaciones y artículos científicos sobre la evaluación del impacto ambiental de la actividad industrial y poblacional en la bahía El Ferrol de la ciudad de Chimbote, además de análisis de laboratorio de muestreos colectivos de la bahía El Ferrol, previas a la disposición de los efluentes industriales pesqueros a través del emisario común submarino (2015).

El análisis de datos consistió en estudiar la información recopilada, asegurando que esté alineada con los objetivos del estudio y los requisitos de la información necesaria.

Al ser este un estudio cuantitativo, el análisis de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, se aplicó estadística descriptiva.

Los resultados obtenidos fueron presentados mediante tablas comparativas, gráficas de barras y líneas, esto permitieron responder los objetivos de la investigación realizada.

IV. RESULTADOS

Los resultados fueron obtenidos al procesar la información de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos de 05 (cinco) estaciones de muestreo del cuerpo marino receptor en la bahía El Ferrol Chimbote (certificados de muestreo) desde el inicio de operaciones del emisario submarino APROFERROL en 2015 hasta 2024, que incluye el punto aguas afuera de la zona de vertimiento actual, detallado en el Anexo 1.

En los análisis fisicoquímicos, se procesaron junto con información recopilada de 05 estaciones de muestreo de los Informes Anuales de Monitoreo de Efluentes y Cuerpo Marino Receptor de 2010 a 2015 del muestreo colectivo en la zona industrial de la bahía El Ferrol realizado por Certificaciones del Perú S.A. de acuerdo la Resolución Ministerial N° 003-2002, mostrado en el Anexo 1.

Para los parámetros microbiológicos, la información fue contrastada con data histórica obtenida de publicaciones y artículos científicos sobre la evaluación del impacto ambiental de la actividad industrial y poblacional en la bahía El Ferrol en Chimbote, además de análisis de laboratorio de muestreos colectivos de la bahía El Ferrol, previas a la disposición de los efluentes industriales pesqueros a través del emisario común submarino, mostrado en el Anexo 1.

4.1. Volumen de efluentes industriales pesqueros tratados dispuestos por el emisario submarino APROFERROL en el periodo 2015 - 2024.

Tabla 17: Volumen (m³) de efluentes industriales pesqueros tratados dispuestos por el emisario submarino APROFERROL en el periodo 2015 - 2024.

Mes	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Enero	0	171 626	335 277	458 584	236 572	133 359	384 253	184 329	282 136	322 650
Febrero	0	24 229	53 893	70 944	97 525	153 304	148 014	98 763	150 978	95 340
Marzo	0	33 146	68 982	86 501	77 592	108 440	143 374	82 494	128 932	125 455
Abril	0	41 373	169 555	492 071	144 121	85 468	234 879	87 327	83 554	610 021
Mayo	52 429	33 871	622 492	674 586	517 330	420 608	802 046	578 814	100 470	1 041 244
Junio	1 941	244 659	273 820	217 997	195 016	708 765	390 983	824 714	147 373	372 596
Julio	365	211 923	112 798	35 718	239 138	309 375	269 235	467 341	115 277	101 809
Agosto	702	60 182	83 562	71 436	143 011	128 491	136 816	134 716	407 059	83 298
Setiembre	16 032	59 997	48 473	62 875	68 346	116 797	103 814	102 886	88 270	70 670
Octubre	20 808	48 870	51 966	70 704	87 610	153 368	86 882	115 565	288 430	106 689
Noviembre	178 929	370 207	72 121	571 537	713 202	378 976	657 279	383 669	744 138	1 064 785
Diciembre	201 128	680 374	57 743	561 404	216 008	778 170	642 922	1 047 331	249 949	976 946
Total evacuado m³	472 334	1 980 457	1 950 682	3 374 357	2 735 471	3 475 121	4 000 497	4,107,949	2 786 566	4,971 503
Pesca de consumo humano indirecto procesada en Chimbote TM	464 556	585 710	449 218	1 227 895	705 845	901 135	1 082 974	903 506	304 195	1 140 065

Nota: APROFERROL 2015 - 2024

Desde el inicio de operación en mayo de 2015 hasta diciembre de 2024 se han dispuesto fuera de la bahía El Ferrol a través del emisario submarino APROFERROL 29 854 937m³ de efluentes industriales pesqueros tratados, provenientes de 34 plantas industriales conectadas (de 36 operando en Chimbote y Nuevo Chimbote). Efluentes que se dejaron verter dentro de la bahía desde el inicio de operaciones del emisario.

Los valores resaltados en azul (tabla 17), indican volúmenes de efluentes generados en temporada de pesca industrial de anchoveta (*Engraulis ringens*). Las plantas de consumo humano indirecto (harina y aceite de pescado) generan el 83% del volumen total de efluentes industriales tratados, el restante 13% proviene de las plantas de consumo humano directo (conserva, harina residual, congelados y anchoado).

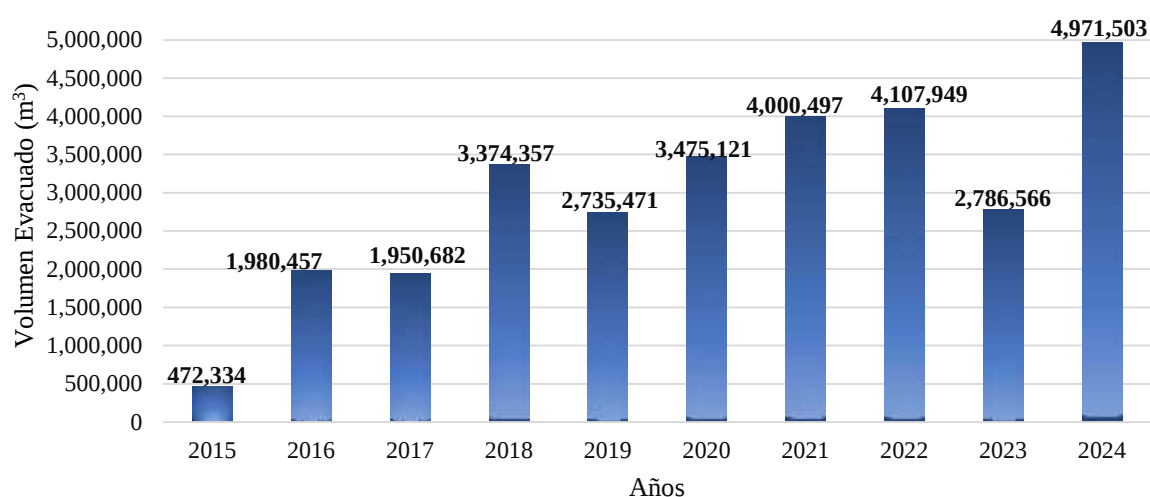


Gráfico 1: Volumen (m³) de efluentes industriales pesqueros tratados vertidos fuera de la bahía El Ferrol en el periodo 2015-2024.

El en gráfico 1 se muestra los volúmenes de efluentes tratados dispuestos a través del emisario submarino, en donde se aprecia un aumento gradual del volumen generado por las plantas pesqueras. En el 2015 se genera el menor volumen con 472 334 m³ de efluentes dispuestos por el emisario, en el 2024 se dispone el mayor volumen de efluentes con 4 971 503 m³ generados por las plantas industriales pesqueras conectadas a APROFERROL.

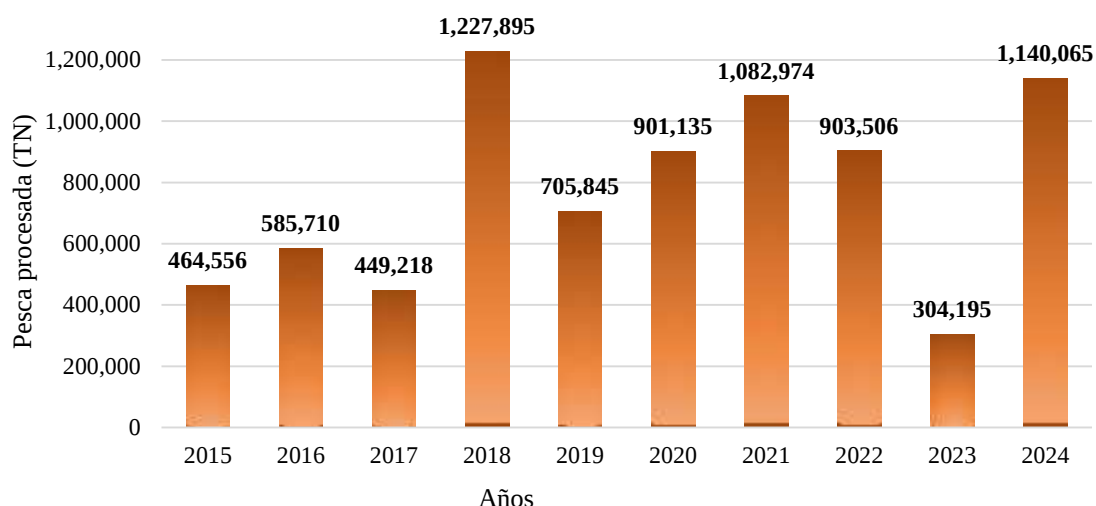


Gráfico 2: TM de Anchoveta para Consumo Humano Indirecto (CHI) procesada en temporada de pesca en las plantas conectadas a APROFERROL en el periodo 2015-2024.

El gráfico 2 muestra las cantidades de pesca para consumo humano indirecto (destinado a harina y aceite de pescado) procesado en las plantas conectadas a APROFERROL en el periodo de 2015 a 2024, durante las temporadas autorizadas por el PRODUCE. En el 2023 se recibe la menor cantidad de pesca con 304 195 TN, mientras que en 2018 se alcanza un total de 1 227 895 TN de anchoveta procesada en las plantas de consumo humano indirecto conectadas a emisario submarino.

4.2. Análisis de los parámetros fisicoquímicos de las aguas de la bahía El Ferrol: Oxígeno Disuelto (OD), Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5), Sólidos Suspendidos Totales (SST) y Aceites y Grasas (A y G).

A continuación, se muestran los puntos de coordenada y descripción de las zonas de muestreo y recopilación de información para el análisis fisicoquímico en la bahía El Ferrol antes de la puesta en operación del emisario submarino en el periodo 2010 - 2015 (ver tabla 19) y después del inicio de operaciones del emisario en el periodo 2015 - 2024 (ver tabla 20).

Figura 18: Estaciones de monitoreo para recolección de datos en la bahía El Ferrol Chimbote



Nota: Elaboración propia en Google Earth
E: muestreo en periodo 2010 – 2015
PE: muestreo en periodo 2015 – 2024

Se determinó los puntos similares de comparación en la evaluación de los parámetros fisicoquímicos de acuerdo con la cercanía de las estaciones de muestreo en los periodos 2010 - 2014 y 2015 - 2024.

Tabla 18: Relación de estaciones de muestreo para monitoreos fisicoquímicos en los periodos 2010 - 2015 y 2015 - 2024

Estaciones de muestreo según periodo		
ECA	2010 - 2015	2015 - 2024
Categoría C2 C3 Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales. Actividades marino portuarias, industriales o de saneamiento en aguas marino costeras	E-17	PE-6
	E-20	PE-9
Categoría 1 B1 Poblacional y recreacional. Contacto primario	E-07	PE-10
	E-09	PE-8
	E-10	PE-7

Tabla 19: Descripción de estaciones de monitoreo periodo 2010 - 2015 D.S. 012 - 2001 - PE Certificaciones del Perú S.A. Antes del funcionamiento del emisario submarino.

Código de estación		Coordenadas UTM		Descripción
		WGS-84		
		Este	Norte	
Categoría 2 C3	E-17	09° 07' 24.00"	78° 39' 24.00"	Aguas Afuera a 1,300m de orilla de playa (sur chatas)
	E-20	09° 06' 53.40"	78° 34' 51.70"	Zona Chata PROMASA
Categoría 1 B1	E-07	09° 07' 11.00"	78° 33' 50.00"	Zona industrial Muelle Artesanal ex NAFTES
	E-09	09° 06' 46.00"	78° 34' 06.00"	Zona Chata PACÍFICO CENTRO
	E-10	09° 06' 38.00"	78° 34' 08.00"	Límite norte zona industrial frente PETROPERU

Tabla 20: Descripción de estaciones de monitoreo periodo 2015 - 2024 R.D. N° 098 - 2020 - ANA - DCERH. Después del funcionamiento del emisario submarino

Código de estación		Coordenadas UTM		Descripción
		WGS-84		
		Este	Norte	
Categoría 2 C3	PE-6	09° 05' 40.96"	78° 39' 23.00"	Punto blanco a 1km de zona de vertimiento
	PE-9	09° 06' 57.96"	78° 34' 00.00"	Zona industrial Frente a TASA
Categoría 1 B1	PE-10	09° 07' 09.96"	78° 33' 50.00"	Zona industrial Muelle Artesanal NAFTES
	PE-8	09° 06' 40.96"	78° 34' 06.00"	zona industrial - frente EXALMAR
	PE-7	09° 06' 07.96"	78° 34' 30.00"	Punto frente a zona urbana. S. de lo Milagros-Trapezio

Hasta el 2015 el punto E-17 señalado como aguas afuera o punto blanco se encontraba a 1 300 metros de orilla de playa de la zona industrial (dentro de la bahía), a partir de 2015 el punto PE-6 se determinó a 1 000 metros de la zona de vertimiento de los efluentes tratados (Resolución Directoral N° 098-2020-ANA-DCERH) que se encuentra a 10 000 metros de orilla de playa de la zona industrial (fuera de la bahía).

4.2.1. Oxígeno Disuelto (OD)

El gráfico 3 muestra los valores de concentración del oxígeno disuelto la estación denominado aguas afueras que hasta mayo de 2015 era considerado a 1 300 m de orilla de playa en la zona industrial (E-17) y que a partir de junio 2015 este punto (PE-6) se dispone a 10 000m de orilla de playa (a 1000m de punto de vertimiento del emisario submarino). Se observa que previo al funcionamiento del misario submarino los valores se encuentran debajo del límite permitido $OD \geq 2.5$ mg/L (C2 - C3) durante las temporadas de pesca industrial, 0.61 mg/L en noviembre de 2011 y condiciones de anoxia como en junio de 2012 con 0.05mg/L y enero de 2014 con 0 mg/L. (Anexo 1).

La estación E-20 (2010 - 2015) y el punto PE-9 (2015 - 2024), que se encuentran relativamente juntos frente a las plantas TASA y GER EXPORT (ex PROMASA), se observa que hasta antes del inicio de operaciones el emisario las concentraciones de OD se encuentran por debajo del límite ≥ 2.5 mg/L constantemente durante las temporadas de pesca industrial y condiciones de anoxia con valores de OD de 0.05 mg/L en junio y diciembre 2011; en enero, mayo y junio 2012, abril y mayo de 2013 también con valores de OD 0.05 mg/L; enero de 2015 con 0.0 mg/L, también se observa valores de 0.5 a 1.9 mg/L de OD durante las temporadas de pesca industrial. Después del inicio de operación del emisario submarino en 2015 se registra valores de OD 0.5 mg/L en noviembre 2019 y mayo 2021 (temporada de pesca industrial), las concentraciones de OD normalmente cumplen el límite del ECA-agua requerido en la zona de muestreo tanto en temporada de pesca industrial y veda (Anexo 1).

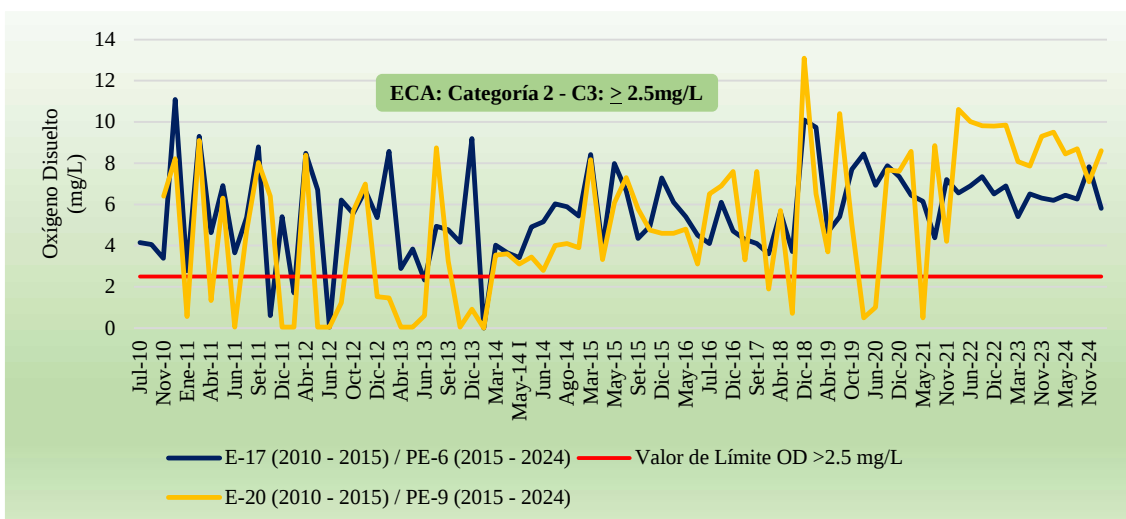


Gráfico 3: Oxígeno disuelto (mg/L) en las estaciones:

-) E-17: Aguas afuera a 1300m de orilla (2010-2015) / PE-6: Aguas afuera a 10 000m de orilla (2015-2024)
-) E-20: Zona chata PROMASA (2010-2015) / PE-9: Zona industrial frente a TASA (2015-2024)

En el gráfico 4 los límites de OD del ECA agua se encuentra en la categoría C1-B1 ≥ 5 m/L, las concentraciones de OD de los puntos E-7, E-9 y E-10 correspondientes al periodo 2010 - 2015 (antes del emisario submarino) se encuentran casi permanentemente debajo del límite establecido (≥ 2.5 mg/L), se observan condiciones de anoxia en varios de los muestreos, valores de OD 0.05 mg/L en abril y junio 2011, enero junio y julio 2012 y concentraciones de 0 mg/L en enero 2014. (Anexo 1)

En los puntos PE-10, PE-8 y PE-7 correspondiente al periodo 2015 - 2024, muestra un incremento gradual de las concentraciones de OD, donde el punto PE-10 correspondiente a la zona ubicada en el muelle artesanal NAFTES presenta las concentraciones más bajas con 0.5 mg/L en diciembre 2018 y 1.08 mg/L en junio 2020, la mayoría de los valores que se encuentran debajo del límite están en el rango de 2.10 mg/L a 4.7 mg/L de OD, desde el 2021 todas las concentraciones se encuentran por encima del límite requerido en el ECA agua, manteniendo la tendencia hasta el cierre de la recolección de los datos. (Anexo 1).

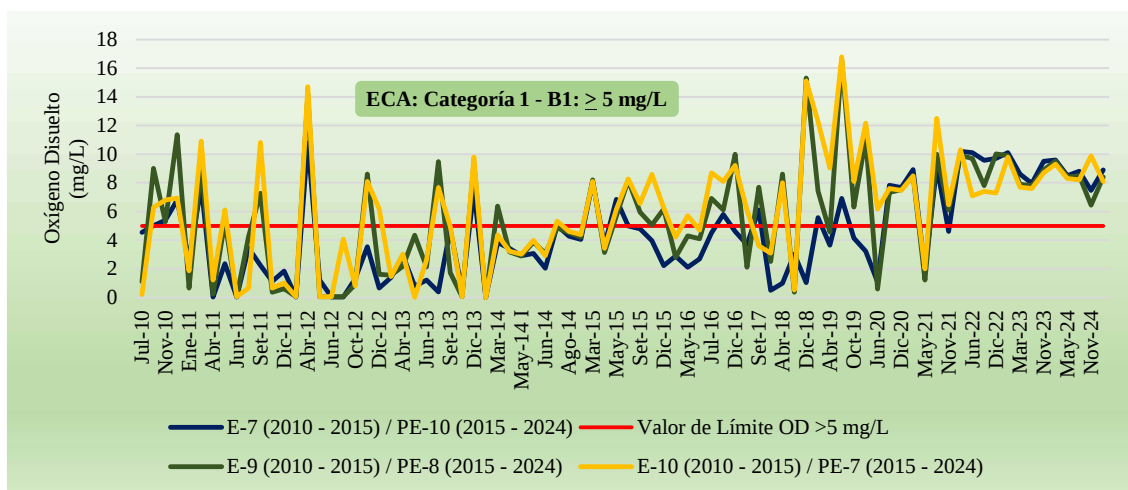


Gráfico 4: Oxígeno disuelto (mg/L) en las estaciones:

-) E-7 Zona industrial Muelle Artesanal NAFTAES (2010-2015) / PE-10 Zona industrial Muelle Artesanal NAFTAES (2015-2024)
-) E-9 Zona Chata PACÍFICO CENTRO (2010-2015) / PE-8 Zona industrial Frente a EXALMAR (2015-2024)
-) E-10 Límite norte zona industrial frente PETROPERU (2010-2015) / PE-7 Punto frente a zona urbana. S. de lo Milagros-Trapezio (2015-2024)

4.2.2. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅)

En el gráfico 5 el punto determinado como aguas afuera, E-17 2010-2015 (1300m de orilla de playa) se registran valores de DBO₅ que superan constantemente los límites de 10 mg/L Categoría 2 - C3, con registros de hasta 36 mg/L de BDO₅ en junio 2011, 24 mg/L en junio 2012. En el punto PE-6 (10 000m de orilla de playa) correspondiente al periodo 2015 - 2024 todos los valores registrados se encuentran debajo de los 10 mg/L de DBO₅ con un máximo de 2.2 mg/L en junio 2016.

Los puntos E-20 (2010-2015) y PE-9 (2015-2024) se encuentran ubicados entre las chatas de las empresas PROMASA y TASA, los valores de DBO₅ registrados hasta 2015 superan constantemente los límites de los ECA agua Categoría 2 - C3 (10 mg/L), observando valores hasta de 86 mg/L en diciembre de 2011 y 78 mg/L en enero 2012.

Desde el inicio de operaciones del emisario, todos los valores se encuentran debajo del límite establecido de los ECA agua Categoría 2 - C3 (<10 mg/L), donde se observa valores máximos de DBO₅ de 8.8 mg/L en mayo 2024 hasta 0.0 mg/L en la mayoría de los muestreos. (Anexo 1).

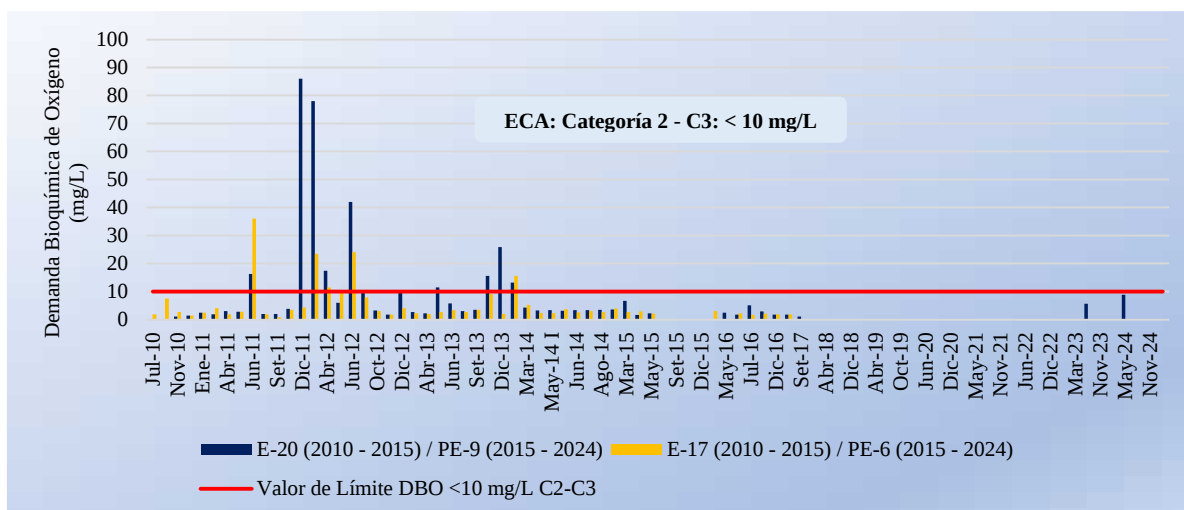


Gráfico 5: Demanda bioquímica de oxígeno (mg/L) en las estaciones:

-) E-17: Aguas afuera a 1300m de orilla (2010-2015) / PE-6: Aguas afuera a 10 000m de orilla (2015-2024)
-) E-20: Zona chata PROMASA (2010-2015) / PE-9: Zona industrial frente a TASA (2015-2024)

En el punto E-7 (2010 - 2015) y PE-10 (2015 - 2024) del gráfico 6, se encuentra a un lado del muelle artesanal NAFTES (línea azul), punto influenciado por las descargas de pesca para consumo humano directo y vertimientos industriales pesqueros hasta 2015.

Se observa que el DBO₅ registrado en el periodo hasta 2015 presenta valores por encima de los ECA agua Categoría 1 - B1 (5 mg/L) hasta 49.2 mg/L en junio 2011 y 67 mg/L en enero 2012.

En el periodo post emisario los valores registrados de DBO₅ se encuentran entre 0 mg/L a 4.7 mg/L, no superan los límites de los ECA Categoría 1 - B1 < 5 mg/L, excepto en agosto 2023 supera en un 5% el límite con un valor de 5.3 mg/L DBO₅.

En el gráfico 6 los puntos E-10 (2010-2015) que está influenciado por los vertimientos industriales pesqueros y efluentes domésticos, mientras el punto PE-7 (2015 - 2024) están influenciados sólo por los efluentes domésticos sin tratar vertidos hasta la actualidad.

En periodo antes de la operación del emisario los valores de DBO₅ se encuentra por encima de los ECA Categoría 1 - B1 (< 5 mg/L), llegando a registrar niveles de 78 mg/L en abril 2011 y 64 mg/L en enero 2012.

Desde el 2015 los valores de BDO₅ registrados vienen cumpliendo con los ECA Categoría 1 - B1 a excepción del mes de mayo 2018 que se observa un valor de 11.9 mg/L y en agosto con 5.8 mg/L DBO₅.

En el punto E-9 corresponde al punto de vertimiento al costado de la Chata Pacífico centro en el periodo 2010-2014 y el punto PE-8 en el periodo 2015-2024 se encuentra al costado de la chata EXALMAR.

El punto E-9 presenta valores constantes por encima de los ECA Categoría 1 - B1 (<5 mg/L) con registros de hasta 102 mg/L en abril 2011 y 138 mg/L en enero 2012. En el periodo post emisario (2015) los valores de DBO₅ no superan los ECA Categoría 1 - B1 a excepción del muestreo realizado en mayo de 2018 con un registro de 11.6 mg/L y en agosto de 2023 con 6.4 mg/L.

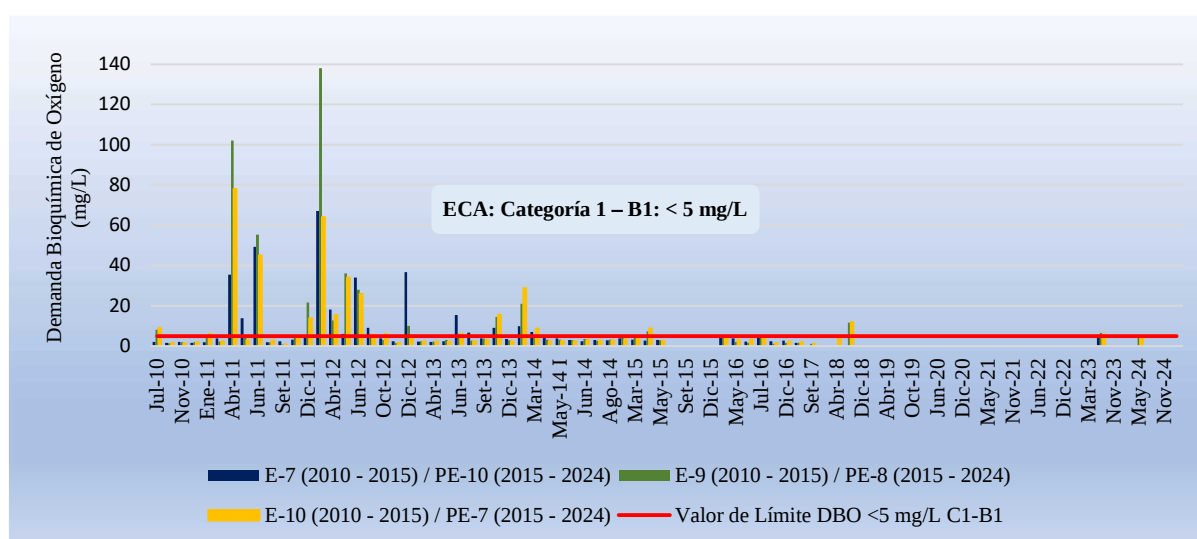


Gráfico 6: Demanda bioquímica de oxígeno (mg/L) en las estaciones:

-) E-7 Zona industrial Muelle Artesanal NAFTES (2010-2015) / PE-10 Zona industrial Muelle Artesanal NAFTES (2015-2024)
-) E-9 Zona Chata PACÍFICO CENTRO (2010-2015) / PE-8 Zona industrial Frente a EXALMAR (2015-2024)
-) E-10 Límite norte zona industrial frente PETROPERU (2010-2015) / PE-7 Punto frente a zona urbana. S. de lo Milagros-Trapezio (2015-2024)

4.2.3. Sólidos Suspendedos Totales (SST)

En el gráfico 7 (ver tabla de datos en Anexo 1) en los puntos E-17 y E-20 correspondientes a análisis hasta antes de la puesta en operación del emisario submarino, los valores de SST superan los límites establecidos en los ECA agua <70 mg/L con concentraciones de hasta 127 mg/L en el punto E-17 (aguas afuera a 1 300m de orilla de playa) en noviembre 2011 y 123 mg/L en el punto E-20 (chata PROMASA) en diciembre 2012.

Los análisis en los puntos PE-6 (aguas afuera) y PE-9 (frente a TASA) que corresponden a muestreos después del inicio de operaciones del emisario

submarino, las concentraciones de SST cumplen permanentemente los límites establecidos en los ECA agua (C2 - C3), con valores que oscilan entre 0 mg/L y 44 mg/L, periodo comprendido entre 2015 a 2024.

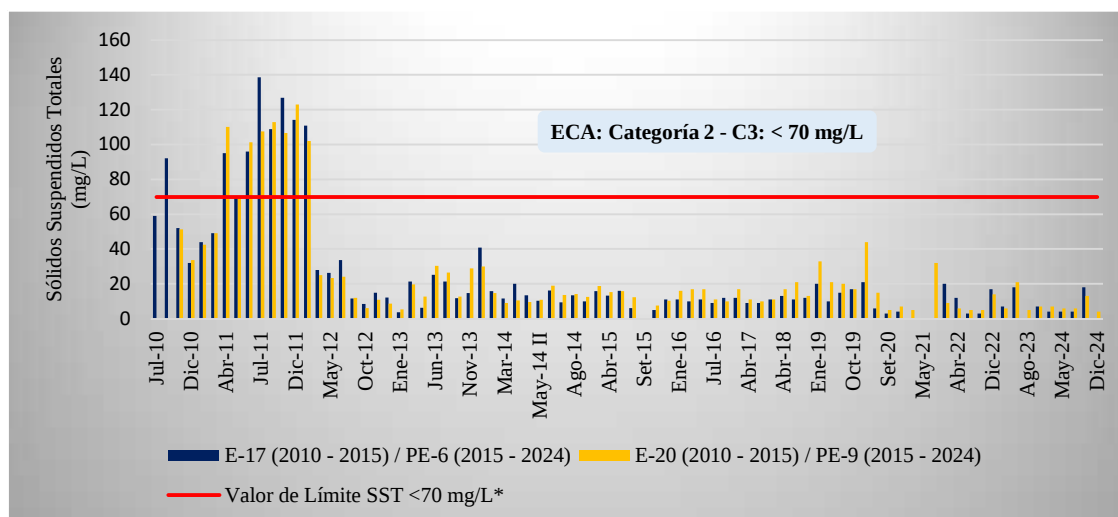


Gráfico 7: Demanda bioquímica de oxígeno (mg/L) en las estaciones:

-) E-17: Aguas afuera a 1300m de orilla (2010-2015) / PE-6: Aguas afuera a 10 000m de orilla (2015-2024)
-) E-20: Zona chata PROMASA (2010-2015) / PE-9: Zona industrial frente a TASA (2015-2024)

En el gráfico 8 se toma en cuenta los ECA agua C1-B1, que corresponde a zona poblacional y recreacional, no determina un límite, se observar que los valores de SST hasta antes del funcionamiento del emisario submarino se registran concentraciones de hasta 121 mg/L en 2011 y 111 mg/L en 2012 esto en los puntos E-7 (muelle artesanal), E-9 (chata Pacífico Centro) y E-10 frente a PETROPERU.

Desde la puesta en operaciones del emisario en 2015 hasta 2024 se observa una disminución de los SST en todos los puntos PE-10 (muelle artesanal), PE-8 (chata EXALMAR) y PE-7 (frente a A.H. Señor de Los Milagros), manteniendo valores por debajo de los registrados hasta el 2015.

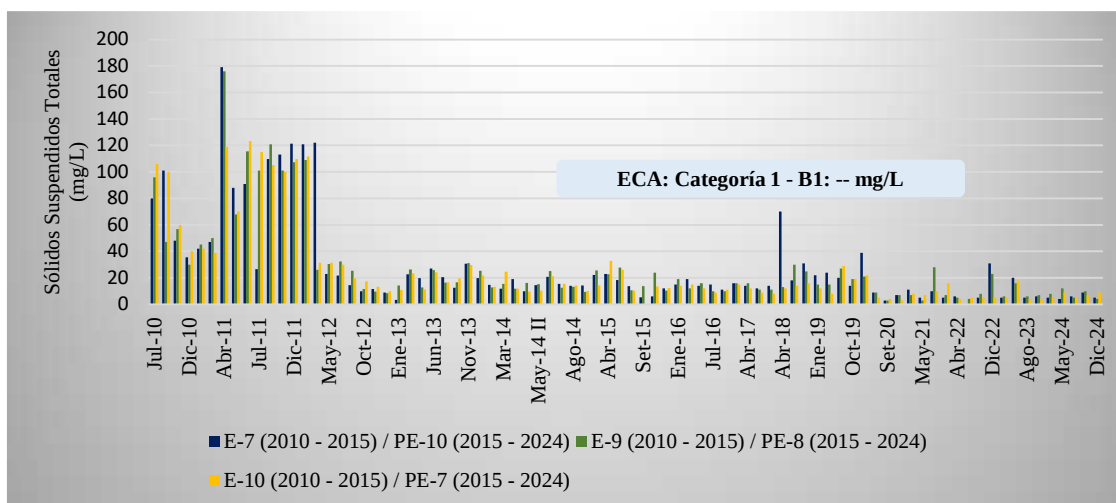


Gráfico 8: Demanda bioquímica de oxígeno (mg/L) en las estaciones:

-) E-7 Zona industrial Muelle Artesanal NAFTES (2010-2015) / PE-10 Zona industrial Muelle Artesanal NAFTES (2015-2024)
-) E-9 Zona Chata PACÍFICO CENTRO (2010-2015) / PE-8 Zona industrial Frente a EXALMAR (2015-2024)
-) E-10 Límite norte zona industrial frente PETROPERU (2010-2015) / PE-7 Punto frente a zona urbana. S. de lo Milagros-Trapeccio (2015-2024)

4.2.4. Aceites y Grasas (A y G)

El gráfico 9 muestra el punto que corresponden a E-17 (2010 - 2015) aguas afueras a 1 300 m de orilla de playa y el punto PE-10 (2015 - 2024) aguas afuera a 1 000 m del punto de vertimiento, observamos que las concentraciones de Aceites y Grasas (A y G) hasta el 2015 superan los límites de los ECA agua C2 - C3 <2 mg/L, valores de hasta 3.4 mg/L en noviembre 2011 y 2.3 mg/L en enero 2012, el gráfico muestra una presencia permanente de A y G durante todo el periodo descrito.

En el gráfico 9 tiene los puntos E-20 (2010 - 2015) y PE-9 (2015 - 2024) se observa el mismo patrón, antes del funcionamiento del emisario en la zona de chata PROMASA E-20 las concentraciones de A y G superan los límites de los ECA agua con valores de hasta 3mg/L en noviembre 2011 y 4.3 mg/L en enero 2012, con detección constante de A y G. Después de la puesta en operación del emisario submarino en 2015, se observa en el punto PE-9 (frente a TASA) la no detección de A y G en todas las muestras analizadas hasta el 2024 la lectura de 0 mg/L (Anexo 1).

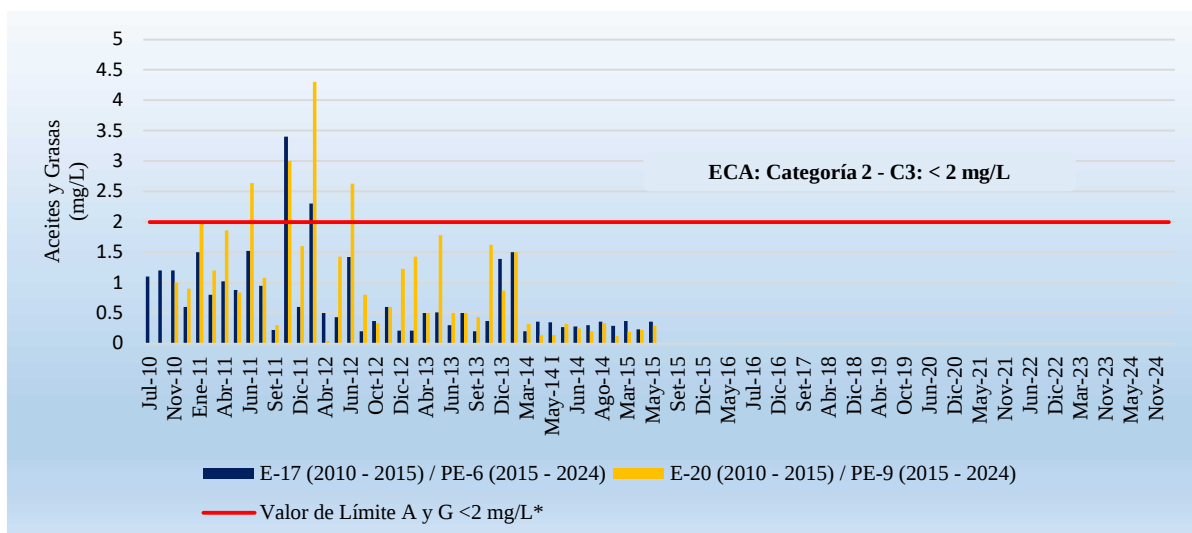


Gráfico 9: Demanda bioquímica de oxígeno (mg/L) en las estaciones:

-) E-17: Aguas afuera a 1300m de orilla (2010-2015) / PE-6: Aguas afuera a 10 000m de orilla (2015-2024)
-) E-20: Zona chata PROMASA (2010-2015) / PE-9: Zona industrial frente a TASA (2015-2024)

En el gráfico 10 los límites del ECA agua indica que debe haber ausencia de película visible, los valores recolectados (anexo 1) indican que en los puntos muestreados hasta antes del inicio de operaciones del emisario presentan concentraciones detectables de A y G permanentemente con valores elevados en los puntos correspondientes al periodo 2010 - 2015, E-7 (muelle NAFTES) 2.8 mg/L en enero 2012, también 2.2 mg/L en E-9 (chata Pacífico Centro), 2.2 mg/L en E-10 (frente a PETROPERU).

En los puntos PE-10 (muelle NAFTES), PE-8 (Frente a EXALMAR) y PE-7 (frente a A.H. Señor de los Milagros) que corresponden al periodo 2015 - 2024, en todas las muestras recolectadas no hay presencia de A y G con lo que se registra con 0 mg/L.

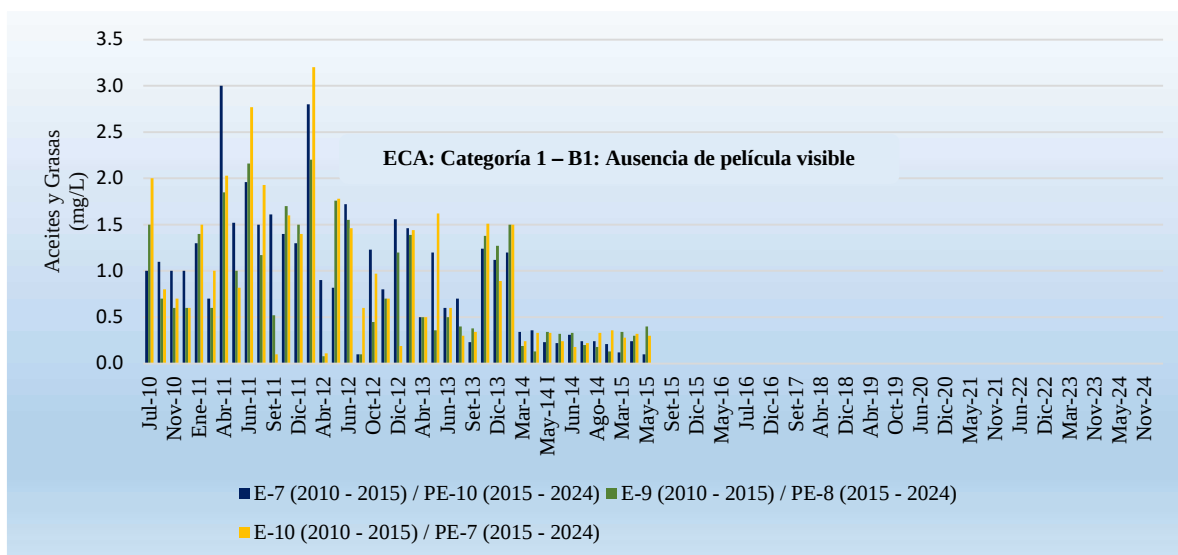


Gráfico 10: Demanda bioquímica de oxígeno (mg/L) en las estaciones:

-) E-7 Zona industrial Muelle Artesanal NAFTES (2010-2015) / PE-10 Zona industrial Muelle Artesanal NAFTES (2015-2024)
-) E-9 Zona Chata PACÍFICO CENTRO (2010-2015) / PE-8 Zona industrial Frente a EXALMAR (2015-2024)
-) E-10 Límite norte zona industrial frente PETROPERU (2010-2015) / PE-7 Punto frente a zona urbana. S. de lo Milagros-Trapezio (2015 - 2024)

4.3. Análisis de los parámetros microbiológicos: Coliformes Totales y Coliformes Termotolerantes

Para los parámetros microbiológicos, la información previa al funcionamiento del emisario submarino, se recopilan datos de análisis de nuestros desde 2002 hasta 2015 en la bahía EL Ferrol, que incluye investigaciones y muestreos participativos del IMARPE. (Anexo 1).

4.3.1. Coliformes Totales

El gráfico 11 muestra los valores de los análisis de coliformes totales NMP/100mL en los puntos E-6 y E-9 se recolecta datos en el periodo 2002-2015, mientras que en los puntos PE-6 y PE-9 datos del periodo 2015-2024 (Anexo 1).

Hasta el 2015, previo al funcionamiento del emisario submarino se registran altas concentraciones de coliformes totales hasta 2 400 NM/100L en el punto E-6 en febrero 2005 y 24 000 NMP/100mL en el punto E-9 en octubre 2012 que corresponde a la zona bocana y chatas respectivamente.

Después de la puesta en operación del misario los valores de coliformes totales disminuyen considerablemente, se registra valores de hasta 130 NMP/100mL en agosto de 2018 en el punto PE-6 y 2 400 NMP/100mL en el punto PE-9 en julio 2021, que corresponden a la zona aguas afuera a 10000m de orilla de playa y frente a TASA respectivamente.

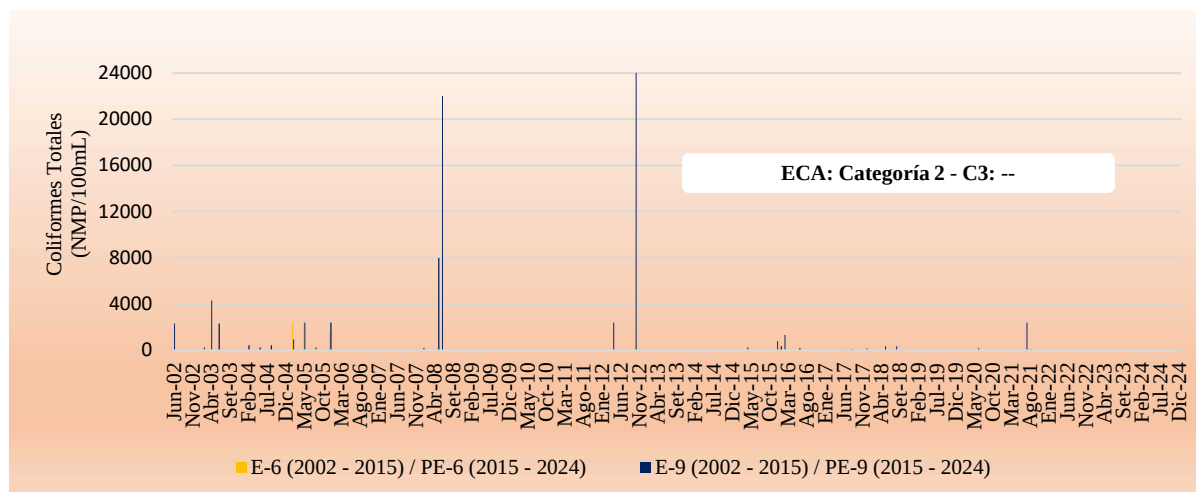


Gráfico 11: Coliformes Totales (NMP/100mL) en las estaciones:

-) E-6: Aguas afuera zona bocana (2002-2015) / PE-6: Aguas afuera a 10 000m de orilla (2015-2024)
-) E-9: Zona chatas y muelle municipal (2002-2015) / PE-9: Zona industrial frente a TASA (2015-2024)

El gráfico 12 muestra los valores de los análisis de coliformes totales NMP/100mL en los puntos E-7, E-8 y E-10 se recolecta datos en el periodo 2002-2015, mientras que en los puntos PE-10, PE-8 y PE-7 datos del periodo 2015-2024 (anexo 1).

La zona frente a chatas E-7 (2002 - 2015) y zona muelle NAFTES PE-10 (2015 - 2024) muestra númeors elevados de coliformes totales como 9 300 NMP/100mL en abril 2003 y 13 000 NMP/100mL en diciembre 2015, desde 2016 en adelante esta zona presenta valores menores a 490 NMP/100mL en plena operación del emisario en la bahía El Ferrol.

En la zona frente a EXALMAR E-8/PE-8 se presenta los valores más altos en marzo y mayo 2008 con 5 000 NMP/100mL y 7 000 NMP/100mL respectivamente, después de la operación del misario hasta el agosto 2017 se registra un pico de 3 500 NMP/100mL, posteriormente todos los valores están de 0 a 790 NMP/100mL.

Frente a la zona urbana Trapecio – Señor de Los Milagros representado por los puntos E-10/PE-7 se observa valore de 4 000 NMP/100mL en junio 2002,

23 000 NMP/100mL en junio 2003, 5 000 NMP/100mL en junio 2008 entre otros elevados, después de la operación del emisario sólo se registra un valor elevado 1 700 NMP/100mL en mayo 2018, los demás registros se encuentran entre 0 y 330 NMP/100mL.

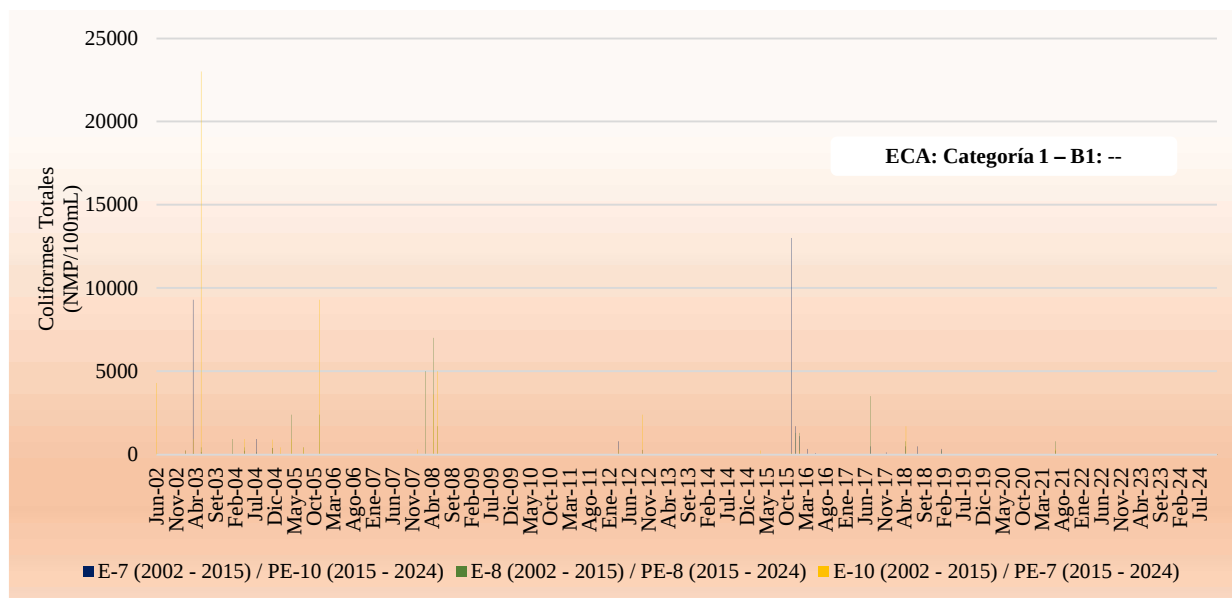


Gráfico 12: Demanda bioquímica de oxígeno (mg/L) en las estaciones:

-) E-7 Zona frente a chatas (2010-2015) / PE-10 Zona industrial Muelle Artesanal NAFTES (2015-2024)
-) E-8 Frente a PETROPERU-EXALMAR (2002-2015) / PE-8 Zona industrial Frente a EXALMAR (2015-2024)
-) E-10 Frente a zona urbana Trapecio-Florida (2002-2015) / PE-7 Punto frente a zona urbana. S. de lo Milagros-Trapecio (2015-2024)

4.3.2. Coliformes Termotolerantes

El gráfico 13 observamos los valores registrados de coliformes termotolerantes en la bahía El Ferrol (anexo 1) donde los puntos E-6 y E-9 pertenecen al periodo 2002-2015, mientras que los puntos PE-6 y PE-9 a 2015-2024. Donde aplica el límite ECA Categoría 2 - C3.

En la línea E-6 aguas afuera bocana y PE-6 aguas afuera a 10 000 m de orilla de mar, los valores se mantuvieron dentro de los límites del ECA agua <1000NMP/100mL con un pico de 930 NMP/100mL en febrero 2005, post emisario los valores encontrados son lecturas de 0 NMP/100mL con un máximo de 13 NMP/100mL.

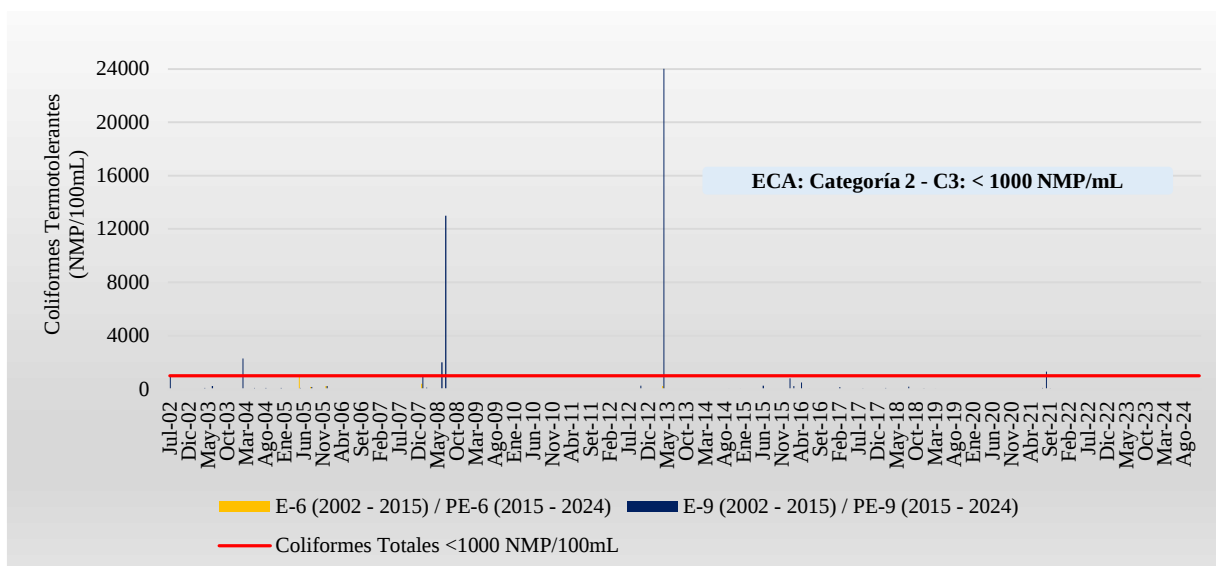


Gráfico 13: Coliformes Totales (NMP/100mL) en las estaciones:

-) E-6: Aguas afuera zona bocana (2002-2015) / PE-6: Aguas afuera a 10 000m de orilla (2015-2024)
-) E-9: Zona chatas y muelle municipal (2002-2015) / PE-9: Zona industrial frente a TASA (2015-2024)

El gráfico 14 observamos los valores registrados de coliformes termotolerantes en la bahía El Ferrol los puntos E-7, E-8 y E-10 pertenecen al periodo 2002-2015, mientras que los puntos PE-10, PE-8 y PE-7 de 2015-2024 (anexo 1). Donde aplica el límite ECA Categoría 1 – B3

En la línea E-7 zona frente a chatas y PE-10 muelle artesanal (azul) observamos que en el periodo 2002-2015 los valores de coliformes termotolerantes en periodo previo a la operación del emisario presenta valores por encima de los límites ECA 1 300 NMP/100mL en febrero y junio 2008, en abril 2012 800 NMP/100mL. En el periodo de operaciones del emisario se registraron valores elevados entre los meses de diciembre 2015 y febrero 2016 13 000 NMP/100mL y 490 ml/L respectivamente, que corresponde al punto PE-10 muelle artesanal.

En la línea E-8 2002-2015 y PE-8 2015-2024 ambos frente a EXALMAR, presenta valores elevados durante el periodo previo al emisario con valores de hasta 4 300 NMP/100mL en abril 2003, 930 NMP/100mL en mayo 2005 y 24 000 NMP/100mL en diciembre 2005. En el periodo post funcionamiento del emisario se observa algunos valores que superaron el ECA, 1 300 mg/100mL y 490 NMP/100mL en enero y febrero 2026 respectivamente, en agosto 2017 se vuelve a superar con 1 300 NMP/100mL,

los valores se mantienen debajo de los ECA en el resto de los muestreos en el punto mencionado después de la puesta en operación del emisario.

En los puntos E-10 2002-2015 y PE-7 2015-2024 frente al Trapecio – Sr. de Los Milagros – Florida, los valores registrados previo al funcionamiento del emisario en la bahía El Ferrol se encuentran constantemente por encima de los ECA, con conteos de hasta 2 300 NMP/100mL en junio 2002, en junio 2003 de 9 300 NMP en junio 2003, en diciembre de 4 300 NMP/100mL, en octubre 2012 de 2 400 NMP/100mL y 240 NMP/100mL en abril 2015, después del inicio de operaciones todos los valores muestreados hasta 2024 se encuentran por debajo del límite del ECA con un rango de 0 a 130 NMP/100mL.

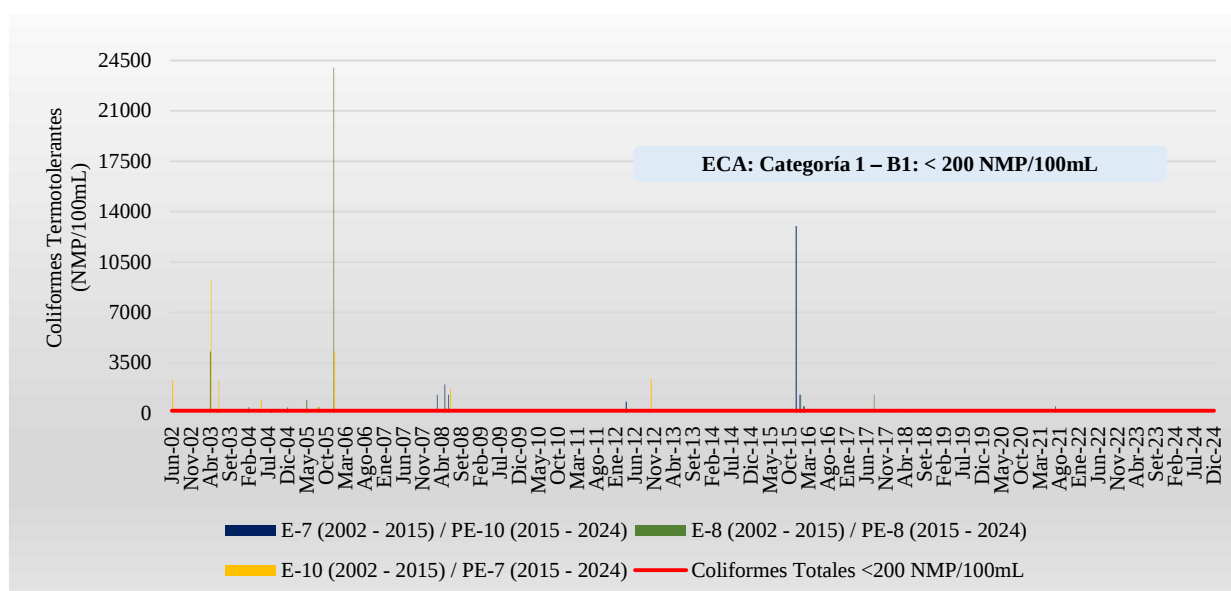


Gráfico 14: Demanda bioquímica de oxígeno (mg/L) en las estaciones:

-) E-7 Zona frente a chatas (2002-2015) / PE-10 Zona industrial Muelle Artesanal NAFTES (2015-2024)
-) E-8 Frente a PETROPERU-EXALMAR (2002-20158) / PE-8 Zona industrial Frente a EXALMAR (2015-2024)
-) E-10 Frente a zona urbana Trapecio-Florida (2002-2015) / PE-7 Punto frente a zona urbana. S. de lo Milagros-Trapecio (2015-2024)

4.4. Impacto en zona de vertimiento fuera de la bahía El Ferrol

A continuación, se muestran gráficos y cuadros de los análisis fisicoquímicos de los Efluentes industriales tratados antes de su disposición final a través del emisario submarino; y análisis fisicoquímicos y microbiológicos en el punto

de vertimiento (emergencia de la pluma) y en el punto blanco a 1000 metros de la zona de vertimiento en el periodo 2015 a 2024.

4.4.1. Efluentes Industriales Pesqueros Tratados

Para el análisis de los parámetros fisicoquímicos de los efluentes industriales pesqueros se toma como referencia los Límites Máximos Permisibles para Efluentes de los Establecimientos Industriales Pesqueros de Consumo Humano Directo e Indirecto que se encuentran en el Decreto Supremo 010-2018-MINAM. Estos son: Sólidos Suspendidos Totales SST (mg/l), Aceites y Grasas (mg/l) y Potencial de Hidrógeno (pH), datos recolectados de los monitoreos realizados por SGS del Perú en el periodo 2015 a 2024 (anexo 1 y anexo 3).

Sólidos Suspendidos Totales (SST)

En el gráfico 15 se observa que los Sólidos Suspendidos Totales de los efluentes industriales pesqueros tratados antes de ser vertidos fuera de la bahía El Ferrol a través del emisario submarino APROFERROL durante el periodo 2015 a 2024 cumple con los Límites Máximos Permisibles <700 mg/L, este está conformado por todos de efluentes trasferidos por las 34 plantas conectadas al sistema, los que son dispuesto en la zona de vertimiento a 10 000 m de orilla de playa y a 30 m de profundidad.

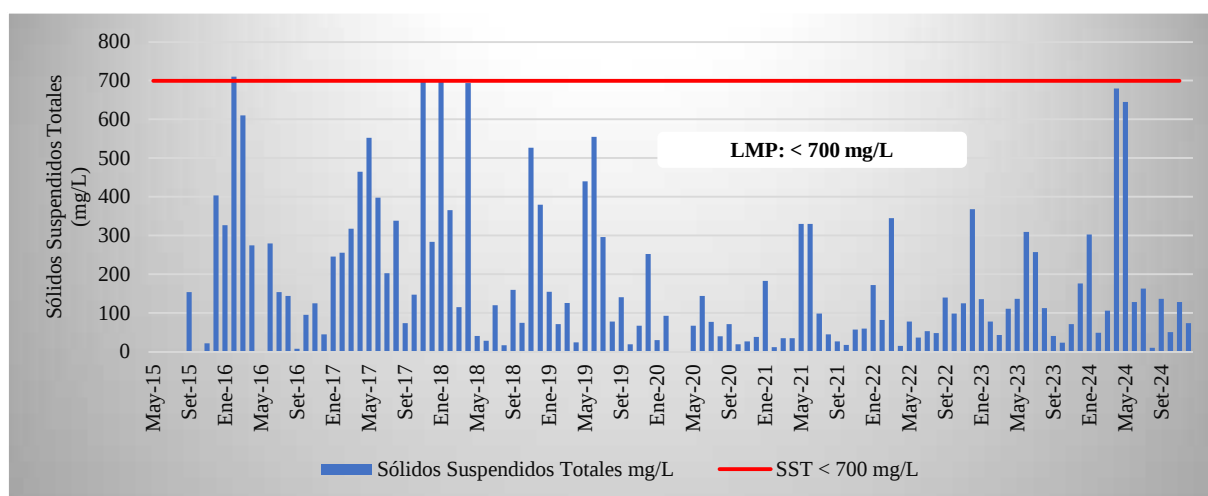


Gráfico 15: Sólidos Suspendidos Totales mg/L (SST) de los efluentes industriales pesqueros tratados evacuados en el periodo 2015 a 2024

Aceites y Grasas (A y G)

El gráfico 16 muestra las concentraciones de aceites y grasas de los efluentes industriales pesqueros tratados previo a su disposición fuera de la bahía El Ferrol a través del emisario submarino, se observa el cumplimiento de los Límites Máximos Permitidos en todos los muestreos realizados en el periodo 2015 - 2024 llegando a un máximo 199 mg/L en abril 2015.

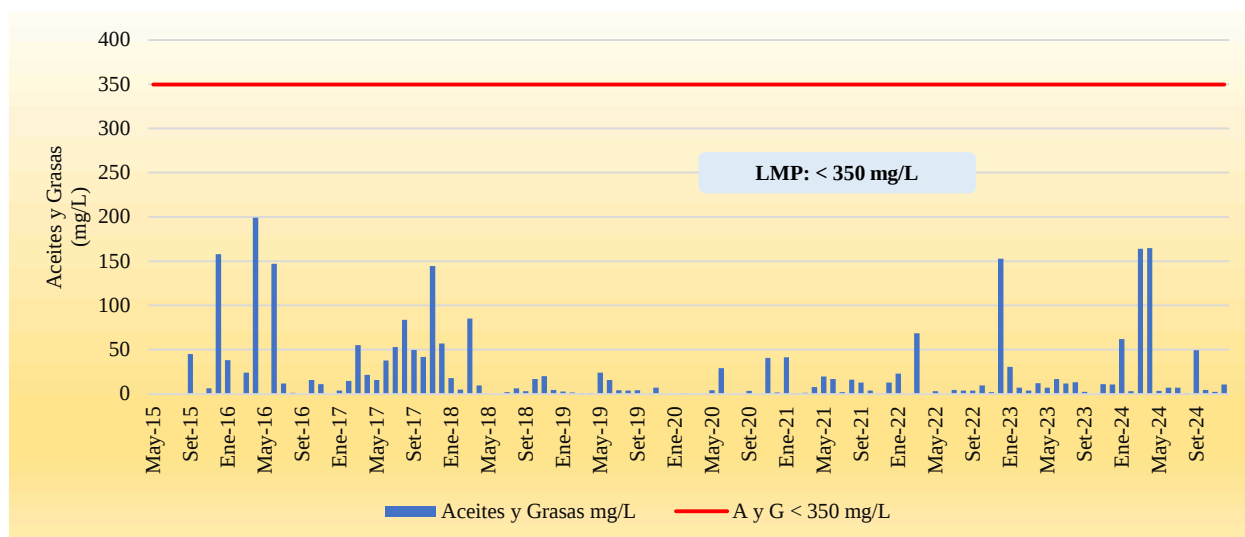


Gráfico 16: Aceites y Grasas mg/L (A y G) de los efluentes industriales pesqueros tratados en el periodo 2015 a 2024

Potencial de hidrógeno (pH)

El gráfico 17 se observa que el pH de los efluentes industriales pesquero tratados antes de su disposición final fuera de la bahía El Ferrol, se encuentran dentro del rango de los Límites Máximos Permisibles $5 < \text{pH} < 9$, con valores que están entre 5.25 y 8.03 durante el periodo 2015 - 2024.

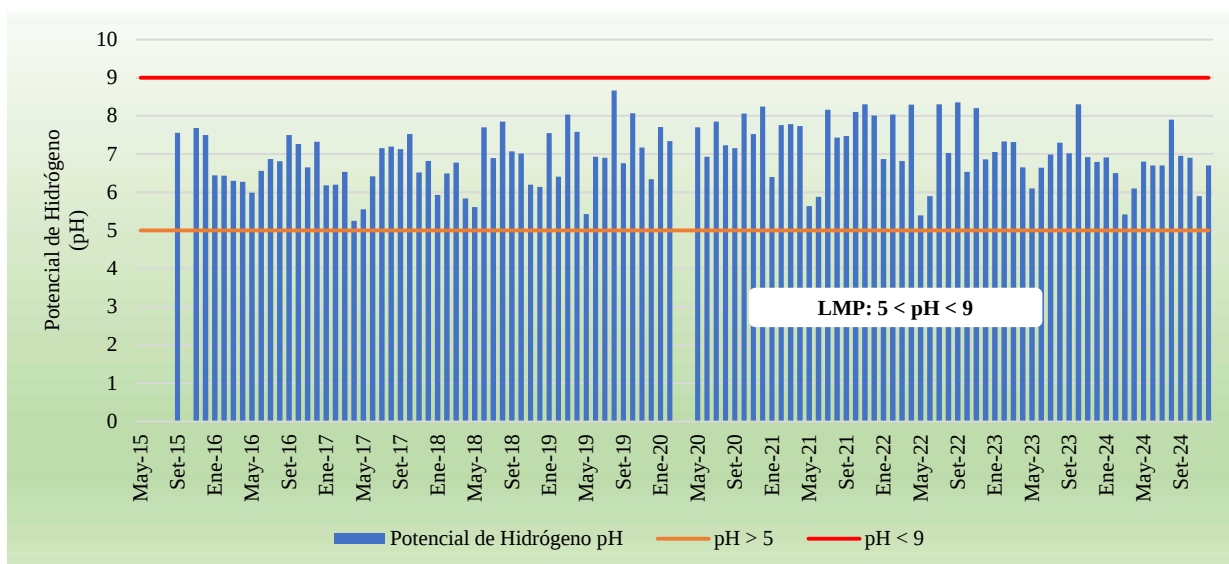


Gráfico 17: *Potencial de hidrógeno (pH) de los efluentes industriales pesqueros tratados evacuados en el periodo 2015 a 2024*

4.4.2. Análisis fisicoquímico y microbiológico en la Zona de Vertimiento (final del emisario submarino)

En la zona de vertimiento determinada en los estudios para el diseño del proyecto del Emisario Submarino, los que encuentran señalado en Plan Ambiental Complementario Pesquero (PACPE) y en el Estudio de Impacto Ambiental. Que se encuentra a un aproximado de 10 000 metros de orilla de playa y a una profundidad de 30 m, denominado como Punto de Emergencia de la Pluma, el cual será contrastado con el Punto Blanco aguas afuera que se encuentra a 1 000 metros de la zona de vertimiento.

Para el análisis fisicoquímico y microbiológico de la zona de vertimiento del emisario submarino en el periodo 2015 a 2024 se toma en cuenta los Estándares de Calidad Ambiental para el Agua que encuentran en el Decreto Supremo 004-2017-MINAM, **CATEGORÍA 2 - C3** Extracción, cultivo y otras actividades marino-costeras y continentales. Actividades marino-portuarias, industriales o de saneamiento en aguas marino-costeras.

Tabla 21: Descripción de puntos de monitoreo periodo 2015 – 2024 Resolución Directoral N° 098-2020-ANA-DCERH. Después del funcionamiento del emisario submarino

Estación de muestreo	Coordenadas UTM WGS-84		Descripción
	Este	Norte	
PE-1	09° 06' 18.82"	78° 38' 39.28"	Al final del Emisor Submarino (punto de emergencia de la pluma)
PE-6	09° 05' 40.96"	78° 39' 23.00"	Punto Blanco, Aguas Afuera (a 1000 metros de punto de vertimiento E-1)

El análisis fisicoquímico y microbiológico comparativo se realiza en los puntos (estaciones) en PE-1 Zona de Vertimiento (punto de emergencia de la pluma) y PE-6 Punto Blanco Aguas Afuera (a 1000 metros de punto de vertimiento PE-1). Los valores de los análisis se encuentran en el anexo 1 y anexo 3.

Figura 19: Zona de vertimiento de efluentes industriales pesqueros tratados y punto blanco aguas afuera a 1 000 metros del punto de vertimiento.



Nota: Imagen generada en Google earth que muestra la zona de vertimiento de los efluentes industriales pesqueros tratados en el final de emisario submarino APROFERROL

4.4.2.1. Oxígeno disuelto (OD)

Las concentraciones de oxígeno disuelto en la zona de vertimiento al final del emisario submarino (PE-1) como se muestra el gráfico 18 cumple con los límites descritos en los ECA agua C2-C3 ≥ 2.5 mg/L,

manteniendo concentraciones similares al punto blanco aguas afuera PE-6. Valor mínimo y máximo en PE-1 3.30 mg/L y 11.31 mg/L respectivamente, mientras que en el punto blanco PE-6 valores entre 3.10 mg/L y 11.91 mg/L.

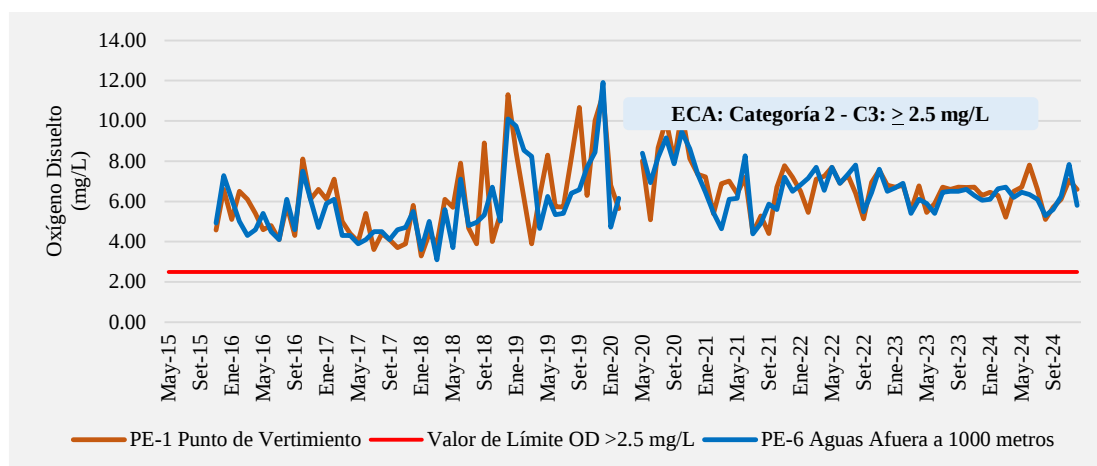


Gráfico 18: Oxígeno disuelto en zona de vertimiento al final del emisario submarino PE-1 y punto blanco aguas afuera a 1 000 metros de zona de vertimiento PE-6

4.4.2.2. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅)

El gráfico 19 muestra concentraciones bajas de DBO₅ tanto en zona de vertimiento al final del emisario de 0 a 3.2 mg/L, cumpliendo los límites de los ECA agua < 10 mg/L. Estos valores son similares al punto blanco aguas afuera 0 a 3 mg/L.

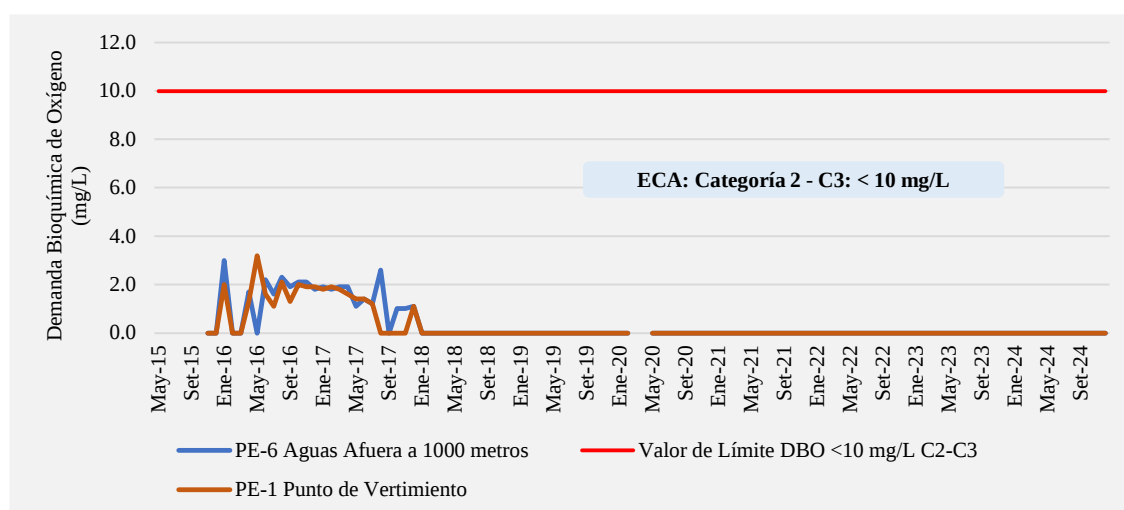


Gráfico 19: Demanda bioquímica de oxígeno en zona de vertimiento al final del emisario submarino PE-1 y punto blanco aguas afuera a 1 000 metros de zona de vertimiento PE-6

4.4.2.3. Temperatura (°C)

El gráfico 20 muestra que las temperaturas analizadas en la zona de vertimiento PE-1 (punto de emergencia de la pluma) presenta valores que no difieren en más de 3 °C con respecto al análisis en el punto blanco aguas afuera PE-6, cumpliendo con los ECA agua $\Delta 3^{\circ}\text{C}$. El rango de variación durante el periodo 2015-2024 se encuentra entre 0 °C y 2.9 °C (anexo 1).

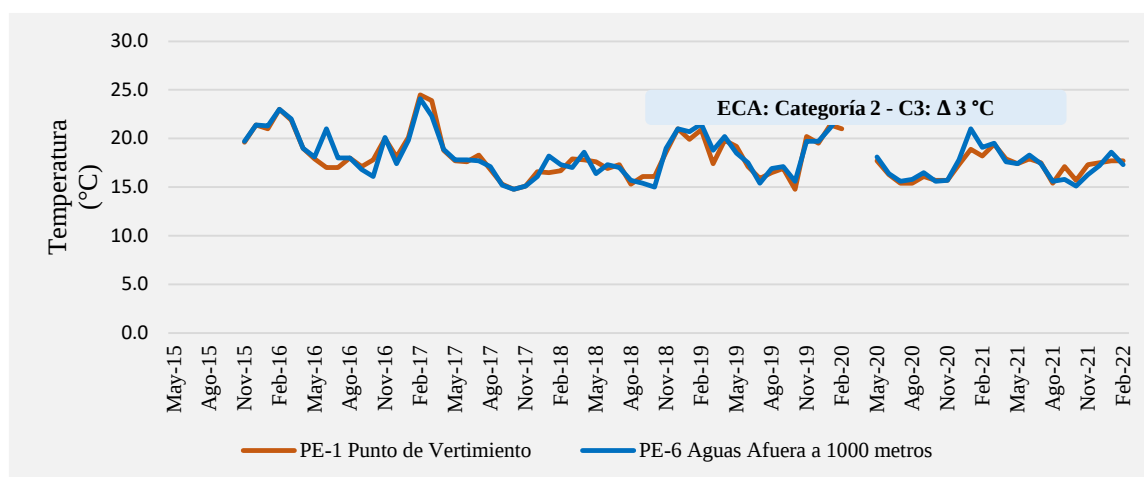


Gráfico 20: Temperatura en zona de vertimiento al final del emisario submarino PE-1 y punto blanco aguas afuera a 1 000 metros de zona de vertimiento PE-6

4.4.2.4. Potencia de Hidrógeno (pH)

El gráfico 21 muestra que los rangos de pH en la zona de vertimiento del emisario submarino PE-1 se encuentran dentro de los límites de los ECA agua $6.8 < \text{pH} < 8.5$, excepto en setiembre 2020 que llega al valor de 8.54 (veda pesca industrial), en comparación al resultado del punto blanco en la misma fecha es de 8.35 que representa una variación del 2.2%.

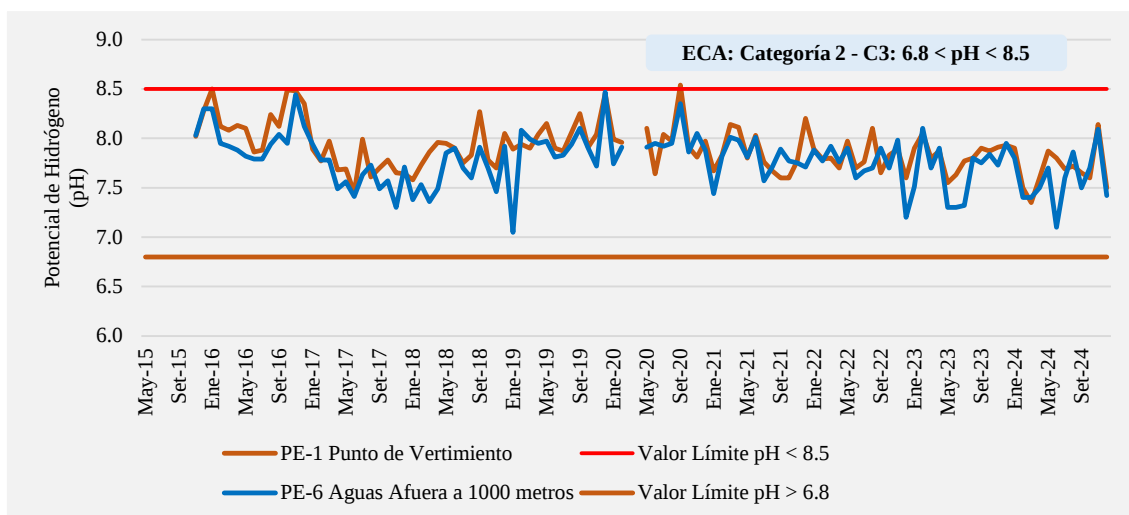


Gráfico 21: Potencial de hidrógeno en zona de vertimiento al final del emisario submarino PE-1 y punto blanco aguas afuera a 1 000 metros de zona de vertimiento PE-6

4.4.2.5. Sólidos Suspendedos Totales (SST)

En el gráfico 22 se observa que las concentraciones de SST en la zona de vertimiento PE-1 en el periodo 2015-2024 vienen cumpliendo permanentemente con los ECA agua <70 mg/L con valores de 0 a 27 mg/L, similares a los que se observan en el punto blanco aguas afuera PE-6 que van de 0 mg/L a 31 mg/L.

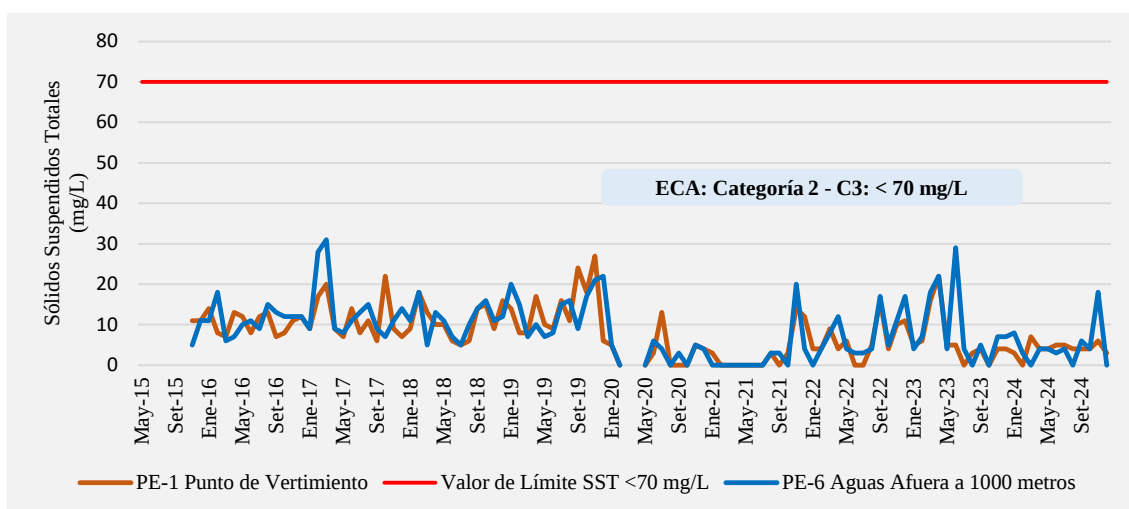


Gráfico 22: Sólidos suspendidos totales en zona de vertimiento al final del emisario submarino PE-1 y punto blanco aguas afuera a 1 000 metros de zona de vertimiento PE-6

4.4.2.6. Aceites y Grasas (A y G)

Las concentraciones de aceites y grasas que se observan en el gráfico 23 en la zona de vertimiento PE-1 tienen valores menores al límite mínimo

de lectura en los análisis de laboratorio, por lo que se considera que es de 0 mg/L, al igual que en el punto blanco aguas afuera PE-06 (anexo 1 y 3).

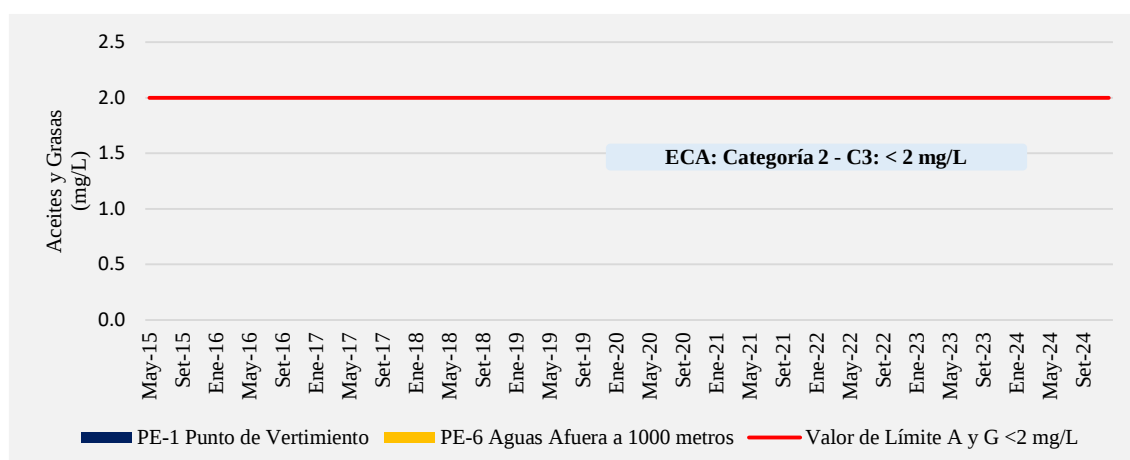


Gráfico 23: Aceites y grasas en zona de vertimiento al final del emisario submarino PE-1 y punto blanco aguas afuera a 1 000 metros de zona de vertimiento PE-6

4.4.2.7. Coliformes Totales y Coliformes Termotolerantes

El gráfico 24 de coliformes totales presenta algunas diferencias en lecturas de NMP/100mL en la zona de vertimiento PE-1 con respecto al punto blanco PE-6, en mayo 2016 en el punto de vertimiento en número es de 33 NMP/100mL, mientras que en el punto blanco es de 490 NMP/100mL; en octubre de 2020 en el punto de vertimiento el número es 1 300 NMP/100mL mientras que en el punto aguas afuera es de 330 NMP/100mL.

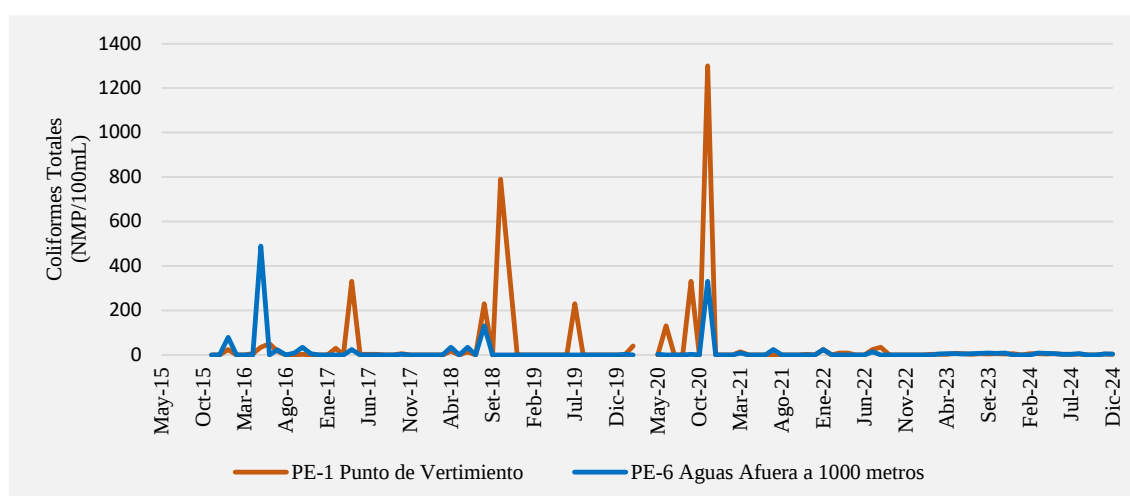


Gráfico 24: Coliformes totales en zona de vertimiento al final del emisario submarino PE-1 y punto blanco aguas afuera a 1 000 metros de zona de vertimiento PE-6

El gráfico 25 de coliformes termotolerantes se observa en la zona de vertimiento PE-1 al final del emisario submarino, que los números se encuentran dentro del límite indicado en el ECA agua < 1 000 NMP/mL en todos los análisis realizados en el periodo 2015 - 2024, con lecturas constantes de 0 NMP/100mL, similares a los números de coliformes termotolerantes analizados en el punto blanco aguas afuera PE-6 en el mismo periodo.

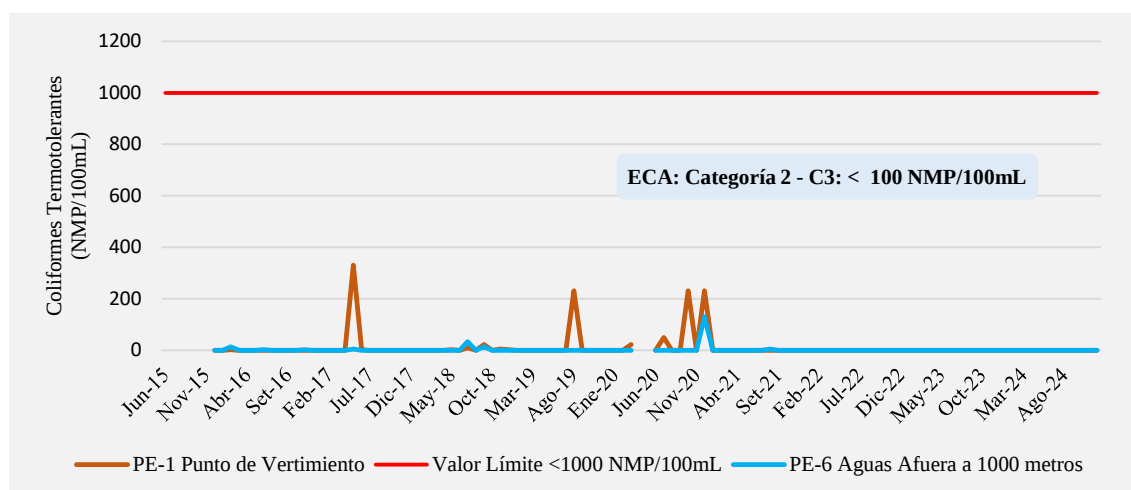


Gráfico 25: Coliformes totales en zona de vertimiento al final del emisario submarino PE-1 y punto blanco aguas afuera a 1 000 metros de zona de vertimiento PE-6

V. DISCUSIONES

- El **volumen anual de efluentes industriales pesqueros** tratados dispuestos fuera de la bahía El Ferrol provenientes de 34 plantas conectadas a APROFERROL, está directamente ligado a la cantidad de pesca procesada en las temporadas de anchoveta para consumo humano indirecto (harina y aceite de pescado), en la tabla 17 se muestra que un incremento del volumen de efluentes con respecto a la pesca ingresada a partir del 2019, esto en consecuencia al Oficio N° 239 - 2018 - PRODUCE/DGAAMPA - Digan y a la Resolución Directoral N° 065 - 2019 - PRODUCE/DGAAMPA, ambos emitidos por el ministerio de la producción en donde exige que las aguas de desplazamiento (aguas claras) producto de la descarga de pesca industrial sean enviadas a APROFERROL junto con los efluentes tratados para su disposición fuera de la bahía, llegando a un promedio anual de 3.4 millones de metros cúbicos anuales evacuados a través del emisario submarino equivalente a 104 L/s, según Guevara (2009) en el año 2009 se identificaron 33 empresas pesqueras (32% harineras y 64% conserveras y 3% de ambos) con 26 descargas de aguas residuales industriales que generaban 2 000 L/s.
- En los gráficos 3 y 4, el **oxígeno disuelto (DO)** en la zona industrial de la bahía El Ferrol (zona de vertimiento hasta el 2015) evidencia una mejora progresiva desde el inicio de operaciones del emisario submarino APROFERROL a partir del 2015. Anterior a la puesta en operación del emisario, las estaciones evaluadas registran concentraciones frecuentes por debajo de los límites establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental del Agua (ECA-agua), con concentraciones frecuentes de hipoxia y anoxia en todas las estaciones evaluadas (E-7, E-9, E-10, E-17, E20). Valores de 0 mg/L en enero 2014 (temporada industrial) y 0.05 mg/L en diversos meses de 2011, 2012, 2013 y 2014, estaciones que recibían los efluentes pesqueros a través de los emisarios de las plantas industriales con poco o nulo tratamiento hasta la implementación del Plan Ambiental Complementario Pesquero (PACPE 2010) colectivo y otras actividades pesqueras en los muelles como es la descarga de recursos hidrobiológicos y lavado de bodegas. Parámetro clave en el análisis de la contaminación acuática, ya que el oxígeno es esencial para los procesos metabólicos de los organismos vivos, que lo requieren para

generar la energía necesaria para su desarrollo y reproducción (Basterrechea, 1997). Esto refleja que este ecosistema marino ha sido sometido a una elevada carga de origen orgánico tanto del sector industrial, el doméstico y al lento reemplazo de las aguas de la bahía por tener condición de semicerrada que originaron una acumulación de fango en el fondo marino de hasta 2.5 metros estimando un volumen 54.7 m³ lo que genera concentraciones bajas e incluso anoxia 0 mg/L en la zona impactada de la bahía y como consecuencia una baja densidad, riqueza y diversidad de especies en este ecosistema marino (Ganoza et al., 2002). Carbajal (2003) menciona que las concentraciones más bajas de OD se presentan en los meses de temporada de pesca industrial con una concentración promedio de 1.38 mg/L en el litoral de Puerto Malabrigo ocasionado por los vertimientos de las plantas industriales de harina de pescado y el tráfico de embarcaciones industriales y artesanales. Tresierra et al. (2007) menciona que tanto el fondo como la superficie de la bahía El Ferrol existe una influencia negativa de la actividad industrial pesquera presentándose continuas condiciones de anoxia, a consecuencia de los vertimientos de los efluentes con una elevada carga orgánica, que en su natural proceso de descomposición consumen el oxígeno presente en el mar, presentando concentraciones 0.63 mg/L en abril 2002, de 0.25 mg/L en mayo 2004, 0.06 mg/L en noviembre 2005. DIGESA (2008) en su evaluación de las condiciones de calidad de la bahía El Ferrol encuentra en la zona industrial concentraciones de oxígeno disuelto 1.08 mg/L y 0.88 mg/L en mayo 2008. Sánchez et al (2008) mencionan que, las aguas residuales provenientes de la industria pesquera constituyen las principales fuentes de ingreso de materia orgánica (MO) en la bahía El Ferrol. Este problema se deriva del manejo inadecuado de los vertimientos líquidos y la materia orgánica proviene de una sola etapa del proceso de producción de harina y aceite de pescado. Arias (2020) obtiene como resultado del vertimiento de efluentes pesquero en la bahía de Coishco que en los meses de mayor actividad pesquera los valores de OD están por debajo de los límites como en noviembre de 2016 con 0.70 mg/L, y en temporadas de veda industrial las concentraciones de OD vuelve a cumplir los límites ECA-Agua. Los valores presentados antes de del inicio de operaciones del emisario submarino se encuentran continuamente por debajo de los límites establecidos en el ECA-Agua C2 - C3 y C1 - B1 publicado en el Decreto Supremo N° 004 - 2017 - MINAM.

En el periodo 2015 - 2024, se puede observar una recuperación gradual del OD en todas las estaciones monitoreadas. Los puntos PE-6, PE-9, PE-10, PE-8 y PE-7, presentan concentraciones generalmente superiores a los límites del ECA-Agua, desde 2021 los valores son consistentes cumpliendo los límites normativos con concentraciones entre 6.44 mg/L y 10.30 mg/L. La tendencia mostrada sugiere que el emisario está contribuyendo significativamente a disminuir el impacto de los efluentes industriales pesqueros al disponerlos fuera de la bahía.

Sin embargo, se presentan algunos valores de OD bajos como 0.05 mg/L en noviembre de 2019, mayo de 2021 y diciembre de 2018, esto debido al pasivo ambiental por la acumulación histórica del fango de origen orgánico en el fondo de la bahía El Ferrol por los vertimientos industriales pesqueros y domésticos que en temporada de pesca industrial son removidos los sedimentos durante las operaciones de descarga de pesca y otras actividades portuarias. La estación PE-10 que está ubicada en el muelle artesanal NAFTES, es donde se presentaron los valores de OD más reducidos del periodo reciente, esto relacionado con la actividad propia portuaria de la zona como es la descarga manual de pesca y el lavado de bodegas que aún persistía, unido a la remoción de sedimentos en las temporadas industriales, demostrado por Apaéstegui (2021) en su investigación del muelle artesanal DPA de Chimbote, en donde indica que la actividad pesquera en la zona circundante del desembarcadero afecta la calidad del agua de mar por la actividad descrita y que el valor medio de OD en el área de estudio fue de 2,19 mg/L. Igualmente Tume (2024) en su investigación de los efectos de la actividad pesquera artesanal en el muelle Hildemeister Chimbote determina que el arrojo de residuos orgánicos e inorgánicos ha venido afectado la calidad de agua en la zona impactada.

García et al. (2019) indicaron que en la bahía El Ferrol, el sedimento marino presenta casos de olores a sulfuros y color negro propio de sustratos reducidos y semireducidos, el proceso de óxido-reducción del sedimento indica el estado de afectación del fondo marino, sobre todo en áreas sometidas a perturbación, como es el caso de estudio, bajo estas condiciones el medio marino continúa siendo afectado directamente por factores externos, que alteran el equilibrio del ecosistema marino.

OEFA (2019) en su programa de vigilancia ambiental en la bahía El Ferrol en los meses de mayo y agosto 2019, registró que el oxígeno disuelto en algunos puntos de la zona industrial aún persiste valores por debajo de los límites ECA-Agua como en el muelle NAFTES y frente a la planta VLACAR como 1.31 mg/L y 4.61 mg/L respectivamente, mientras que frente a planta COPEINCA y frente a zona industrial ya se cumple con los límites ECA-Agua 9.99 mg/L y 14.7 mg/L.

García (2025) en su investigación de la evaluación de la bahía El Ferrol 2012 - 2019, muestra un aumento gradual en las concentraciones de OD con promedios de 2.15 mg/L en abril de 2015 y 6.99 mg/L en abril-mayo 2016 y que en adelante todos los valores encontrados son mayores a 5 mg/L que cumplen los parámetros ECA-Agua CATEGORÍA 1 - B1 Poblacional y recreacional. Contacto primario.

- Los resultados que se muestran en los gráficos 5 y 6 evidencian una importante reducción de la **demanda bioquímica de oxígeno** (DBO₅) en la bahía El Ferrol después de la entrada en operación del emisario submarino en el año 2015. Durante el periodo previo (2010-2015), las estaciones evaluadas registraron concentraciones persistentemente superiores a los ECA-Agua, tanto para la categoría 2-C3 (10 mg/L) como para la categoría 1-B1 (5 mg/L). Se observaron valores extremadamente elevados, como 86 mg/L y 78 mg/L en la zona industrial E-20, 102 mg/L y 138 mg/L en E-9, y hasta 78 mg/L en E-10, lo cual evidencia una fuerte contaminación orgánica en distintos sectores de la bahía provocado por la alta carga orgánica que está siendo sometida la bahía debido a los vertimientos industriales y domésticos provocando disminución del oxígeno disuelto, procesos de eutrofización y deterioro ecológico. León (2006) menciona que cuando la carga orgánica es elevada y la DBO₅ supera los 10 mg/L, el consumo de oxígeno puede superar su producción, generando un déficit que promueve condiciones anaeróbicas en los sedimentos. La concentración de oxígeno disuelto está inversamente relacionada con la DBO₅, ya que una mayor disponibilidad de oxígeno favorece la actividad bacteriana aeróbica, facilitando la degradación de materia orgánica y reduciendo la DBO₅. Ganoza et al. (2002) demuestra una formación de fango en el fondo marino de la bahía El Ferrol que va desde 1.5 a 2.5 metros de espesor con un volumen aproximado de 54.7 millones de m³ proveniente de los vertimientos industriales y domésticos con alta carga orgánica que afectan directamente este parámetro.

Esto coincide con los estudios realizados por IMARPE (2000) que evidencia un significativo deterioro de la bahía El Ferrol identificando distintas fuentes terrestres, principalmente el sector industrial pesquero y doméstico que vierten un total de 24.9 miles TM/ año de DBO₅ en donde la materia orgánica es el principal contaminante (proveniente del sector pesquero). Tresierra et al. (2007) indica que en la época de actividad pesquera industrial los valores de DBO₅ superan los >10 mg/L en los meses julio 2002, abril 2003, mayo, 2004 y noviembre 2005. También Sánchez et al. (2008), registra valores superiores a lo permitido, especialmente en dos puntos: frente a las plantas industriales pesqueras 20.15 mg/L y frente a la ciudad de Chimbote 12.2 mg/L. A partir del 2012 se observa una disminución en la concentración de DBO₅, esto a la entrada en vigencia de los Límites Máximos Permisibles para efluentes industriales pesqueros (Decreto Supremo 010-2008-PRODUCE) y las adecuaciones tecnológicas en tratamientos de efluentes PACPE colectivo (Resolución Directoral 095 - 2010 - PRODUCE/DIGAAP).

Después del inicio de operación del emisario submarino APROFERROL en 2015, todas las estaciones muestran una mejora significativa en la calidad del agua, las concentraciones de DBO₅ se mantuvieron por debajo de 10 mg/L. Igualmente, en las estaciones PE-10, PE-8, PE-7 y PE 6, los valores se situaron mayoritariamente entre 0 y 4.7 mg/L, cumpliendo los límites establecidos para la categoría 1-B1, salvo algunos eventos aislados en 2018 con 11.9 mg/L en la estación PE-7 y 2023 con 6.4 mg/L en la estación PE-8. IMARPE (2018) en su estudio “Resultados de la evaluación de la calidad del ambiente marino y costero en el litoral de la bahía El Ferrol 2013-2017”, señala que los valores de DBO₅ en superficie presentaron concentraciones menores a lo estipulado en los ECA, categoría 2. Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales. C2: Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas en aguas marino costeras de 10 para DBO₅, concluyendo que, la disminución de estos parámetros ha permitido el crecimiento poblacional de varias especies como la “concha de abanico” (*Argopecten purpuratus*), navajuela (*Tagelus dombeii*), anchoveta (*Engraulis ringens*) entre otros. García (2025) en la caracterización que realiza en la bahía El Ferrol evidencia que los valores de DBO₅ tiene un promedio en superficie de 18.15 mg/L en abril 2012 y que para noviembre de 2016 son de 1.07 mg/L, hallazgos indican que el emisario submarino permitió reducir la carga orgánica en la zona

costera inmediata, al desplazar los efluentes hacia áreas externas con mayor capacidad de dispersión y dilución.

Existe la presencia de incrementos puntuales posteriores al 2015, como 11.9 mg/L en mayo de 2018 o 6.4 mg/L en agosto de 2023, indica que aún persisten fuentes de contaminación local, posiblemente asociadas a descargas domésticas no tratadas, actividades portuarias o levantamiento de los sedimentos (fango acumulado en el lecho marino). Esto coincide con lo señalado por IMARPE (2022), que advierte que la recuperación de la bahía es progresiva pero heterogénea, dependiendo de la continuidad en las acciones de control ambiental. Debido a este proceso heterogéneo, OEFA (2019) en su programa de vigilancia de la bahía El Ferrol de 2019, encuentra que mayo valores elevados que superan los ECA-Agua como frente a la planta VLACAR de DBO₅ 96 mg/L, mientras que en el monitoreo de agosto del mismo año todos los valores en la zona industrial cumplen con los límites establecidos con valores menores a 2 mg/L, indicando que durante esta evaluación, la descarga de efluentes provenientes del sector industrial pesquero, debido a que, el Plan Ambiental Complementario Individual (PACPE) establece que las empresas deben descargar sus efluentes industriales (aguas residuales) tratados a través del emisor de APROFERROL.

La Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú (HIDRONAV 2019), en su estudio de evaluación de sedimentos en la bahía El Ferrol y su variación 2008-2019, el tipo de fondo marino ha cambiado de manera significativa con respecto al 2008, presentando actualmente mayor porcentaje de arena en toda la bahía, esto esta influenciado por la ocurrencia de El Niño Costero 2017 pasando de porcentaje de limo de 50% en 2008 a 2% en 2019, arena limosa de 38% en 2008 a 51% en 2019, arena de 12% en 2008 a 16% en 2019 (anexo 2).

Resultados similares han sido reportados en sistemas costeros donde la reubicación técnica de vertimientos mediante emisarios submarinos contribuye a mejorar la calidad del agua litoral, como lo menciona Martín (2016) en su estudio para la optimización de aguas residuales mediante un emisario en Cartagena Colombia. Asimismo, Osorio (2007) indica que el emisario submarino utilizado en Santa Marta, Colombia, si disminuyó la contaminación que se presentaba en

esta zona costera debido a que ya no se evidencia el impacto visual negativo que se observaba antes del año 2000, pero se debe optar por la implementación de un tratamiento primario previo a la descarga de los efluentes para mejorar la eficiencia del sistema.

- Los resultados de **Sólidos Suspendidos Totales** (SST) muestran una marcada diferencia entre el periodo previo y posterior a la puesta en operación del emisario submarino, evidenciando una mejora progresiva en la calidad del agua del área evaluada en la bahía El Ferrol. Antes del año 2015, en las estaciones E-17 y E-20 (gráfico 7) se registraron concentraciones de hasta 127 mg/L y 123 mg/L, respectivamente, superando el límite de < 70 mg/L establecido en los ECA-Agua Categoría 2. En el gráfico 8, correspondiente a zonas de uso poblacional, recreacional e industrial, se observó también una tendencia favorable. Antes de 2015, las estaciones E-7, E-9 y E-10 alcanzaron valores de hasta 121 mg/L y 111 mg/L. Estos valores reflejan una importante carga orgánica vinculada a descargas industriales pesqueras, efluentes domésticos y remoción de sedimentos por actividad portuaria.

Las elevadas concentraciones de SST constituyen un indicador de impacto negativo ambiental en ecosistemas costeros, ya que incrementan la turbidez del agua, disminuyen la penetración de luz y afectan la productividad primaria. Asimismo, pueden alterar procesos de respiración y alimentación de organismos filtradores, además de favorecer la acumulación de materia orgánica en el fondo marino como lo demuestra Ganoza et al. (2002) con la formación del fango orgánico en el fondo la bahía El Ferrol. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2018), el aumento sostenido de sólidos suspendidos en cuerpos de agua costeros reduce la calidad ecológica y limita los usos recreativos y pesqueros del recurso hídrico. García (2025), en su estudio de la bahía El Ferrol 2012-2019 muestra que en algunas estaciones concentraciones puntuales mayores a 70,00 mg/L en los años 2012, 2013, 2014 y 2015 en los meses de actividad pesquera, en tanto que, en la mayor parte de estaciones evaluadas predominaron valores menores a 70 mg/L en veda, posterior a 2015 todas las estaciones cumplieron con los límites ECA-Agua.

Cabrera (2001) y posteriormente Falcón & Yalico (2015) evaluaron la contaminación de la bahía de Chancay evidenciando que los valores de sólidos suspendidos totales durante los meses de producción pesquera industrial sobrepasan los límites EAC-Agua encontrando valores 110.17 mg/L en 2001 y 105.47 mg/L en 2015, producto de los vertimientos pesqueros industriales con deficiente tratamiento. Montero (2019) demuestra en su evaluación de la calidad ambiental de la bahía de Puerto Pizarro, Tumbes en 2009, que al ser este ecosistema sometido a presiones ambientales como son los vertimientos por las actividades pesqueras, emisiones domésticas y la actividad turística presenta valores de sólidos suspendidos totales sobre los límites ECA-Agua con concentraciones que fluctúan entre 126 mg/L y 160 mg/L.

Después del inicio de operaciones del emisario submarino APROFERROL, las estaciones PE-10, PE-8 y PE-7 presentaron menores concentraciones de SST en todo el periodo 2015-2024, lo cual sugiere una reducción sostenida de fuentes contaminantes directas sobre la línea costera, de igual forma los puntos PE-6 y PE-9 presentaron concentraciones entre 0 mg/L y 44 mg/L durante el periodo 2015 - 2024, manteniéndose permanentemente dentro de los límites normativos. Esta reducción demuestra que la disposición de efluentes fuera de la bahía disminuyó la acumulación de sólidos en la franja litoral.

IMARPE (2018) en su evaluación de la calidad ambiental de la bahía El Ferrol 2013-2017 muestra que después del 2015 los SST no superaron el ECA-Agua de categoría 2 (C2) manteniéndose todos los valores menores a < 60 mg/L, en coincidencia con el funcionamiento del emisario. El Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA) en sus informes de Monitoreo de la bahía El Ferrol, Chimbote de los años 2014, 2015, 2019 muestra que los valores de sólidos suspendidos totales en todas las estaciones evaluadas próximas a la zona industrial cumplen con los parámetros del ECA-Agua sin excepción.

La Autoridad Nacional del Agua (ANA) en sus monitoreos participativos realizados en la bahía El Ferrol, Chimbote de los años 2015, 2016, 2017, 2018, 2019 y 2020 muestra que los valores de sólidos suspendidos totales no superaron el ECA-Agua de Categoría 2 - C3 extracción, cultivo y otras actividades marino

costeras y continentales. Actividades marino portuarias, industriales o de saneamiento en aguas marino costeras > 70 mg/L, valores similares a los evaluados en esta investigación coincidente con el inicio de operaciones del emisario submarino APROFERROL.

El Instituto del Mar del Perú (IMARPE, 2021) reportó que la mejora de las condiciones hidrodinámicas y el control de vertimientos directos constituyen factores determinantes en la recuperación ambiental de bahías históricamente impactadas. Estos resultados coinciden con evaluaciones ambientales realizadas por IMARPE en ecosistemas costeros del litoral peruano, donde se señala que la disminución de SST está asociada con mejoras en transparencia del agua, recuperación de hábitats bentónicos y mejores condiciones para recursos hidrobiológicos.

- Los **Aceites y Grasas** (A y G) descritos en el Gráfico 9 muestran que, durante el periodo previo a la operación del emisario submarino (2010 - 2015), las estaciones E-17 y E-20 presentaban concentraciones superiores al Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para agua Categoría 2 C3 (< 2 mg/L), con valores máximos de 3.4 mg/L y 4.3 mg/L, respectivamente. Igualmente, en el Gráfico 10 se repite el mismo patrón de lectura. Las estaciones E-7, E-9 y E-10, ubicadas en áreas altamente influenciadas por actividades industriales pesqueras, portuarias y domésticas, registraron valores de hasta 2.8 mg/L, 2.2 mg/L y 2.2 mg/L antes de 2015. La detección recurrente de este parámetro implica una presión antrópica constante vinculada a descargas industriales pesqueras, operaciones portuarias, mantenimiento de embarcaciones y esorrentía urbana con contenido de grasas. En zonas costeras industrializadas, los aceites y grasas suelen ingresar al medio marino asociados a efluentes no tratados o insuficientemente tratados, generando películas superficiales y acumulación en sedimentos costeros.

Ganoza (2002) indica que en la bahía El Ferrol la mayor concentración de aceites y grasas (5.2 mg/L) se registró en superficie en la E-9 (frente a plantas pesqueras) y que otras fuentes provienen de la manipulación de combustibles o quema de residuos orgánicos observado en línea de playas, durante las actividades de recuperación de aceite proveniente de los efluentes pesqueros. Cabrera (2005)

señala que la bahía de Paita, Perú, soporta actividades productivas como son la pesca, industria, ecosistemas artificiales como la ciudad entre otros, ve sus parámetros de calidad alterados con valores en aceites y grasas elevados hasta 74.14 mg/L. Guevara (2008) en su evaluación de la bahía de Coishco en el periodo febrero a noviembre de 2018 detecta estaciones con elevados valores de A y G (2.86 mg/L y 29.54 mg/L) asumiendo que es debido a la actividad doméstica y pesquera instalada en la zona.

Diversos estudios del **Instituto del Mar del Perú (IMARPE)** han señalado que la bahía EL Ferrol, Chimbote, históricamente ha presentado problemas de contaminación orgánica e industrial debido a la intensa actividad pesquera y portuaria desarrollada por décadas. IMARPE reportó que las áreas cercanas a muelles, chatas de descarga y zonas fabriles concentran mayores niveles de aceites y grasas que superan los parámetros ECA-Agua principalmente en temporada de pesca industrial con valores superiores a los 2 mg/L, además de materia orgánica y sólidos suspendidos, afectando la calidad del agua y los ecosistemas bentónicos (IMARPE, 2010; IMARPE, 2014). Ello coincide con los valores elevados observados en E-20, zona chata PROMASA (> 2 mg/L), en donde se ubicaban los finales de emisarios individuales de las plantas pesqueras industriales.

En el periodo entre 2015 y 2024, las estaciones PE-10 y PE-9 al igual que E-7, E-9 y E-10 de los gráficos 9 y 10 respectivamente, muestran concentraciones no detectables (0 mg/L) en todas las estaciones analizadas. Sin embargo, es importante resaltar que valores de “0 mg/L” generalmente corresponden a concentraciones por debajo del límite de detección analítico y no necesariamente ausencia absoluta del contaminante. Esta importante reducción sugiere una mejora sustancial en el manejo de efluentes industriales pesqueros tras la entrada en funcionamiento del emisario submarino APROFERROL, con lo que estos efluentes son dispuestos fuera de la bahía disminuyendo su impacto considerablemente. El Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental OEFA en su programa de vigilancia ambiental de la bahía El Ferrol de los años 2015 a 2019 los valores de A y G se encuentra dentro de los límites ECA-Agua Categoría C2 - C3 para Actividades marino portuarias, industriales, o de saneamiento en aguas marino costeras, a excepción de una estación que se detectó

en mayo de 2019 con un valor de 66.17 mg/L ubicado al costado de la Chata VLACAR, evidenciando una afectación a la bahía por parte del EIP VLACAR que estuvo vertiendo sus efluentes sin tratar dentro de la bahía por su emisor submarino aunque se encuentra dentro de la categoría C1 - B1 Aguas superficiales destinadas a recreación y sólo indica ausencia de película visible, constituye un riesgo al proceso de recuperación de la bahía. García & Cárdenas (2025) en su evaluación a los 9 años de funcionamiento del emisor submarino en Chimbote, recopila información del IMARPE mostrando que los valores de aceites y grasas en la bahía oscilan entre 0.2 mg/L y 0.3 mg/L teniendo como promedio 0.22 mg/L, valores que no superaron los ECA-Agua, concluyendo que pese al pasivo ambiental por varias décadas de vertimientos presenta una visible recuperación en sus parámetros fisicoquímicos y biológicos.

En términos ecológicos, la reducción de aceites y grasas en la columna de agua representa un beneficio relevante, ya que estas sustancias pueden disminuir el intercambio gaseoso en la superficie, afectar huevos y larvas de peces, alterar la comunidad fitoplanctónica y producir impactos estéticos en playas y puertos. IMARPE ha señalado que la recuperación de la calidad del agua en sectores costeros impactados favorece procesos de recolonización biológica y mejora de hábitats marino-costeros (IMARPE, 2018).

- Los resultados de los gráficos 11 y 12 muestran una mejora importante en la calidad microbiológica del agua marina de la bahía El Ferrol con respecto a los **coliformes totales**, después de la puesta en operación del emisario submarino en 2015. Antes de su funcionamiento (2002 - 2015), se registraban concentraciones elevadas de coliformes totales en varias estaciones; posteriormente (2015 - 2024), los valores disminuyen de forma considerable en la mayoría de estaciones monitoreadas. Esto a consecuencia de la reducción de descargas residuales directas hacia la bahía.

Los coliformes totales son indicadores de contaminación por aguas servidas y materia orgánica de origen doméstico o industrial. Su presencia en niveles altos refleja deficiencias sanitarias y posible coexistencia con microorganismos patógenos (WHO, 2017). En bahías semicerradas como El Ferrol, donde la

renovación del agua es limitada, estos contaminantes pueden acumularse con facilidad.

En el gráfico 11, durante el periodo previo al emisario, el punto E-6 (zona bocana) alcanzó 2 400 NMP/100mL en febrero de 2005, mientras que el punto E-9 (zona de chatas y muelle municipal) registró 24 000 NMP/100mL en octubre de 2012. El gráfico 12 confirma esta tendencia. En la zona frente a chatas (E-7) se registraron 9 300 NMP/100mL en 2003, mientras que luego de 2016 el punto PE-10 presentó valores menores a 490 NMP/100mL. En la zona frente a EXALMAR (E-8/PE-8), antes de 2015 se alcanzaron 7 000 NMP/100mL y luego los registros fluctúan entre 0 y 790 NMP/100mL, salvo un pico aislado de 3 500 NMP/100mL en 2017.

Este último valor evidencia una fuerte contaminación microbiológica asociada a descargas urbanas, residuos portuarios y actividades pesqueras además de los pasivos ambientales como es el lodo acumulado en el lecho marino debido a las descargas con alto contenido orgánico determinado por Ganoza (2002) y Loayza (2022). Estudios del **Instituto del Mar del Perú (IMARPE)** han señalado que la bahía El Ferrol ha estado históricamente impactada por efluentes domésticos e industriales que deterioraron la calidad del agua de este ecosistema (IMARPE, 2016).

Orozco (1997), muestra que en varias estaciones evaluadas en la bahía El Ferrol en 1996 se encuentran valores elevados de coliformes totales entre la zona Miramar y la zona industrial 27 de octubre entre 43 a 23×10^3 NMP/100mL en la parte mar y 93×10^2 a 43×10^4 NMP/100mL en la zona de playa, esto debido a la existencia de descargas de efluentes del sector siderúrgico, pesquero y doméstico, además de las actividades portuarias. De la misma forma Ganoza (2002) en su evaluación de la bahía El Ferrol detecta valores de coliformes totales 30 a 4.3×10^3 NMP/100mL productos de las actividades industriales y domésticas que vierten sus efluentes directo a la bahía con una alta carga orgánica. Sánchez (2008) también indica que se encontraron valores de 4.0×10^2 a 2.3×10^4 NMP/100mL en coliformes totales, como consecuencia de la alta carga orgánica de los efluentes industriales y domésticos. Montero (2019) demuestra que la actividad pesquera

artesanal y el comercio de los productos desembarcados, genera constantemente grandes cantidades de desechos orgánicos e inorgánicos, más la descarga directa de aguas residuales domésticas favorecen las condiciones para la contaminación microbiológica.

Después de 2015, las estaciones PE-6 y PE-9 muestran una reducción importante. En PE-6 se registró un máximo de 130 NMP/100mL en 2018 y en PE-9 un valor de 2 400 NMP/100mL en 2021. Aunque este último representa un evento puntual, sigue siendo muy inferior a los máximos observados antes de la puesta en operación del emisario submarino. Esto indica que la disposición de los efluentes pesqueros fuera de la bahía El Ferrol a través del sistema ayudó a disminuir la exposición directa del litoral a aguas residuales. En la zona urbana Trapecio – Señor de los Milagros (E-10/PE-7), históricamente una de las más impactadas por los efluentes domésticos, se reportaron hasta 23 000 NMP/100mL en 2003. Después de 2015 solo se observó un valor elevado de 1 700 NMP/100mL en 2018, mientras que el resto de datos estuvieron entre 0 y 330 NMP/100mL. Esto representa una relevante mejora para la salud pública y el ambiente costero. García et al. (2005) en la evaluación de la bahía El Ferrol 2012 - 2019, y García & Cárdenas (2025) en el análisis de la bahía a 9 años del funcionamiento del emisario submarino APROFERROL, coinciden en que los valores más elevados de coliformes totales se registran entre los años 2012 a 2015 previo al funcionamiento del emisario con valores que alcanzan 24 000 NMP/100mL en 2012, 3 000 NMP/100mL en 2013; mientras que después del inicio de operaciones del emisario los valores de las estaciones evaluadas en la zona industrial se encuentran entre 1.8 a 540 NMP/100mL, con algunos puntos altos en 2018 y 2019 con 2 400 NMP/100mL, que pese a los números elevados puntuales la bahía se ha visto favorecida por el funcionamiento del sistema del emisor submarino. Afirmado lo señalado por IMARPE (2022) en donde indica que la recuperación de este ecosistema, aunque es progresiva también lo es heterogénea debido a la aún presencia de vertimientos de origen doméstico y la actividad pesquera artesanal.

- Los resultados de **coliformes termotolerantes** en la bahía El Ferrol muestran diferencias claras entre el periodo previo (2002 - 2015) y posterior (2015 - 2024)

a la operación del emisario submarino, evidenciando una mejora general en la calidad microbiológica del agua. Los coliformes termotolerantes son indicadores de contaminación fecal reciente y permiten evaluar riesgos sanitarios en zonas de uso recreativo, pesquero o portuario, esto tiene gran relevancia para la determinación de la calidad sanitaria de aguas costeras, ya que los valores reportados son evidencia de contaminación de origen fecal en el sistema (Cortés 2003; OMS, 2022).

En la estación E-6 y su equivalente PE-6, ubicadas aguas afuera, los valores se mantuvieron dentro del ECA Categoría 2 - C3 (<1000 NMP/100mL). Antes del emisario se registró un máximo de 930 NMP/100mL en 2005, mientras que después de su funcionamiento los valores descendieron a niveles entre 0 y 13 NMP/100mL.

Las estaciones interiores E-7, E-8 y E-10 presentaron en el periodo previo frecuentes excedencias del ECA Categoría 1 - B3 < 200 NMP/mL (zona recreacional). En E-8 se alcanzaron hasta 24 000 NMP/100mL en 2005, mientras que en E-10 se registraron valores de hasta 9 300 NMP/100mL. Estos resultados reflejan la influencia de descargas domésticas, residuos urbanos y efluentes industriales vertidos directamente a la bahía durante décadas, situación ya señalada anteriormente por estudios ambientales en la bahía El Ferrol (IMARPE, 2010). Sánchez et al. (2010), señala que en las bahías del El Ferrol en Chimbote y el Callao las elevadas concentraciones de contaminantes, originadas principalmente por efluentes domésticos e industriales con alta carga orgánica, resultan en niveles de coliformes termotolerantes que superan ampliamente los estándares de calidad para aguas costeras. En abril y julio de 2002 los valores de coliformes termotolerantes más elevados fueron determinados cerca de las descargas municipales y en el centro de la bahía El Ferrol hasta 2.3×10^4 NMP/100mL Sánchez et al. (2008).

Posterior a la entrada en operación del emisario submarino, varias estaciones mostraron una marcada reducción. Destaca PE-7, donde entre 2015 y 2024 todos los valores estuvieron por debajo del límite normativo, con rangos entre 0 y 130 NMP/100mL. Esto como consecuencia que el vertimiento de los efluentes

industriales pesqueros se realiza fuera de la bahía disminuyendo considerablemente el impacto. Los valores de coliformes termotolerantes vienen cumpliendo con los límites ECA-Agua tanto para la Categoría C2 - C3 y Categoría C1 - B1 en las estaciones evaluadas en la zona industrial de la bahía El Ferrol desde el funcionamiento del emisario García (2025).

No obstante, aún se observaron episodios puntuales elevados en PE-10 y PE-8, con valores de hasta 13 000 NMP/100mL (diciembre 2015) y 1 300 NMP/100mL (agosto 2017) respectivamente. Estos eventos pueden estar asociados a que aún persisten inadecuadas prácticas de actividades pesqueras artesanales tanto de descarga como en las embarcaciones, así también descargas clandestinas, y la recuperación heterogénea propia de la bahía condicionado por los vertimientos domésticos que persisten hasta la actualidad IMARPE (2022) y la presencia de lodos en el lecho de la bahía de origen orgánico por descargas industriales y domésticas que aún persisten indicado por Ganoza et al. (2002) y Loayza (2022). Lo menciona Gianoli (2018) que los coliformes termotolerantes se pueden hallar en aguas orgánicamente enriquecidas, como los efluentes industriales y domésticos, materias vegetales y también en suelos en descomposición (fango). OEFA (2014 - 2019) y ANA (2015 - 2020) presentan resultados similares de cumplimiento de los ECA-Agua en el conteo de coliformes termotolerantes posterior al emisario submarino, con algunos eventos puntuales en donde se superan los límites confirmando la recuperación heterogénea de la bahía y que deben seguir realizándose los controles y monitoreos ambientales.

En conjunto, los resultados evidencian que el emisario submarino contribuyó significativamente a mejorar la calidad sanitaria de la bahía El Ferrol, aunque todavía se requiere control de fuentes secundarias y monitoreo permanente. Valores similares en la disminución de los contaminantes fueron obtenidos en la bahía de Cartagena, Colombia en donde se observa una recuperación considerable desde la puesta en funcionamiento su emisario submarino Martín & Urrea (2016). Además, implementación de este sistema representa una buena opción para la disposición final de aguas residuales en las ciudades costeras ya sea de origen industrial o domésticas, además que representa una alternativa relativamente económica, Maldonado (2014).

- Los **Efluentes Industriales Pesqueros Tratados** muestran que durante el periodo 2015 - 2024 antes de ser descargados mediante el emisario submarino APROFERROL cumplieron de manera sostenida con los Límites Máximos Permisibles establecidos en el Decreto Supremo N.º 010 - 2018 - MINAM para Sólidos Suspendidos Totales (SST) < 700 mg/L, Aceites y Grasas (A y G) < 350 mg/L y potencial de hidrógeno (pH) > 5 y < 9. Los valores registrados de los parámetros en los efluentes durante este periodo estudiado fueron, SST máximo de 698 mg/L; A y G 199 mg/L y en pH los valores se mantuvieron entre 5.25 y 8.66. Datos similares publica Cabral (2020) que realiza un análisis del grado de cumplimiento de los Límites Máximos Permisibles de los Efluentes Industriales Pesqueros en Chimbote entre 2012 - 2016, donde indica que los parámetros de SST, A y G y pH a partir de 2014 cumplen con los LMP establecidos para estas emisiones, esto a consecuencia en la mejora tecnológica en el sistema de tratamiento de efluentes en la recuperación de sólidos y grasas para ser reintegrados en el proceso productivo.

En este sentido se evidencia que las descargas del emisario submarino **se encuentran dentro de los parámetros regulatorios**, lo cual muestra el cumplimiento normativo, ya que este efluente es producto de la mezcla homogenizada de los vertimientos líquidos transferidos de las plantas conectadas a la estación central APROFERROL y una adecuada eficiencia de las unidades de tratamiento previas al vertimiento final. Asimismo, **se muestra la efectividad operativa del Plan Ambiental Complementario Pesquero PACPE (2010)**, especialmente al centralizar la descargar fuera de la bahía el Ferrol de los efluentes pesqueros.

Sin embargo, debe darse un seguimiento permanente a las plantas pesqueras industriales para el cumplimiento de lo LMP. Como lo indica Coronado (2018) en su estudio del cumplimiento de los LMP de las plantas pesqueras en la bahía del Callao, Perú, en el periodo 2012 - 2016, donde demuestra que estas plantas pesqueras van mejorando su sistema de tratamiento hasta cumplir los LMP a partir del 2015 en su mayoría, aún se detectan plantas que presentan deficiencias en su tratamiento superando los límites establecidos en sus efluentes evacuados. Igualmente, Guevara (2018) y luego Arias (2020) hacen una evaluación de los

efluentes industriales pesqueros vertidos en la bahía de Coishco, Perú, encontrando que no todos los establecimientos cumplen con los LMP de sus efluentes vertidos a esta bahía, afectando su calidad durante las temporadas de pesca industrial.

- Los resultados del monitoreo efectuado en el periodo 2015 y 2024 en la **zona de vertimiento** del emisario submarino (zona de emergencia de la pluma) que se encuentra a 10 000 metros de orilla de playa y en el punto blanco ubicado a 1 000 metros del punto de vertimiento, muestran que la disposición final de los efluentes industriales pesqueros tratados no genera alteraciones significativas en la calidad ambiental del agua fuera de la bahía El Ferrol. La similitud observada entre ambos puntos indica que el sistema de descarga opera eficientemente según el diseño propuesto con una adecuada dilución inicial y dispersión de la pluma en los difusores del emisario, cumpliendo con los objetivos del Plan Ambiental Complementario Pesquero PACPE colectivo (2010).

Los parámetros de oxígeno disuelto y DBO₅ refuerzan esta interpretación. El OD se mantuvo por encima del límite mínimo > 2.5 mg/L, mientras que la DBO₅ presentó valores bajos 0 - 3.2 mg/L, evidenciando baja carga orgánica en los efluentes vertidos evitando procesos de desoxigenación en la zona de vertimiento. Asimismo, los SST, aceites y grasas y pH se mantuvieron dentro de los Estándares de Calidad Ambiental. La temperatura mostró variaciones menores a 3 °C respecto al punto blanco. En el componente microbiológico, los coliformes termotolerantes permanecieron dentro del estándar (<1000 NMP/100mL), mientras que las variaciones en coliformes totales entre estaciones sugieren influencias ambientales adicionales, como corrientes marinas, cumpliendo los ECA y descartando impactos térmicos relevantes lo que confirma la eficiencia del sistema (MINAM, 2017).

Estos hallazgos coinciden con los monitoreos participativos realizados por la Autoridad Nacional del Agua (ANA) 2018 - 2020 y los informes de vigilancia ambiental del OEFA 2019, que señalan que todas las estaciones muestreadas entre la zona de vertimientos y aguas afuera del emisario submarino cumplieron los Estándares de Calidad Ambiental del Agua Categoría 2 - C3.

Estudios sobre gestión de aguas residuales indican que los emisarios submarinos pueden mejorar la calidad ambiental de zonas costeras siempre y cuando tengan un diseño óptimo, operen bajo criterios técnicos adecuados y con monitoreo permanente, porque pueden presentar fallas de diseño, ubicación y operación como lo menciona Martínez (2024) que analizó los emisarios de la industria pesquera en Chanduy, Ecuador con el software MOHIDStudio, demostrando que ninguno de los emisarios submarinos instalados por la industria pesquera cumple con los lineamientos técnicos establecidos en las normativas ecuatorianas, lo que demuestra que su ineficiencia para garantizar una adecuada dispersión de las aguas contaminadas.

Macías (2020), señala que un emisario tiene como función principal asegurar que los contaminantes del efluente se diluyan en una zona alejada, evitando impactos negativos en los ecosistemas acuáticos y en las áreas recreativas. Los emisarios submarinos suelen emplearse para la descarga de aguas residuales domésticas, pluviales e industriales.

Los emisarios submarinos representan una excelente opción para la disposición final de las aguas residuales en las ciudades costeras. La construcción y puesta en funcionamiento del sistema emisario, es relativamente aceptable económicamente, se destaca como la alternativa más amigable con el medio ambiente, presentando impactos negativos de baja intensidad e importancia garantizando impactos negativos mínimos y mayores beneficios (Maldonado 2014; Herrera 2024).

Salas (2000) en su estudio para el centro panamericano de ingeniería sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS), menciona que los emisarios submarinos proveen una tecnología eficiente, segura y relativamente económica para la disposición final de aguas residuales que, cuando están diseñados apropiadamente, pueden alcanzar los objetivos de calidad del agua y minimizar los impactos adversos al ambiente, a la ecología y a la salud pública en zonas costeras.

- La bahía El Ferrol, Chimbote, en la parte central y sur (zona industrial) presenta signos importantes de recuperación que se muestran en los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos analizados, visualmente presenta cambios en la actividad biológica tanto en zona de playa, la superficie y el fondo de la bahía (Anexo 2).

García (2025), muestra que las condiciones ambientales de la bahía El Ferrol, está influenciada por el pasivo ambiental de más de 50 años de vertidos orgánicos a la bahía, lo que ha afectado el sustrato marino, la calidad del agua y los recursos hidrobiológicos, sin embargo en los últimos años, se ha visto favorecida con el cierre del colector de SIDERPERU y el funcionamiento del sistema del emisor submarino (APROFERROL), lo que se ve reflejado en los parámetros físicos, químicos y biológicos analizados en el mar y playas de la bahía El Ferrol, los cuales presentaron en su mayoría valores por debajo de lo permitido por los ECAs.

Paul Hawken (2021) en el libro *Regeneration: Ending the Climate Crisis in One Generation* plantea una idea central: **los ecosistemas poseen una capacidad intrínseca de regeneración cuando cesan o disminuyen las presiones humanas que los degradan**. Es decir, bosques, humedales, manglares, suelos, ríos y mares tienen procesos naturales de recuperación, reciclaje de nutrientes, recolonización de especies y restablecimiento de ciclos biogeoquímicos que pueden mantenerse de forma continua si se restablecen condiciones adecuadas. Sin embargo, esa capacidad no es infinita. Cuando se superan ciertos umbrales ecológicos como pérdida extrema de biodiversidad, acidificación oceánica severa o contaminación crónica la recuperación puede volverse lenta, parcial o incluso imposible en escalas humanas de tiempo. Por ello, Hawken sostiene que la regeneración debe ir acompañada de acciones inmediatas de reducción de emisiones y cambios en los sistemas productivos. La regeneración no implica que los ecosistemas sean ilimitados o invulnerables, sino que cuentan con mecanismos que les permite reconstruir funciones ecológicas esenciales cuando se reducen la contaminación, la sobreexplotación y la destrucción del hábitat.

VI. CONCLUSIONES

- La bahía El Ferrol se considera como un área restringida para el vertimiento de efluentes industriales pesqueros; por lo que, el Plan Ambiental Complementario Individual (PACPE individual) establece que las empresas deben verter sus efluentes industriales (aguas residuales) tratados a través del emisor de APROFERROL, el cual descarga los efluentes fuera de la bahía El Ferrol, por la disposición que entró en rigor en mayo de 2015.
- El análisis de la bahía El Ferrol por la disposición de los efluentes pesqueros tratados en el periodo 2015 hasta 2024 fuera de bahía mostraron un impacto significativo en el cumplimiento en todos parámetros medidos del agua de la bahía, en comparación con los valores registrados en el periodo previo (antes del 2015) al funcionamiento el emisario submarino cuando aún se vertían los efluentes pesqueros dentro de la bahía. Se observó la mejora en la calidad ambiental de las aguas de la bahía El Ferrol en la zona industrial (zona central de la bahía).
- El análisis fisicoquímico y microbiológico en los puntos de muestreo dentro de la bahía El Ferrol en el periodo 2015 a 2024 presentan valores que cumplen con los estándares de calidad ambiental del agua tanto para la categoría 2 - C3 como para la categoría C1-B1, con algunas excepciones como el punto PE-8 ubicado al costado de la “Chata EXALMAR” en donde supera el ECA de C1 - B1 en $< 5 \text{ mg/L}$ para DBO_5 con valor de 11.6 mg/L en mayo de 2018 y en el punto PE-7 ubicado frente a la urbanización El Trapecio con DBO_5 en 11.9 mg/L , afectado por los vertimientos de efluentes domésticos. Esto en consecuencia de la recuperación heterogénea que se viene dando y a que aún persisten presiones ambientales como los vertimientos domésticos y las actividades pesqueras artesanales.
- El emisario submarino desde que inicia sus operaciones de disposición de efluentes industriales pesqueros fuera de bahía en mayo de 2015 tiende a mejorar significativamente en los parámetros ambientales hasta el año 2024 en la bahía El Ferrol, cumpliendo con los ECA del agua. Por otro lado, los

monitoreos participativos realizados por la Autoridad Nacional del Agua, los informes de la OEFA y los monitoreos del Instituto del Mar del Perú realizados en la bahía El Ferrol, ratificaron que los valores de los parámetros ambientales evaluados, no superan los límites máximos normados por los ECA, favoreciendo el crecimiento poblacional de especies dentro de la bahía al encontrar condiciones favorables para su desarrollo.

- Los niveles de contaminación actuales en la bahía El Ferrol se encuentran por debajo de los límites establecidos por la normatividad peruana, los cuales se encuentran en el Decreto Supremo 004 - 2017 - MINAM para la Categoría 2 - C3 y la Categoría C1 - B, valores que se han mantenido y mejorado durante el periodo estudiado 2015 a 2024, esto se mostró en los resultados analizados, que en comparación con los valores registrados antes del inicio de funcionamiento del emisario submarino se muestran diferencias significativas en el impacto en la bahía.
- La implementación del emisario submarino constituyó una medida ambiental efectiva dentro del PACPE, al reducir significativamente la carga contaminante descargada en la bahía El Ferrol y trasladar la disposición final de los efluentes industriales tratados fuera del área costera sensible. Los resultados evidencian mejoras en parámetros como DBO₅, sólidos suspendidos totales, aceites y grasas, y contaminación microbiológica, contribuyendo al proceso de recuperación ambiental de la bahía. Los datos analizados en esta investigación van en concordancia con la mejora visual registrada en la zona industrial de la bahía El Ferrol que corresponde a la ubicación centro sur, el que se puede verificar en el registro fotográfico en el Anexo 2, en donde se hace un comparativo del antes y después del inicio de operaciones del emisario submarino APROFERROL en esta parte de la bahía. No obstante, para consolidar estos avances en el largo plazo, es indispensable mantener el monitoreo permanente, optimizar los sistemas de tratamiento y fortalecer la gestión integrada de las fuentes contaminantes terrestres y urbanas.

- Se ha observado que la zona de vertimiento al final del emisario submarino no ha sido impactada negativamente por la disposición de los efluentes industriales pesqueros tratados. Los monitoreos realizados en la zona de vertimiento y en el punto blanco ubicado a 1 000 m indican que la descarga mediante el emisario submarino no ha generado impactos significativos en la calidad del agua marina fuera de la bahía El Ferrol, observándose valores fisicoquímicos y microbiológicos similares entre ambos puntos y dentro de los estándares ambientales vigentes. Esto sugiere una adecuada dilución y dispersión de la pluma de descarga en mar abierto.

VII. RECOMENDACIONES

- Todos los análisis realizados en las estaciones de muestreo, fueron en la superficie del mar, se recomienda realizar estudios a media agua y del fondo marino de la bahía El Ferrol para determinar las condiciones en que se encuentra y su grado de recuperación ambiental de la zona industrial de la bahía, con esto determinar una relación entre las mejoras ambientales de la zona a estudiar y la puesta en funcionamiento del emisario submarino.
- Desarrollar e impulsar acciones de sensibilización con entidades públicas y privadas para la ejecución del Proyecto PTAR II para el tratamiento y disposición fuera de la bahía El Ferrol de los efluentes domésticos generados en las ciudades de Chimbote y Nuevo Chimbote, que actualmente son vertidos sin tratamiento en la orilla a lo largo de la zona centro y norte de la bahía El Ferrol.
- Complementar la operación del emisario submarino con un programa permanente de fiscalización en muelles artesanales y zonas portuarias, donde aún persisten impactos por arrojo de residuos orgánicos e inorgánicos, lavado de bodegas y manipulación inadecuada de recursos hidrobiológicos. Estas actividades continúan afectando parámetros como oxígeno disuelto, coliformes y sólidos suspendidos, especialmente en sectores cercanos al muelle artesanal NAFTES y otras áreas de desembarque artesanal.
- Establecer e implementar un programa de buenas prácticas operativas obligatorias en muelles y desembarcaderos artesanales, incluyendo sistemas de recolección de residuos sólidos orgánicos e inorgánicos, zonas para lavado de embarcaciones, manejo adecuado de efluentes y programas de limpieza permanente. Además, de capacitar a pescadores, comerciantes y operadores portuarios en manejo ambiental, higiene sanitaria y economía circular, promoviendo el aprovechamiento de residuos pesqueros. Esto reducirá los aportes locales de materia orgánica, grasas y contaminación microbiológica que aún generan episodios puntuales de deterioro ambiental, esto en conjunto con el sector pesquero, capitanía, municipalidad, colectivos ambientales y

todas las entidades que quieran sumarse al esfuerzo por la recuperación de la bahía El Ferrol.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Alba, J. (2011). *Estudio de chorros turbulentos con modelos CFD: aplicación en el diseño de emisarios submarinos*. Universidad de Cantabria. Santander, España.
- Apaéstegui, M. (2021). *Calidad del agua de mar en el área circundante al desembarcadero pesquero artesanal de Chimbote en el 2019*. Tesis para obtención de grado de maestro. Universidad Nacional del Santa. Perú.
- Andrade, C., & Castro, L. (2017). *Emisarios submarinos como alternativa para la disposición de aguas residuales en zonas costeras: criterios de diseño y evaluación ambiental*. Revista de Ingeniería Hidráulica y Ambiental. Chile.
- Arias, J. (2020). *Influencia del vertimiento de los efluentes de la industria pesquera en el agua de mar de la bahía de Coishco, Ancash, en los años 2015 y 2016*. Tesis para obtención de grado de maestro. Universidad Nacional del Santa. Perú.
- Autoridad Nacional del Agua ANA (2022). INFORME TÉCNICO N° 0026-2022-ANA-AAA.HCH-ALA.SLN. *Resultado del VII Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos en la Bahía El Ferrol – Mar de Chimbote – Noviembre del 2020 – Época de Producción*.
- Autoridad Nacional del Agua ANA (2020). INFORME TÉCNICO N° 021-2020 - ANA.AAA.HCH-AT/OEAU. *Resultados del quinto Monitoreo de la Calidad del Agua del mar de Chimbote – Bahía el Ferrol – septiembre del 2019 (Época de no producción o Veda)*.
- Autoridad Nacional del Agua ANA (2019). INFORME TÉCNICO N° 018-2019 - ANA.AAA.HCH-AT/OEAU. *Resultados del cuarto Monitoreo de la Calidad del Agua del mar de Chimbote – Bahía el Ferrol – en 2018*.
- Barbour, M.; J. B. Stribling & P. F. M. Verdonshot. (2006). *The Multihabitat Approach of USEPA's Rapid Bioassessment Protocols: Benthic Macroinvertebrates*. Limnética. 25: p.839-850.
- Barrera, C. (1987) *Guía de Saneamiento Básico Industrial*. 1ra Edición. México.

- Basterrechea, M. (1997) *El lago de Amatitlán, década de estudios limnológicos, 1985 – 1995*. Academia de ciencias médicas, físicas y naturales de Guatemala, Guatemala.
- Cabral, J. (2020). *Análisis del grado de cumplimiento de la calidad de los efluentes en los EIP en la bahía de Chimbote (2012-2016)*. Universidad Nacional Agraria La Molina. Perú.
- Cabrera, C. (2001). *Contaminación e impacto ambiental en la bahía de Chancay. Revista del instituto de investigación de la facultad de ingeniería geológica, minera, metalúrgica y geográfica*. 4(8), 37-46. Perú
- Cabrera, C. et al (2005). *Evaluación ambiental de la bahía de Paita. Universidad Nacional Mayor de San Marcos*. Revista del instituto de investigación FIGMMG 8 (15).
- Carbajal, W., Castro, J., De la Cruz, J., Flores, G. (2004). *Calidad del ambiente marino en puerto Malabrigo (La Libertad), marzo y junio 2003*. Instituto del Mar Peruano. Perú.
- Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente CEPIS. (2000). Informe número 43: *Evaluación del impacto ambiental - Ubicación y diseño de emisarios submarinos*.
- Centurión Robles, I., Ganoza Rivas, E. y Torres Rocha, M. (2013). *Propuesta de mejora en el control de efluentes de una planta pesquera*.
- Consejo Nacional del Ambiente (2000). *Diagnóstico ambiental y propuestas técnicas para la recuperación de la Bahía El Ferrol*. Lima, Perú: Primera edición.
- Comisión Técnica Multisectorial de Alto Nivel Encargada de proponer el Plan de Recuperación Ambiental de la bahía “El Ferrol” (2002). *Situación del litoral de la bahía “El Ferrol”*. Chimbote, Perú.
- Coronado, N. (20218). *Análisis temporal de parámetros físico-químicos de calidad de efluentes en establecimientos industriales pesqueros - bahía del Callao (periodo 2012-2016)*. Tesis para obtención del título de ingeniero ambiental. Universidad Nacional Agraria La Molina. Perú.

- Cortés M. (2003). *Importancia de los coliformes fecales como indicadores de contaminación en la Franja Litoral de Bahía de Banderas, Jalisco-Nayarit*. Revista Biomédica Vol. 14/No. 2/Abril - junio, 2003:121-123. México.
- Cuadros, M. & J. Gonzáles. (1991). *Estudio del Impacto Ambiental de los efluentes de la Industria Pesquera en la GTZ. Bahía Ferrol en Chimbote*. Ministerio de Pesquería – Poll de Expertos para el Sector Pesquero, GOPA – Consultores.
- Dirección de gestión de calidad de los recursos hídricos. (2010). *Protocolo de monitoreo de la calidad de los recursos hídricos*. Autoridad nacional del agua – DGCRH-2011.Lima. Perú.
- Dirección General de Salud Ambiental e Inocuidad Alimentaria (2009). Programa Nacional de Vigilancia de Recursos Hídricos DIGESA/DEPA/JMRR/18-05-2009. *Bahía El Ferrol – 2008 DIGESA*. Ancash. Perú. [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.digesa.minsa.gob.pe/DEPA/rios/2008/BAHIA_FERROL_2008-2.pdf](https://www.digesa.minsa.gob.pe/DEPA/rios/2008/BAHIA_FERROL_2008-2.pdf)
- Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú HIDRONAV. (2019). *Estudio de la dinámica marina en la bahía El Ferrol – 2019*. Perú.
- Elías, X. (2012) *Reciclaje de residuos industriales: Residuos sólidos urbanos y fangos de depuradora*. Segunda edición. Madrid.
- Falcon y Yalico. (2015). *Impacto ambiental de los efluentes de la industria pesquera en las aguas de mar de la bahía de Chancay*. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Huacho, Perú.
- FAO/Banco Mundial. Programa de Cooperación. (2000). *Perú: Asuntos Ambientales y Opciones Estratégicas*. Reporte Final.
- Ganoza F. et al (2002). *Condiciones ambientales y sedimentológicas de la bahía Ferrol, Chimbote*. Bol Inst Mar Perú / Vol 35 / No 2 / julio-diciembre 2020.
- García, J. y Ayala, L. (2013). *Diseño de un sistema automatizado para la mejora en la etapa de filtrado de sólidos de agua sanguaza en la corporación pesquera COPEINCA S.A.C.- planta Chimbote*. Universidad privada Antenor Orrego. Trujillo. Perú.

- García, P. (2004). *Análisis tensional del proceso constructivo de emisarios flotados y fondeados*. Universidad Politécnica de Madrid. España.
- García V., & Cárdenas J. (2025). *Bahía el Ferrol: a 9 años de funcionamiento del emisor submarino. Chimbote, Áncash. Perú, 2024*. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 9(4), 3896-3935.
https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i4.19033
- García V., et al (2025). *Caracterización ambiental de la Bahía El Ferrol, Chimbote, Áncash, Perú, 2012-2019*. Inf Inst Mar Perú, 52(1), 138-182.
- García, Z. (2014). *Descripción del proceso constructivo y control de calidad del emisor submarino Taboada. Tesis para la obtención el título de ingeniero*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima. Perú.
- Gianoli A. et al (2018). *Relación entre coliformes totales y termotolerantes con factores fisicoquímicos del agua en seis playas de la bahía de Sechura-Piura 2016-2017*. Salud tecnol. vet. 2018;2: 62-71. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Peruana Cayetano Heredia. Lima, Perú.
- Gómez, J. (2019). *Diseño y modelación de descarga de coliformes fecales a través de un emisario submarino caso específico: Mar del Plata*. Universidad Nacional de Córdoba. Argentina
- Gozzer, W. (2018). *Impacto de los efluentes de tanques sépticos en la calidad del agua y sedimento en la playa "El Inca" del balneario de Tortugas (Casma, Perú) durante verano-otoño 2017*. Tesis para obtención de grado de maestro. Universidad Nacional del Santa. Perú.
- Guevara, J (2022). *Evaluación de los indicadores de impacto ambiental por el vertimiento de los efluentes industriales pesqueros en la Bahía de Coishco-Perú-2018*. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i1.1646 p 2249
- Guevara, S. (2009). *Identificación de fuentes de contaminación en la Bahía El Ferrol*. Dirección General de Calidad. Resumen Ejecutivo, 24.

- Gutierrez, D.J. (2004). *Opciones de tratamiento y disposición final de residuales domésticos y su relación con el protocolo Fuentes terrestres de contaminación marina* (Región del gran caribe). La Habana Cuba.
- Hawken, P. (2021). *Regeneration: Ending the Climate Crisis in One Generation*. Penguin Random House.
- Hernandez, S. (2014). *Metodología de la investigación*. Sexta edición. Editorial McGraw-Hill. México D.F., México.
- Herrera et al (2024). *Estudio de impactos ambientales sobre alternativas de sistemas de saneamiento para la solución de vertimientos en la zona costera del distrito de Riohacha, en La Guajira, Colombia*. Rev. Ingenio, vol. 21, n°1 pp. 21-28, 2024. Colombia
- Herrera, J. (2017). *Estudio de la pluma de descarga generada por un emisario submarino bajo condiciones medias y extremas en la bahía de Coquimbo, IV Región, Chile. Memoria para optar el título de ingeniero civil oceánico*. Universidad de Valparaíso Chile.
- Informe INFORME N° 00177-2019-OEFA/DEAM-STEAC. *Vigilancia ambiental de la bahía El Ferrol - mayo 2019*. Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental. Ministerio del Ambiente. Perú 2019
- Informe N° 00256-2019-OEFA/DEAM-STEAC. *Vigilancia ambiental de la bahía El Ferrol - agosto 2019*. Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental. Ministerio del Ambiente. Perú 2019
- Instituto del Mar del Perú (IMARPE). (2022). *Anuario Científico Tecnológico IMARPE, Vol. 22*. Callao, Perú.
- Instituto del Mar del Perú (IMARPE). (2021). *Monitoreo ambiental marino costero en zonas de influencia antrópica del litoral peruano*. Callao, Perú.
- Instituto del Mar del Perú (2018). *Resultados de la evaluación de la calidad del ambiente marino y costero en el litoral de la bahía el Ferrol, Ancash, Perú 2013 - 2017*.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (1995). *Migraciones internas en el Perú*. Lima, Perú.

- Instituto Nacional de Estadística e Informática (2009). Perú: *Migraciones Internas 1993-2007*
- Instituto Nacional de Estadística e Informática INEI Censos Nacionales 1981 VIII de población y III de vivienda. 1981. *Equipo Técnico PDU Chimbote-Nuevo Chimbote*. Perú
- Instituto Nacional de Estadística e Informática INEI Censos Nacionales 1993 IX de población y IV de vivienda. 1993. *Equipo Técnico PDU Chimbote-Nuevo Chimbote*. Perú.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática INEI Censos Nacionales 2017 XII de población y VII de vivienda. 2017. *Equipo Técnico PDU Chimbote-Nuevo Chimbote*. Perú.
- Jiménez, M. (2002). *Aplicación de un sistema de gestión ambiental en una planta harinera de pescado en la bahía de Paita*. Tesis para optar el título de Magíster en Ingeniería Ambiental. Universidad Nacional de Piura. Perú
- Lara-Martín P.A. et al. (2005). *Distribución de contaminantes orgánicos en sedimentos costeros de la Bahía de Cádiz (SO de España)*. Cienc. mar vol.31 no.1b Ensenada may. 2005.
- Larrea, J. A., Rojas, M. M., Romeu, B., Rojas, N., & Heydrich, M. (2013). *Bacterias indicadoras de contaminación fecal en la evaluación de la calidad de las aguas: revisión de la literatura*. Revista CENIC. Ciencias Biológicas.
- León, R. (2006). *Evaluación de los sistemas de tratamiento y disposición final de efluentes de la industria pesquera en la bahía de Paita, Piura – Perú*. Tesis para optar el título de Magíster en Ingeniería Ambiental. Universidad Nacional de Piura. Perú.
- Loayza, R. (2022). *Avances en la recuperación ambiental de la bahía el Ferrol, Chimbote*, Perú: evaluación rápida.
- Loayza, R. (1998). *Génesis de la Perturbación de la Bahía El Ferrol*, Universidad Nacional del Santa. Chimbote, Perú.

- López, H. (2019). *Toxicidad del sedimento marino de dos bahías peruanas empleando las microalgas marinas Isochrysis galbana y Nannochloropsis oceanica*. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Lozano, E. (2016). *Bioindicadores de contaminación en relación a un emisario submarino en Punta del Hidalgo (Tenerife, islas Canarias)*. Rev. Acad. Canar. Cienc., Vol. XXVIII, 133-142 (diciembre de 2016).
- Macías, C. (2020). *Propuesta de diseño de emisario submarino para la ciudad de manta, Ecuador*. Universitat Politècnica de Valencia. Ecuador.
- Maldonado C. (2014). *Vertimiento de aguas residuales a través de emisarios submarinos. Ejemplo de aplicación: emisario submarino de Cartagena, Colombia*. Escuela colombiana de ingeniería Julio Garavito especialización en recursos hidráulicos y medio ambiente Bogotá D.C., mayo 30 de 2014.
- Martinez M. & Zambrano L. (2024). *Estudio de la Dispersión de Aguas Residuales Mediante Emisarios Submarinos Utilizando MOHID Water en Chanduy, Ecuador*. Ibero Ciencias - Revista científica y Académica ISSN 3072-7197. Vol. 3 Núm. 1, 2024.
- Mateo, R. A., (1995). *Cálculos de la Dilución, Dispersión y Autodepuración para el Dimensionamiento Ambiental de los Emisarios Submarinos. Jornadas sobre proyecto, construcción y vigilancia de emisarios submarinos*. Centro de Estudios de Puertos y Costas, CEDEX, Madrid: s.n.
- Merizalde, M. (2008). *Determinación de los parámetros oceanográficos y ambientales para la colocación de un emisario subfluvial en el río Guayas*. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Ecuador.
- Ministerio de la Producción (2015). *Resolución Directoral N° 150-2015 PRODUCE/DGCHI. Aprueba la solicitud de incorporar a APROFERROL como operador tercerizado del servicio, inicio de Operación del Proyecto APROFERROL para la disposición de efluentes industriales pesqueros tratados fuera de la bahía El Ferrol*. Perú.
- Ministerio de la Producción (2010) *Resolución Directoral N° 095-2010-PRODUCE/DIGAAP, Aprobación de PACPE colectivo APROCHIMBOTE, para efluentes industriales pesqueros que alcanzarán los LMP*. Perú.

- Ministerio de la Producción (2007). *Decreto Supremo N° 020-2007-PRODUCE. Se aprueba el Plan Ambiental Complementario Pesquero (PACPE). Perú.*
- Ministerio del Ambiente (2018). *Decreto Supremo N° 010-2018-MINAM, Aprueban Límites Máximos Permisibles para Efluentes de los Establecimientos Industriales Pesqueros de Consumo Humano Directo e Indirecto. Perú.*
- Ministerio del Ambiente (2017). *Estándares de calidad ambiental del agua y establecen disposiciones complementarias D.S. N°004-2017-MINAM.*
- Ministerio del Ambiente (2012). *Resolución Suprema N° 004-2012-MINAM, se aprueba el Plan de Recuperación de la bahía El Ferrol 2012-2021. Perú.*
- Ministerio del Ambiente (2012). *Resumen Ejecutivo: Identificación de Fuentes de Contaminación en la Bahía el Ferrol. Perú.*
- Ministerio del Ambiente (2009). *Resolución Suprema N° 004-2012-MINAM. Aprueban el Plan de Recuperación Ambiental de la Bahía El Ferrol, elaborado por la Comisión Técnica Multisectorial de Alto Nivel, constituida mediante D.S. N° 005-2002- PE; Perú.*
- Ministerio del Ambiente-MINAM (2008). *Decreto Supremo N° 002-2008. Aprueban los estándares nacionales de calidad ambiental para agua. Perú.*
- Montero P. (2019). *Calidad Ambiental de la Bahía de Puerto Pizarro y del Ecosistema de Manglar, Tumbes, Perú. junio 2009. Inf Inst Mar Perú, Vol. 46 / No. 4 / Octubre - diciembre 2019.*
- Oficio N°239-2018-PRODUCE/DGAAMPA-Digam (2018). *Consideración de disposición final de aguas claras o de desplazamiento por el emisor colectivo APROFERROL.*
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (2018). *Guidelines for Drinking-water Quality (4th ed.). Geneva.*
- Orozco, R., G. Flores, O. Morón, M. Grados & S. Castillo. (1995). *Evaluación de efectos de la contaminación sobre el ecosistema marino de Huacho y Carquín. Inf. Progresivo Inst. Mar Perú.*

- Orozco, R., Castillo, S., Enríquez, E., Elizabeth, F., Morón, O., & Córdova, J. (1997). *Evaluación de la contaminación y calidad microbiológica del agua de mar en las bahías de Ferro y Samanco*. Informe Progresivo. Instituto del Mar del Perú.
- Osorio, D. y Pardo, R. (2007). *Simulación de la dilución inicial de los vertimientos del emisario submarino de la ciudad de santa marta, con el modelo VISUAL PLUMES*. Universidad de Magdalena. Santa Martha. Colombia.
- Resolución Directoral N°065-2019-PRODUCE/DGAAMPA (2019). *Informe Técnico Sustentatorio (ITS) para la derivación y control de aguas claras o de desplazamiento del EIP Chimbote de COPEINCA S.A.C. y su disposición final por APROFERROL*.
- Resolución Directoral N°098-2020-ANA-DCERH (2020). *Autorización de vertimiento de aguas residuales industriales tratadas provenientes de la estación de bombeo de la planta de acopio, almacenamiento y disposición final APROFERROL, ubicada en el Sub Lote N° 01 Mz B Zona Industrial Trapecio, distrito de Chimbote, provincia de Santa y departamento de Áncash*.
- Resolución Directoral N° 006-2010-PRODUCE/DIGAAP: *Plan Ambiental Complementario (PACPE) individual en la Bahía El Ferrol y su respectivo cronograma de inversión e implementación tecnológica*.
- Resolución Jefatural 030-2016-ANA (2016). *Clasificación del cuerpo de agua marino – costero*. Perú.
- Resolución Ministerial 290-2015-PRODUCE (2015). *Protocolo para el monitoreo de los efluentes de los establecimientos industriales pesqueros de consumo humano directo e indirecto*. El peruano, 04 de Setiembre de 2015. Lima. Perú.
- Rendón, L. A. Q., Agudelo, E. A., Hernández, Y. A. Q., Gallo, S. A. C., & Arias, A. F. O. (2010). *Determinación de indicadores para la calidad de agua, sedimentos y suelos, marinos y costeros en puertos colombianos*. Gestión y ambiente.
- Ríos, E. (2021). *Calidad de agua en el cultivo de organismos acuáticos amazónicos*. Iquitos, Perú.

- Sánchez, A. (2011). *Conceptos básicos de gestión ambiental y desarrollo sustentable*. Instituto Nacional de Ecología- SEMARNAT. 330 p. México.
- Sánchez G., Enríquez E., García V., (2008). *Bahías El Ferrol y Coishco, Chimbote, Perú*. Evaluación ambiental en abril y julio, 2002. Inf Inst. Mar Perú.
- Salas, H. (2000). *Emisarios submarinos alternativa viable para la disposición de aguas negras de ciudades costeras en América Latina y el Caribe*. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS).
- Sánchez, R. G., Blas, L. N. y Chau, F. G. (2010). *Informe Nacional sobre el estado del Ambiente Marino del Perú*. Perú.
- SEDACHIMBOTE (2019). *Memoria anual SEDACHIMBOTE 2019*.
- SEDACHIMBOTE (2020). *Memoria anual SEDACHIMBOTE 2020*.
- Spalging, M. D., Fox, H. E., Allen, G., Davidson, N., Ferdaña, Z. A., Finlayson, M., Robertson, J. (2007). *Marine Ecoregions of the World: A Bioregionalization of Coastal and Shelf Areas*. BioScience , 57(7) , 573-583. Retrieved from <https://doi.org/10.1641/B570707>.
- Tolmos R, (2004). *Desafíos y propuestas para la implementación más efectiva de instrumentos económicos en la gestión ambiental de América Latina y el Caribe: el caso de Perú*. Santiago de Chile.
- Torres, L. (2019). *Evaluación de la contaminación al medio marino de las operaciones artesanales en el muelle pesquero artesanal de Chorrillos con la finalidad de su recuperación*. (Tesis de grado de Doctor) Universidad Nacional Federico Villarreal. Lima - Perú.
- Tresierra, A. et al. (2007). *Bahía El Ferrol, Chimbote, Perú: una visión integral de sus recursos marinos vivos y su ambiente*. 2001-2005. Inf. Inst. Mar Perú 34(1): 25-68.
- Tume, H. (2024). *“Impacto del vertimiento de los residuos sólidos generados a bordo de las embarcaciones pesqueras artesanales sobre el mar de la bahía El Ferrol de Chimbote, en el 2022*. Tesis para obtención de grado de maestro. Universidad Nacional del Santa. Perú.

Vásquez, A., (2005). *Impacto de la industria pesquera sobre el sistema marino litoral de puerto Malabrigo; mayo- diciembre del 2003*. Tesis para obtención el grado de doctor. Universidad nacional de Trujillo. Perú

World Health Organization (WHO). (2017). *Guidelines for Safe Recreational Water Environments*.

ANEXOS

ANEXO 1: Valores de análisis fisicoquímico y microbiológicos de los análisis de las estaciones de muestreo en la bahía El Ferrol, Efluentes industriales pesqueros tratados y zona de vertimiento.

Tabla 1: Valores de análisis fisicoquímico en las estaciones de monitoreo periodo 2015 – 2024 R.D. N° 098-2020-ANA-DCERH. SGS del Perú. Después del inicio de operaciones del emisario submarino APROFERROL.

Fecha Muestreo	Oxígeno Disuelto mg/L					Demanda Bioquímica de Oxígeno mg/L					Sólidos Suspendidos Totales mg/L					Aceites y Grasas mg/L					Pesca Industrial
	Estación de Muestreo					Estación de Muestreo					Estación de Muestreo					Estación de Muestreo					
	PE-6	PE-9	PE-10	PE-8	PE-7	PE-6	PE-9	PE-10	PE-8	PE-7	PE-6	PE-9	PE-10	PE-8	PE-7	PE-6	PE-9	PE-10	PE-8	PE-7	
	C2-C3		C1-B1			C2-C3		C1-B1			C2-C3		C1-B1			C2-C3		C1-B1			
Jun-15	6.66	7.3	4.98	8.19	8.28	0	0	0	0	0	6	12.4	14	11	10	0	0	0	0	0	NO
Set-15	4.34	5.77	4.79	5.96	6.55	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0	5	14	0	0	0.0	0	0	0.0	NO
Nov-15	4.93	4.75	3.96	5.06	8.59	0	0.0	0.0	0.0	0.0	5	8	6	24	14	0	0.0	0	0	0.0	SI
Dic-15	7.28	4.60	2.23	6.17	6.25	0	0.0	0.0	0.0	0.0	11	10	12	11	12	0	0.0	0	0	0.0	SI
Ene-16	6.1	4.60	2.90	2.80	4.20	3	0.0	4.0	5.0	5.0	11	16	15	19	14	0	0.0	0	0	0.0	SI
May-16	5.4	4.80	2.10	4.30	5.70	0.0	2.4	3.7	2.0	2.9	10	17	19	12	15	0	0.0	0	0	0.0	NO
Jun-16	4.5	3.10	2.70	4.10	4.70	2.2	1.7	2.1	1.5	3.2	11	17	14	16	12	0	0.0	0	0	0.0	SI
Jul-16	4.1	6.50	4.50	6.90	8.70	1.6	5.1	4.7	5.0	5.1	9	11	15	10	9	0	0.0	0	0	0.0	SI
Nov-16	6.1	6.90	5.80	6.10	8.10	2.1	2.9	2.4	1.1	1.6	12	10	11	10	11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	SI
Dic-16	4.7	7.60	4.60	10.00	9.20	1.8	1.7	2.6	1.6	2.1	12	17	16	16	15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	SI
Abr-17	4.3	3.30	3.70	2.10	6.10	1.9	1.7	1.6	1.5	1.8	9	11	14	16	12	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	SI
Set-17	4.1	7.60	6.10	7.70	3.60	0.0	1.1	0.0	1.1	1.1	9	10	12	11	9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	NO
Ene-18	3.6	1.90	0.50	2.50	3.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11	11	14	11	8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	SI
Abr-18	5.6	5.70	1.00	8.60	8.00	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	13	17	70	13	12	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	SI
May-18	3.71	0.71	3.03	0.37	0.52	0.0	0.0	0.0	11.6	11.9	11	21	18	30	14	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	SI
Dic-18	10.1	13.10	1.04	15.30	15.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12	13	31	25	16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	SI
Ene-19	9.74	6.51	5.58	7.43	12.27	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	20	33	22	15	12	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	SI
Abr-19	4.65	3.70	3.65	4.57	9.04	0.0	0.0	0	0	0	10	21	24	15	8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	NO
Jul-19	5.40	10.40	6.92	16.60	16.80	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15	20	20	27	29	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	SI
Oct-19	7.70	5.01	4.15	6.30	8.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17	17	14	19	19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	NO

Fecha Muestreo	Oxígeno Disuelto mg/L					Demanda Bioquímica de Oxígeno mg/L					Sólidos Suspendidos Totales mg/L					Aceites y Grasas mg/L					Pesca Industrial
	Estación de Muestreo					Estación de Muestreo					Estación de Muestreo					Estación de Muestreo					
	PE-6	PE-9	PE-10	PE-8	PE-7	PE-6	PE-9	PE-10	PE-8	PE-7	PE-6	PE-9	PE-10	PE-8	PE-7	PE-6	PE-9	PE-10	PE-8	PE-7	
	C2-C3		C1-B1			C2-C3		C1-B1			C2-C3		C1-B1			C2-C3		C1-B1			
Nov-19	8.44	0.50	3.22	11.06	12.16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	21	44	39	21	22	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	SI
Jun-20	6.93	1.01	1.08	0.60	6.17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6	15	9	9	5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	SI
Set-20	7.87	7.67	7.83	7.33	7.61	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3	5	3	3	4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	NO
Dic-20	7.35	7.61	7.67	7.52	7.48	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4	7	7	7	3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	SI
Ene-21	6.45	8.57	8.93	8.51	8.47	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	5	11	7	8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	SI
May-21	6.15	0.50	1.88	1.22	1.99	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0	5	3	7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	SI
Jul-21	4.38	8.85	9.14	10.00	12.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	32	10	28	10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	SI
Nov-21	7.20	4.20	4.60	6.10	6.46	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	20	9	5	7	16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	SI
Abr-22	6.55	10.60	10.20	9.90	10.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12	6	6	5	4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	NO
Jun-22	6.90	10.01	10.10	9.70	7.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3	5	0	4	5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	SI
Jul-22	7.34	9.81	9.56	7.80	7.40	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3	5	5	8	5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	SI
Dic-22	6.50	9.80	9.70	10.01	7.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17	14	31	23	5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	SI
Feb-23	6.90	9.85	10.10	9.90	9.80	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7	6	5	6	5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	SI
Mar-23	5.40	8.08	8.60	7.90	7.70	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18	21	20	16	18	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	NO
Ago-23	6.50	7.86	7.95	7.80	7.60	0.0	5.6	5.3	6.4	5.8	0	5	5	6	4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	SI
Nov-23	6.30	9.30	9.50	8.90	8.70	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7	7	6	7	4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	SI
Abr-24	6.20	9.50	9.60	9.53	9.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4	7	5	8	5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	SI
May-24	6.45	8.45	8.50	8.40	8.30	0.0	8.8	0.0	4.3	4.7	4	6	4	12	9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	SI
Oct-24	6.25	8.70	8.80	8.50	8.20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4	6	6	5	5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	NO
Nov-24	7.83	7.10	7.46	6.44	9.89	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18	13	9	10	7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	SI
Dic-24	5.80	8.60	8.90	8.40	8.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	4	5	4	9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	SI
ECA-Agua	≥2.5 mg/L		≥5 mg/L			10 mg/L		5 mg/L			70 mg/L		--			2 mg/L		Película visible			

Tabla 2: Valores de análisis fisicoquímico en las estaciones de muestreo en la bahía El Ferrol 2010 – 2015 D.S. 012-2001-PE Certificaciones del Perú S.A. Antes del funcionamiento del emisario submarino.

Fecha Muestreo	Oxígeno Disuelto mg/L					Demanda Bioquímica de Oxígeno mg/L					Sólidos Suspendidos Totales mg/L					Aceites y Grasas mg/L					Pesca Industrial
	Estación de Muestreo					Estación de Muestreo					Estación de Muestreo					Estación de Muestreo					
	E-17	E-20	E-7	E-9	E-10	E-17	E-20	E-7	E-9	E-10	E-17	E-20	E-7	E-9	E-10	E-17	E-20	E-7	E-9	E-10	
	C2 - C3		C1 - B1			C2 - C3		C1 - B1			C2 - C3		C1 - B1			C2 - C3		C1 - B1			
Jul-10	4.14	-	4.55	1.11	0.2	1.8	-	2	8.1	9	59	-	80	96	106	1.1	-	1	1.5	2	SI
Set-10	4.05	-	5.02	9.02	6.28	7.5	-	1.6	1.4	1.6	92	-	101	47	100	1.2	-	1.1	0.7	0.8	NO
Nov-10	3.38	6.40	5.40	5.29	6.81	2.6	1.0	2.0	1.8	1.4	52	51	48	57	60	1.2	1.0	1	0.6	0.7	SI
Dic-10	11.1	8.21	6.79	11.35	6.94	1.4	1.4	1.6	1.8	1.8	32	34	36	30	40	0.6	0.9	1	0.6	0.6	NO
Ene-11	2.78	0.56	2.58	0.66	1.87	2.4	2.4	1.8	5.4	6.0	44	42	42	45	42	1.5	2.0	1.3	1.4	1.5	SI
Mar-11	9.3	9.10	7.78	9.20	10.90	4.0	1.8	3.8	2.2	2.4	49	49	47	50	39	0.8	1.2	0.7	0.6	1.0	SI
Abr-11	4.62	1.34	0.05	0.24	1.22	1.8	3.0	35.4	2.2	78.0	95	110	179	176	119	1.02	1.9	3	1.85	2.0	NO
May-11	6.91	6.31	2.35	5.31	6.11	2.8	2.8	13.8	2.2	2.8	70	70	88	68	70	0.88	0.8	1.52	1	0.8	SI
Jun-11	3.64	0.05	0.05	0.05	0.05	36.0	16.2	49.2	2.2	45.0	96	101	91	116	123	1.5	2.6	2.0	2.2	2.8	SI
Jul-11	5.36	4.70	3.44	4.25	0.66	1.8	2.0	1.8	2.2	2.8	139	108	26.5	101	115	1.0	1.1	1.5	1.2	1.9	SI
Set-11	8.79	8.03	2.24	7.27	10.81	0.8	2.0	2.4	2.2	0.8	109	113	109.7	120.9	105.1	0.2	0.3	1.6	0.5	0.1	NO
Nov-11	0.61	6.40	1.12	0.37	0.66	3.4	3.8	3.2	2.2	4.6	127	107	113.2	101.1	100.1	3.4	3.0	1.4	1.7	1.6	SI
Dic-11	5.4	0.05	1.84	0.61	1.02	4.2	86.0	5.4	2.2	13.8	114	123	121.4	107.2	109.7	0.6	1.6	1.3	1.5	1.4	SI
Ene-12	1.71	0.05	0.05	0.05	0.05	23.4	78.0	67.0	2.2	64.0	111	102	120.8	109.1	111.6	2.3	4.3	2.8	2.2	3.2	SI
Abr-12	8.48	8.38	10.80	14.20	14.70	11.4	17.4	18.0	2.2	15.3	28	25	122	26	31.4	0.5	0.0	0.9	0.1	0.1	NO
May-12	6.7	0.05	1.21	0.05	0.05	9.6	6.0	6.0	2.2	34.0	26	23	22.94	30.52	31.42	0.4	1.4	0.8	1.8	1.8	SI
Jun-12	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	24.0	42.0	34.0	2.2	25.8	34	24	21.76	32.44	29.92	1.4	2.6	1.7	1.6	1.5	SI
Jul-12	6.21	1.22	0.05	0.05	4.07	7.9	10.1	9	2.2	5.6	12	12	14.4	25.36	19.52	0.2	0.8	0.1	0.1	0.6	SI
Oct-12	5.56	5.66	1.31	0.91	0.81	3.0	3.2	3.8	2.2	6.0	8	6	9.92	11.52	17.44	0.4	0.3	1.2	0.5	1.0	NO
Nov-12	6.68	6.98	3.54	8.60	8.09	1.7	1.7	2.3	2.2	1.5	15	11	11.6	9.6	13.4	0.6	0.6	0.8	0.7	0.7	NO
Dic-12	5.36	1.52	0.66	1.62	6.17	4.0	10.4	36.6	2.2	4.4	12	9	8.96	8.44	9.96	0.2	1.2	1.6	1.2	0.2	SI
Ene-13	8.57	1.45	1.39	1.55	1.45	2.2	2.6	2.2	2.2	2.2	4	5	3.4	14.16	10.96	0.2	1.4	1.5	1.4	1.4	SI
Abr-13	2.88	0.05	2.93	2.17	3.03	2.0	2.2	2.0	2.2	2.2	21	20	22.64	26.4	23.52	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	NO
May-13	3.84	0.05	0.80	4.35	0.02	2.6	11.4	2.4	2.2	2.2	6	13	19.8	12.8	11.24	0.5	1.8	1.2	0.4	1.6	SI

Fecha Muestreo	Oxígeno Disuelto mg/L					Demanda Bioquímica de Oxígeno mg/L					Sólidos Suspensidos Totales mg/L					Aceites y Grasas mg/L					Pesca Industrial
	Estación de Muestreo					Estación de Muestreo					Estación de Muestreo					Estación de Muestreo					
	E-17	E-20	E-7	E-9	E-10	E-17	E-20	E-7	E-9	E-10	E-17	E-20	E-7	E-9	E-10	E-17	E-20	E-7	E-9	E-10	
	C2 - C3		C1 - B1			C2 - C3		C1 - B1			C2 - C3		C1 - B1			C2 - C3		C1 - B1			
Jun-13	2.33	0.61	1.21	2.12	2.63	3.3	5.7	15.3	2.2	6.0	25	30	27.12	25.92	24.04	0.3	0.5	0.6	0.5	0.6	SI
Jul-13	4.94	8.74	0.40	9.49	7.67	2.6	3.0	6.6	2.2	2.4	21	27	20.52	16.44	16.56	0.5	0.5	0.7	0.4	0.3	SI
Set-13	4.76	3.24	4.76	1.72	4.96	3.4	3.4	3.8	2.2	3.0	12	13	12.52	16.64	19.64	0.2	0.4	0.2	0.4	0.3	NO
Nov-13	4.16	0.05	0.51	0.05	0.05	9.0	15.6	9.0	2.2	15.6	15	29	30.68	31.24	29.76	0.4	1.6	1.2	1.4	1.5	SI
Dic-13	9.19	0.91	7.47	9.39	9.80	2.0	25.8	3.4	2.2	2.4	41	30	19.75	25.4	21.7	1.4	0.9	1.1	1.3	0.9	SI
Ene-14	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	15.6	13.2	9.8	2.2	28.8	16	15	14.85	12.9	13.3	1.5	1.5	1.2	1.5	1.5	SI
Mar-14	4.02	3.54	3.82	6.37	4.37	5.1	4.2	7.0	2.2	8.8	12	9	11.88	15.36	24.6	0.2	0.3	0.3	0.2	0.2	NO
Abr-14	3.65	3.60	3.43	3.19	3.23	2.3	3.2	3.9	2.2	2.4	20	11	19	11.84	11.8	0.4	0.1	0.4	0.1	0.3	SI
May-14 I	3.41	3.10	2.92	2.90	3.03	2.3	3.3	3.7	2.2	2.5	13	10	10	16.16	9.6	0.4	0.1	0.2	0.3	0.3	SI
May-14 II	4.90	3.45	3.08	3.88	3.99	3.7	3.1	3.0	2.2	2.3	10	11	14.44	15.12	10.32	0.3	0.3	0.2	0.3	0.2	SI
Jun-14	5.15	2.80	2.05	3.08	2.92	2.5	3.4	2.3	2.2	2.9	16	19	20.68	25.2	21.32	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	SI
Jul-14	6.02	4.01	5.02	4.85	5.33	3.0	3.3	3.0	2.2	2.7	9	14	15.4	12.64	15.52	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	SI
Ago-14	5.89	4.10	4.28	4.52	4.60	2.6	3.4	2.8	2.2	2.6	14	14	14	13.3	14.3	0.4	0.3	0.2	0.2	0.3	SI
Oct-14	5.43	3.90	4.05	4.21	4.38	3.9	3.6	3.8	2.2	3.3	10	13	14.28	9.52	10.04	0.3	0.1	0.2	0.1	0.4	NO
Mar-15	8.41	8.16	8.06	8.21	8.10	2.6	6.6	3.2	2.2	4.1	16	19	22.3	25.7	14.25	0.4	0.2	0.1	0.3	0.3	NO
Abr-15	3.86	3.32	3.64	3.13	3.43	2.9	1.6	2.6	2.2	8.7	13	15	22.96	22.72	32.8	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	SI
May-15	7.98	6.07	6.85	5.69	6.16	2.1	2.2	2.9	2.2	2.5	16	16	18.3	27.7	26.2	0.4	0.3	0.1	0.4	0.3	SI
ECA	≥2.5 mg/L		>5 mg/L			10 mg/L		5 mg/L			70 mg/L		--			2 mg/L		Película visible			

Tabla 3: Valores de análisis microbiológico en las estaciones de muestreo en la bahía El Ferrol 2015 – 2024 R.D. N° 098-2020-ANA-DCERH. SGS del Perú. Después del inicio de operaciones del emisario submarino APROFERROL.

Fecha Muestreo	Coliforme Totales NMP/100mL					Coliforme Termotolerantes NMP/100mL				
	Estación de Muestreo					Estación de Muestreo				
	PE-6	PE-9	PE-10	PE-8	PE-7	PE-6	PE-9	PE-10	PE-8	PE-7
Jun-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dic-15	0	790	13000	79	110	0	790	13000	79	110
Ene-16	79	330	1700	1300	4	13	230	1300	1300	2
Feb-16	0	1300	1100	1300	230	0	490	490	490	79
Abr-16	0	11	330	4	17	0	5	40	0	0
Jun-16	0	170	79	0	0	0	130	9	0	0
Feb-17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
May-17	0	34	26	2	0	0	34	26	2	0
Ago-17	0	79	490	3500	0	0	0	33	1300	0
Dic-17	0	130	130	34	0	0	79	49	34	0
Feb-18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
May-18	0	330	490	790	1700	0	170	49	49	130
Ago-18	130	330	490	70	33	13	27	17	17	23
Dic-18	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0
Ene-19	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0
Feb-19	0	23	330	230	0	0	13	5	5	0
Mar-19	0	0	14	0	0	0	0	2	0	0
Feb-20	0	8	0	7	9	0	0	0	0	0
May-20	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jun-20	0	170	23	13	0	0	79	2	2	0
Jul-21	23	2400	230	790	330	5	1300	22	490	79
Ago-21	0	49	23	5	0	0	33	13	0	0
Set-21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Oct-22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nov-22	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0
Dic-22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Abr-23	5	4	5	4	4	0	0	0	0	0
Oct-23	7	5	4	5	5	0	0	0	0	0
Abr-24	7	5	5	5	5	0	0	0	0	0
Oct-24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nov-24	4	5	2	2	2	0	0	0	0	0
Dic-24	4	5	2	4	4	0	0	0	0	0
ECA	--		--			<1000 NMP/mL		<200 NMP/mL		

Tabla 4: Valores de análisis microbiológico en las estaciones de muestreo en la bahía El Ferrol 2002 – 2015. Antes del funcionamiento del emisario submarino.

Código	Fecha Muestreo	Coliforme Totales NMP/100mL					Coliforme Termotolerantes NMP/100mL				
		Estación de Muestreo					Estación de Muestreo				
		E-6	E-9	E-7	E-8	E-10	E-6	E-9	E-7	E-8	E-10
a	Jun-02	40	2300	0		4300	0	930	0	-	2300
b	Jul-02	0	0	0	40	0	0	0	0	0	0
	Feb-03	0	230	230	40	230	0	90	40	40	90
	Abr-03	0	4300	9300	90	930	0	230	0	4300	9300
	Jun-03	0	2300	150	430	23000	0	2300	90	230	2300
	Feb-04	0	430	40	930	40	0	90	0	430	0
	May-04	0	230	210	430	930	0	70	0	230	930
	Ago-04	0	430	930	150	0	0	90	150	70	70
	Dic-04	0	0	400	400	900	0	0	0	400	90
	Feb-05	2400	930	0	40	430	930	90	0	0	230
	May-05	2400	2400	0	2400	930	150	150	0	930	110
	Ago-05	230	230	0	430	430	230	230	0	430	430
	Dic-05	1500	2400	0	2400	9300	400	930	0	24000	4300
c	Ene-08	-	200	-	0	300	-	100	0	-	200
	Feb-08	-	0	-	0	0	-	0	0	-	0
	Mar-08	-	0	-	5000	0	-	0	1300	-	0
	Abr-08	-	0	-	0	0	-	0	0	-	0
	May-08	-	8000	-	7000	3600	-	2000	2000	-	400
	Jun-08	-	22000	-	1700	5000	-	13000	1300	-	1700
	Jul-08	-	0	-	0	0	-	0	0	-	0
	Ago-08	-	0	-	0	0	-	0	0	-	0
	Set-08	-	0	-	0	0	-	0	0	-	0
	Oct-08	-	0	-	0	0	-	0	0	-	0
	Nov-08	-	0	-	0	0	-	0	0	-	0
	Dic-08	-	0	-	0	0	-	0	0	-	0
d	Abr-12	13	2400	800	-	300	8	240	800	-	30
	Oct-12	230	24000	270	-	2400	230	24000	270	-	2400
	Abr-13	-	0	8	-	4	-	0	8	-	4
	Abr-14	-	4	0	-	0	-	4	0	-	0
	Set-14	-	4	0	-	0	-	4	0	-	0
	Dic-14	-	0	0	-	0	-	0	0	-	0
	Abr-15	-	240	2	-	240	-	240	2	-	240
ECA		--		--		<1000 NMP/mL		<200 NMP/mL			

Nota:

a: Ganoza et al (2002). Condiciones ambientales y sedimentológicas de la bahía Ferrol, Chimbote.

b: Tresierra et al (2007). Bahía El Ferrol, Chimbote, Perú: una visión integral de sus recursos marinos vivos y su ambiente. 2001-2005.

c: Dirección General de Salud Ambiental e Inocuidad Alimentaria (2009). Programa Nacional de Vigilancia de Recursos Hídricos DIGESA.

d: García et al (2025). Caracterización ambiental de la Bahía El Ferrol, Chimbote, Áncash, Perú, 2012-2019.

Tabla 5: Descripción de las estaciones de muestreo para los análisis microbiológicos en el período 2002 – 2015.

a: Ganoza et al (2002). Condiciones ambientales y sedimentológicas de la bahía Ferrol, Chimbote				
ECA	Estación	Posición		Descripción
C2 - C3	E-6	9°6'49.80"	78°36'2.16"	Zona central bahía bocana grande - norte
	E-9	9°6'52.62"	78°34'7.14"	Chatas Zona Industrial
C1 - B1	E-7	9°6'43.14"	78°35'9.60"	Aguas Afuera a 2,400m frente PETROPERU/G. Trapecio (norte)
	E-8	9°7'57.84"	78°35'59.82"	Zona urbana frente a Urb. Gran Trapecio
	E-10	9°5'39.18"	78°34'39.00"	Zona central bahía bocana grande – sur
b: Tresierra, A. et al. (2007). Bahía El Ferrol, Chimbote, Perú: una visión integral de sus recursos marinos vivos y su ambiente. 2001-2005				
ECA	Estación	Posición		Descripción
C2 - C3	E-6			Bocana norte bahía
	E-9			Z.I. Muelle MPS
C1 - B1	E-7			2.5km de playa Z.I. norte
	E-8			Frente PETROPERU-EXALMAR
	E-10			Frente Florida baja
c: Dirección General de Salud Ambiental e Inocuidad Alimentaria (2009). Programa Nacional de Vigilancia de Recursos Hídricos DIGESA				
ECA	Estación	Posición		Descripción
C2 - C3	E-6			
	E-9	767633	8991444	Muelle de Pacífico Sur - playa.
C1 - B1	E-7			
	E-8	767592	8990192	Frente a PETROPERÚ, orilla de playa
	E-10	762011	8995648	Av. Iquitos (AA HH Ramiro Priale) y Señor de los Milagros
d: García V., et al (2025). Caracterización ambiental de la Bahía El Ferrol, Chimbote, Áncash, Perú, 2012-2019				
ECA	Estación	Posición		Descripción
C2 - C3	E-6	9°08'20.3"	78°36'50.6"	Bocana Grande (sur)
	E-9	9°06'48.4"	78°34'07.2"	Chata P. Centro
C1 - B1	E-7	9°07'46.7"	78°35'15.4"	Aguas Afuera a 2,950m frente a Chatas (sur)
	E-8			-
	E-10	9°05'53.4"	78°34'44.4"	Zona urbana frente a Florida Baja

Tabla 6: Valores de análisis fisicoquímico de Efluentes Industriales Pesqueros Tratados periodo 2015 – 2024 antes de su disposición final fuera de la bahía El Ferrol a través del emisario submarino APROFERROL. D.S. N°010-2018-MINAM.

Fecha de Muestreo	Potencial de Hidrógeno pH	Sólidos Suspendidos Totales mg/L	Aceites y Grasas mg/L	Efluentes Dispuestos por el Emisario por mes m³	Pesca Industrial
	Estación de Muestreo EF-1. Inicio de Emisario en Estación Central APROFERROL				
May-15	-	-	-	52,429	SI
Jun-15	-	-	-	1,941	NO
Jul-15	-	-	-	365	NO
Ago-15	-	-	-	702	NO
Set-15	7.56	154.3	44.8	16,032	NO
Oct-15	-	-	-	20,808	NO
Nov-15	7.68	22	6.4	178,929	SI
Dic-15	7.50	404	158	201,128	SI
Ene-16	6.44	327	38.0	171,626	SI
Feb-16	6.43	610	0.0	24,229	NO
Mar-16	6.30	610	24.0	33,146	NO
Abr-16	6.27	275	199.3	41,373	NO
May-16	5.99	680	105	33,871	NO
Jun-16	6.56	280	147.1	244,659	SI
Jul-16	6.87	154	11.8	211,923	SI
Ago-16	6.81	144	1.1	60,182	NO
Set-16	7.50	8	0.0	59,997	NO
Oct-16	7.26	95	15.6	48,870	NO
Nov-16	6.65	125	10.9	370,207	SI
Dic-16	7.32	45	0.0	680,374	SI
Ene-17	6.18	246	3.8	335,277	SI
Feb-17	6.20	256	14.6	53,893	NO
Mar-17	6.53	318	55.2	68,982	NO
Abr-17	5.25	465	21.4	169,555	SI
May-17	5.55	552	15.8	622,492	SI
Jun-17	6.42	398	37.7	273,820	SI
Jul-17	7.15	203	52.9	112,798	NO
Ago-17	7.20	338	83.8	83,562	NO
Set-17	7.13	74	49.8	48,473	NO
Oct-17	7.52	147	41.7	51,966	NO
Nov-17	6.52	698	144.4	72,121	NO
Dic-17	6.82	284	57.0	57,743	NO
Ene-18	5.93	700	17.9	458,584	SI
Feb-18	6.49	366	4.8	70,944	NO
Mar-18	6.78	115	85.2	86,501	NO
Abr-18	5.84	694	9.4	492,071	SI
May-18	5.61	41	0.0	674,586	SI
Jun-18	7.70	28	0.0	217,997	SI
Jul-18	6.89	120	1.9	35,718	NO
Ago-18	7.85	17	6.4	71,436	NO
Set-18	7.07	160	2.9	62,875	NO
Oct-18	7.01	75	16.9	70,704	NO
Nov-18	6.20	527	20.0	571,537	SI
Dic-18	6.14	380	4.5	561,404	SI
Ene-19	7.55	155	2.5	236,572	SI
Feb-19	6.41	71	1.4	97,525	NO
Mar-19	8.03	126	0.8	77,592	NO
Abr-19	7.58	24	0.7	144,121	NO
May-19	5.43	440	23.9	517,330	SI

Fecha de Muestreo	Potencial de Hidrógeno pH	Sólidos Suspendidos Totales mg/L	Aceites y Grasas mg/L	Efluentes Dispuestos por el Emisario por mes m³	Pesca Industrial
	Estación de Muestreo EF-1. Inicio de Emisario en Estación Central APROFERROL				
Jun-19	6.93	555	15.6	195,016	SI
Jul-19	6.90	296	4.0	239,138	SI
Ago-19	8.66	78	3.7	143,011	NO
Set-19	6.76	141	3.9	68,346	NO
Oct-19	8.07	19	0.0	87,610	NO
Nov-19	7.17	67	7.0	713,202	SI
Dic-19	6.34	252	0.0	216,008	SI
Ene-20	7.71	30	0.0	133,359	NO
Feb-20	7.34	93	0.6	153,304	SI
Mar-20	-	-	-	108,440	NO
Abr-20	-	-	-	85,468	NO
May-20	7.70	67	4.2	420,608	SI
Jun-20	6.93	144	29.0	708,765	SI
Jul-20	7.85	77	0.0	309,375	SI
Ago-20	7.23	40	0.0	128,491	NO
Set-20	7.15	71	3.4	116,797	NO
Oct-20	8.06	19	0.0	153,368	SI
Nov-20	7.52	27	40.7	378,976	SI
Dic-20	8.24	38	1.7	778,170	SI
Ene-21	6.40	183	41.3	384,253	SI
Feb-21	7.76	12	0.6	148,014	NO
Mar-21	7.78	35	1.3	143,374	NO
Abr-21	7.73	35	7.6	234,879	SI
May-21	5.64	330	19.6	802,046	SI
Jun-21	5.88	330	16.6	390,983	SI
Jul-21	8.16	99	1.8	269,235	SI
Ago-21	7.43	45	16.1	136,816	NO
Set-21	7.47	27	12.6	103,814	NO
Oct-21	8.10	18	3.8	86,882	NO
Nov-21	8.30	57	0.0	657,279	SI
Dic-21	8.01	60	12.9	642,922	SI
Ene-22	6.87	172	22.8	184,329	SI
Feb-22	8.03	82	0.0	98,763	NO
Mar-22	6.82	345	68.6	82,494	NO
Abr-22	8.29	15	0.0	87,327	NO
May-22	5.39	78	3.1	578,814	SI
Jun-22	5.90	37	0.0	824,714	SI
Jul-22	8.30	53	4.5	467,341	SI
Ago-22	7.03	48	3.7	134,716	NO
Set-22	8.35	140	3.8	102,886	NO
Oct-22	6.53	99	9.4	115,565	NO
Nov-22	8.20	125	1.9	383,669	SI
Dic-22	6.86	368	152.7	1,047,331	SI
Ene-23	7.05	136	30.6	282,136	SI
Feb-23	7.33	78	6.8	150,978	SI
Mar-23	7.31	43	3.7	128,932	NO
Abr-23	6.65	111	12.1	83,554	NO
May-23	6.10	137	7.1	100,470	NO
Jun-23	6.64	309	16.6	147,373	SI
Jul-23	6.99	257	11.5	115,277	NO
Ago-23	7.30	113	13.1	407,059	SI
Set-23	7.02	41	2.2	88,270	NO
Oct-23	8.30	23	0.0	288,430	SI

Fecha de Muestreo	Potencial de Hidrógeno pH	Sólidos Suspendidos Totales mg/L	Aceites y Grasas mg/L	Efluentes Dispuestos por el Emisario por mes m³	Pesca Industrial
	Estación de Muestreo EF-1. Inicio de Emisario en Estación Central APROFERROL				
Nov-23	6.92	71	11.1	744,138	SI
Dic-23	6.79	176	10.7	249,949	SI
Ene-24	6.91	303	61.9	322,650	SI
Feb-24	6.50	49	2.9	95,340	NO
Mar-24	5.42	106	164.0	125,455	NO
Abr-24	6.10	680	164.8	610,021	SI
May-24	6.80	645	3.3	1,041,244	SI
Jun-24	6.70	128	6.9	372,596	SI
Jul-24	6.70	163	7.0	101,809	NO
Ago-24	7.90	10	0.7	83,298	NO
Set-24	6.95	137	49.2	70,670	NO
Oct-24	6.90	51	4.4	106,689	NO
Nov-24	5.90	128	2.2	1,064,785	SI
Dic-24	6.70	74	10.7	976,946	SI
LMP	5 – 9 pH	>700 mg/L	>350 mg/L	29 854 937	

Tabla 7: Valores del análisis fisicoquímico y microbiológico en las estaciones: PE-1 Zona de Vertimiento (punto de emergencia de la pluma) y PE-6 Punto Blanco Aguas Afuera (a 1000 metros de punto de vertimiento PE-1).

Fecha Muestreo	Oxígeno Disuelto mg/L		Demanda Bioquímica de Oxígeno mg/L		Potencial de hidrógeno pH		Temperatura °C		Sólidos Suspendidos Totales mg/L		Aceites y Grasas mg/L		Coliformes Totales NMP/100mL		Coliformes Termotolerantes NMP/100mL		Pesca Industrial
	PE-1	PE-6	PE-1	PE-6	PE-1	PE-6	PE-1	PE-6	PE-1	PE-6	PE-1	PE-6	PE-1	PE-6	PE-1	PE-6	
May-15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	SI
Jun-15	6.42	6.66	0	0.0	8.20	8.14	24.4	24.7	8	6	0	0.0	0	0	0	0	NO
Jul-15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	NO
Ago-15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	NO
Set-15	4.2	4.34	0	0.0	7.84	7.79	20.7	21.1	13	0	0	0.0	0	0	0	0	NO
Oct-15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	NO
Nov-15	4.57	4.93	0.0	0.0	8.02	8.03	19.6	19.7	11	5	0	0.0	0	0	0	0	SI
Dic-15	6.59	7.28	0.0	0.0	8.28	8.30	21.4	21.4	11	11	0	0.0	0	0	0	0	SI
Ene-16	5.1	6.10	2.0	3.0	8.50	8.30	21.0	21.3	14	11	0.0	0.0	23	79	2	13	SI
Feb-16	6.5	5.00	0.0	0.0	8.12	7.95	23.0	23.0	8	18	0.0	0.0	0	0	0	0	NO
Mar-16	6.1	4.30	0.0	0.0	8.08	7.92	21.9	22.0	7	6	0.0	0.0	0	0	0	0	NO
Abr-16	5.4	4.60	1.3	1.7	8.13	7.88	19.0	19.0	13	7	0.0	0.0	4.5	0	0	0	NO
May-16	4.6	5.40	3.2	0.0	8.10	7.82	17.9	18.1	12	10	0.0	0.0	33	490	0	2	NO
Jun-16	4.8	4.50	1.6	2.2	7.86	7.79	17.0	21.0	8	11	0.0	0.0	49	0	0.0	0	SI
Jul-16	4.1	4.10	1.1	1.6	7.88	7.79	17.0	18.0	12	9	0.0	0.0	17	22	0.0	0	SI
Ago-16	5.8	6.10	2.1	2.3	8.24	7.94	18.0	18.0	13	15	0.0	0.0	0	0	0.0	0	NO
Set-16	4.3	4.60	1.3	1.9	8.12	8.04	17.1	16.8	7	13	0.0	0.0	0	7.8	0.0	0	NO
Oct-16	8.10	7.50	2.0	2.1	8.49	7.95	17.8	16.1	8	12	0.0	0.0	2	33	0.0	2	NO
Nov-16	6.10	6.10	1.9	2.1	8.53	8.44	20.0	20.1	11	12	0.0	0.0	0	4.5	0.0	0	SI
Dic-16	6.60	4.70	1.9	1.8	8.35	8.12	18.1	17.4	12	12	0.0	0.0	0	0	0.0	0	SI
Ene-17	6.10	5.90	1.8	1.9	7.89	7.94	20.1	19.8	9	9	0.0	0.0	0	0	0.0	0	SI

Fecha Muestreo	Oxígeno Disuelto mg/L		Demanda Bioquímica de Oxígeno mg/L		Potencial de hidrógeno pH		Temperatura °C		Sólidos Suspendidos Totales mg/L		Aceites y Grasas mg/L		Coliformes Totales NMP/100mL		Coliformes Termotolerantes NMP/100mL		Pesca Industrial
	PE-1	PE-6	PE-1	PE-6	PE-1	PE-6	PE-1	PE-6	PE-1	PE-6	PE-1	PE-6	PE-1	PE-6	PE-1	PE-6	
Feb-17	7.10	6.10	1.9	1.8	7.77	7.78	24.5	24.1	17	28	0.0	0.0	29	0	0.0	0	NO
Mar-17	5.00	4.30	1.8	1.9	7.97	7.78	23.9	22.3	20	31	0.0	0.0	0	0	0.0	0	NO
Abr-17	4.40	4.30	1.6	1.9	7.68	7.49	18.8	18.9	9	9	0.0	0.0	330	23	330.0	5	SI
May-17	4.00	3.90	1.4	1.1	7.69	7.56	17.7	17.8	7	8	0.0	0.0	2	0	2.0	0	SI
Jun-17	5.40	4.10	1.4	1.4	7.45	7.41	17.6	17.8	14	11	0.0	0.0	2	0	0	0	SI
Jul-17	3.60	4.50	1.2	1.2	7.99	7.63	18.3	17.7	8	13	0.0	0.0	2	0	0	0	NO
Ago-17	4.40	4.50	0.0	2.6	7.61	7.73	16.8	17.1	11	15	0.0	0.0	0	0	0.0	0	NO
Set-17	4.10	4.10	0.0	0.0	7.70	7.49	15.3	15.2	6	9	0.0	0.0	0	0	0.0	0	NO
Oct-17	3.70	4.60	0.0	1.0	7.78	7.57	14.8	14.8	22	7	0.0	0.0	4.5	2	0.0	0	NO
Nov-17	3.90	4.70	0.0	1.0	7.65	7.30	15.1	15.1	9	11	0.0	0.0	0	0	0.0	0	NO
Dic-17	5.80	5.50	1.1	1.1	7.64	7.71	16.6	16.1	7	14	0.0	0.0	0	0	0.0	0	NO
Ene-18	3.30	3.60	0.0	0.0	7.58	7.38	16.5	18.2	9	11	0.0	0.0	0	0	0	0	SI
Feb-18	4.40	5.00	0.0	0.0	7.73	7.53	16.7	17.3	18	18	0.0	0.0	0	0	0	0	NO
Mar-18	3.90	3.10	0.0	0.0	7.86	7.36	17.9	17.0	13	5	0.0	0.0	0	0	0	0	NO
Abr-18	6.10	5.60	0.0	0.0	7.96	7.49	17.8	18.6	10	13	0.0	0.0	17	33	2	0	SI
May-18	5.71	3.71	0.0	0.0	7.95	7.85	17.6	16.4	10	11	0.0	0.0	0	0	0	0	SI
Jun-18	7.90	7.10	0.0	0.0	7.90	7.90	16.9	17.3	6	7	0.0	0.0	14	33	9	33	SI
Jul-18	4.67	4.80	0.0	0.0	7.75	7.70	17.3	17.0	5	5	0.0	0.0	0	0	0	0	NO
Ago-18	3.90	4.96	0.0	0.0	7.83	7.60	15.3	15.7	6	10	0.0	0.0	230	130	22	13	NO
Set-18	8.91	5.32	0.0	0.0	8.27	7.91	16.1	15.4	14	14	0.0	0.0	0	0	0	0	NO
Oct-18	4	6.7	0	0	7.78	7.70	16.1	15.0	15	16	0	0	790	0	4	0	NO
Nov-18	5.38	5.03	0	0.0	7.70	7.46	18.6	19.0	9	11	0	0.0	4.5	0	2	0	SI
Dic-18	11.3	10.10	0	0.0	8.05	7.92	21.0	21.0	16	12	0	0.0	0	0	0	0	SI
Ene-19	8.48	9.74	0	0.0	7.89	7.05	19.9	20.7	14	20	0	0.0	0	0	0	0	SI

Fecha Muestreo	Oxígeno Disuelto mg/L		Demanda Bioquímica de Oxígeno mg/L		Potencial de hidrógeno pH		Temperatura °C		Sólidos Suspendidos Totales mg/L		Aceites y Grasas mg/L		Coliformes Totales NMP/100mL		Coliformes Termotolerantes NMP/100mL		Pesca Industrial
	PE-1	PE-6	PE-1	PE-6	PE-1	PE-6	PE-1	PE-6	PE-1	PE-6	PE-1	PE-6	PE-1	PE-6	PE-1	PE-6	
Feb-19	6.15	8.54	0	0.0	7.94	8.08	20.9	21.5	8	15	0	0.0	0	0	0	0	NO
Mar-19	3.9	8.23	0	0.0	7.90	7.99	17.4	18.8	8	7	0	0.0	0	0	0	0	NO
Abr-19	6.27	4.65	0	0.0	8.04	7.95	19.8	20.2	17	10	0	0.0	0	0	0	0	NO
May-19	8.3	6.25	0	0.0	8.15	7.97	19.2	18.5	10	7	0	0.0	13	0	0	0	SI
Jun-19	5.74	5.34	0	0.0	7.90	7.81	17.1	17.5	9	8	0.0	0.0	0	0	0	0	SI
Jul-19	5.72	5.40	0	0.0	7.87	7.83	15.9	15.4	16	15	0.0	0.0	230	0	230	0	SI
Ago-19	8.15	6.41	0	0.0	8.06	7.94	16.5	16.9	11	16	0.0	0.0	0	0	0	0	NO
Set-19	10.66	6.58	0	0.0	8.25	8.10	16.9	17.1	24	9	0.0	0.0	0	0	0	0	NO
Oct-19	6.3	7.70	0	0.0	7.91	7.90	14.8	15.6	18	17	0.0	0.0	0	0	0	0	NO
Nov-19	10.02	8.44	0	0.0	8.04	7.72	20.2	19.7	27	21	0.0	0.0	0	0	0	0	SI
Dic-19	11.31	11.91	0	0.0	8.45	8.47	19.5	19.7	6	22	0.0	0.0	0	0	0	0	SI
Ene-20	6.81	4.72	0	0.0	7.99	7.74	21.4	21.1	5	5	0.0	0.0	0	2	0	0	NO
Feb-20	5.64	6.15	0	0.0	7.96	7.91	21.0	22.7	0	0	0.0	0.0	40	0	22	0	SI
Mar-20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	NO
Abr-20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	NO
May-20	8.01	8.40	0	0.0	8.10	7.91	17.7	18.1	0	0	0.0	0.0	0	2	0	0	SI
Jun-20	5.08	6.93	0	0.0	7.64	7.95	16.3	16.4	3	6	0.0	0.0	130	0	49	0	SI
Jul-20	8.67	8.18	0	0.0	8.04	7.92	15.4	15.6	13	4	0.0	0.0	0	0	0	0	SI
Ago-20	10.04	9.15	0	0.0	7.97	7.95	15.4	15.8	0	0	0.0	0.0	0	0	0	0	NO
Set-20	8.04	7.87	0	0.0	8.54	8.35	16.1	16.5	0	3	0.0	0.0	330	2	230	0	NO
Oct-20	10.40	9.46	0	0.0	7.91	7.86	15.7	15.6	0	0	0.0	0.0	0	0	0	0	SI
Nov-20	8.13	8.62	0	0.0	7.81	8.05	15.7	15.7	5	5	0.0	0.0	1300	330	230	130	SI
Dic-20	7.34	7.35	0	0.0	7.97	7.88	17.3	17.8	4	4	0.0	0.0	0	0	0	0	SI
Ene-21	7.21	6.45	0	0.0	7.67	7.44	18.9	21.0	3	0	0.0	0.0	0	0	0	0	SI

Fecha Muestreo	Oxígeno Disuelto mg/L		Demanda Bioquímica de Oxígeno mg/L		Potencial de hidrógeno pH		Temperatura °C		Sólidos Suspendidos Totales mg/L		Aceites y Grasas mg/L		Coliformes Totales NMP/100mL		Coliformes Termotolerantes NMP/100mL		Pesca Industrial
	PE-1	PE-6	PE-1	PE-6	PE-1	PE-6	PE-1	PE-6	PE-1	PE-6	PE-1	PE-6	PE-1	PE-6	PE-1	PE-6	
Feb-21	5.39	5.43	0	0.0	7.83	7.82	18.2	19.1	0	0	0.0	0.0	0	0	0	0	NO
Mar-21	6.89	4.64	0	0.0	8.14	8.01	19.4	19.5	0	0	0.0	0.0	13	7.8	0	0	NO
Abr-21	7.01	6.11	0	0.0	8.11	7.98	17.9	17.6	0	0	0.0	0.0	0	0	0	0	SI
May-21	6.39	6.15	0	0.0	7.80	7.81	17.4	17.4	0	0	0.0	0.0	0	0	0	0	SI
Jun-21	7.20	8.26	0	0.0	8.03	8.01	17.9	18.3	0	0	0.0	0.0	0	0	0	0	SI
Jul-21	4.44	4.38	0	0.0	7.76	7.57	17.5	17.4	0	0	0.0	0.0	0	23	0	5	SI
Ago-21	5.27	4.91	0	0.0	7.67	7.71	15.4	15.6	3	3	0.0	0.0	0	0	0	0	NO
Set-21	4.40	5.87	0	0.0	7.60	7.89	17.1	15.8	0	3	0.0	0.0	0	0	0	0	NO
Oct-21	6.70	5.60	0	0.0	7.60	7.77	15.7	15.1	3	0	0.0	0.0	0	0	0	0	NO
Nov-21	7.78	7.20	0	0.0	7.77	7.75	17.3	16.3	14	20	0.0	0.0	2	0	0	0	SI
Dic-21	7.20	6.50	0	0.0	8.20	7.71	17.5	17.2	12	4	0.0	0.0	0	0	0	0	SI
Ene-22	6.50	6.82	0	0.0	7.89	7.88	17.7	18.6	4	0	0.0	0.0	23	23	0	0	SI
Feb-22	5.45	7.15	0	0.0	7.79	7.77	17.7	17.3	4	4	0.0	0.0	0	0	0	0	NO
Mar-22	7.10	7.70	0	0.0	7.80	7.92	18.3	20.5	9	8	0.0	0.0	7.8	0	0	0	NO
Abr-22	7.25	6.55	0	0.0	7.70	7.76	17.0	16.7	4	12	0.0	0.0	7.8	0	0	0	NO
May-22	7.69	7.70	0	0.0	7.97	7.90	15.5	15.6	6	4	0.0	0.0	0	0	0	0	SI
Jun-22	6.90	6.90	0	0.0	7.70	7.60	16.2	16.1	0	3	0.0	0.0	0	0	0	0	SI
Jul-22	7.30	7.34	0	0.0	7.76	7.67	15.3	15.4	0	3	0.0	0.0	23	13	0	0	SI
Ago-22	6.40	7.80	0	0.0	8.10	7.70	15.3	18.2	5	4	0.0	0.0	33	0	0	0	NO
Set-22	5.14	5.48	0	0.0	7.65	7.90	14.6	14.8	16	17	0.0	0.0	0	0	0	0	NO
Oct-22	6.95	6.43	0	0.0	7.83	7.70	16.1	16.8	4	5	0.0	0.0	0	0	0	0	NO
Nov-22	7.55	7.60	0	0.0	7.89	7.98	16.3	16.3	10	11	0.0	0.0	0	0	0	0	SI
Dic-22	6.80	6.50	0	0.0	7.60	7.20	17.9	17.7	11	17	0.0	0.0	0	0	0	0	SI
Ene-23	6.71	6.68	0	0.0	7.90	7.51	18.9	19.6	5	4	0.0	0.0	0	0	0	0	SI

Fecha Muestreo	Oxígeno Disuelto mg/L		Demanda Bioquímica de Oxígeno mg/L		Potencial de hidrógeno pH		Temperatura °C		Sólidos Suspendidos Totales mg/L		Aceites y Grasas mg/L		Coliformes Totales NMP/100mL		Coliformes Termotolerantes NMP/100mL		Pesca Industrial
	PE-1	PE-6	PE-1	PE-6	PE-1	PE-6	PE-1	PE-6	PE-1	PE-6	PE-1	PE-6	PE-1	PE-6	PE-1	PE-6	
Feb-23	6.80	6.90	0	0.0	8.05	8.10	21.9	21.1	6	7	0.0	0.0	2	0	0	0	SI
Mar-23	5.55	5.40	0	0.0	7.80	7.70	24.3	25.3	16	18	0.0	0.0	2	4	0	0	NO
Abr-23	6.77	6.10	0	0.0	7.87	7.90	21.3	21.9	22	22	0.0	0.0	2	4.5	0	0	NO
May-23	5.45	5.90	0	0.0	7.55	7.30	20.4	20.3	5	4	0.0	0.0	6.8	4.5	0	0	NO
Jun-23	5.90	5.40	0	0.0	7.63	7.30	16.3	15.9	5	29	0.0	0.0	4.5	4	0	0	SI
Jul-23	6.70	6.45	0	0.0	7.77	7.32	20.7	20.3	0	4	0.0	0.0	2	4.5	0	0	NO
Ago-23	6.60	6.50	0	0.0	7.80	7.80	20.1	20.7	3	0	0.0	0.0	4.5	6.8	0	0	SI
Set-23	6.71	6.50	0	0.0	7.90	7.75	19.9	20.3	4	5	0.0	0.0	4	7.8	0	0	NO
Oct-23	6.69	6.59	0	0.0	7.87	7.84	18.7	18.2	0	0	0.0	0.0	4.5	6.8	0	0	SI
Nov-23	6.70	6.30	0.0	0.0	7.91	7.73	17.7	17.5	4	7	0.0	0.0	4	7.8	0	0	SI
Dic-23	6.30	6.05	0.0	0.0	7.93	7.95	18.7	18.8	4	7	0.0	0.0	4.5	0	0	0	SI
Ene-24	6.45	6.10	0.0	0.0	7.90	7.80	23.4	23.1	3	8	0.0	0.0	0	0	0	0	SI
Feb-24	6.30	6.63	0.0	0.0	7.50	7.40	22.7	22.7	0	3	0.0	0.0	4.5	0	0	0	NO
Mar-24	5.22	6.70	0.0	0.0	7.35	7.40	19.7	19.9	7	0	0.0	0.0	4.5	7.8	0	0	NO
Abr-24	6.50	6.20	0.0	0.0	7.60	7.50	20.7	20.1	4	4	0.0	0.0	4	6.8	0	0	SI
May-24	6.70	6.45	0.0	0.0	7.87	7.70	16.3	16.1	4	4	0.0	0.0	4.5	4.5	0	0	SI
Jun-24	7.80	6.35	0.0	0.0	7.80	7.10	16.7	16.4	5	3	0.0	0.0	2	2	0	0	SI
Jul-24	6.60	6.10	0.0	0.0	7.69	7.60	17.5	17.6	5	4	0.0	0.0	2	2	0	0	NO
Ago-24	5.10	5.30	0.0	0.0	7.72	7.86	15.4	16.2	4	0	0.0	0.0	4	4.5	0	0	NO
Set-24	5.70	5.60	0.0	0.0	7.65	7.50	17.3	16.9	4	6	0.0	0.0	0	0	0	0	NO
Oct-24	6.10	6.25	0.0	0.0	7.60	7.70	16.9	16.5	4	4	0.0	0.0	0	0	0	0	NO
Nov-24	7.05	7.83	0.0	0.0	8.14	8.09	16.9	17.1	6	18	0.0	0.0	4	4	0	0	SI
Dic-24	6.60	5.80	0.0	0.0	7.50	7.42	17.1	17.6	3	0	0.0	0.0	2	4	0	0	SI
ECA C2-C3	≥ 2.5 mg/L		< 10 mg/L		6.8 - 8.5 pH		< Δ3		< 70 mg/L		< 2 mg/L		--		< 1000 NMP/100mL		

ANEXO 2: Panel fotográfico de la bahía El Ferrol en mar y playa y zona de vertimiento

) Estado de la bahía El Ferrol en la Zona Industrial en mar y playa, previo al funcionamiento del emisario submarino APROFERROL.

Figura 1: Vertimiento de efluentes industriales de planta Vlacar y pozas de retención de aceites y grasas rudimentarias ubicadas en línea de playa Zona industrial 27 de Octubre, Chimbote.



Nota: La figura representa el estado en que se encontraba la playa en de la bahía El Ferrol en la zona industrial (sur de la bahía) antes del inicio de operaciones del emisario submarino APROFERROL, por DIGESA 2009

Figura 2: Pozas para recuperación informal de aceites y grasas de efluentes de industriales pesqueros.



Nota: La imagen muestra las estructuras de las pozas artesanales construidas para extraer aceite de pescado de los efluentes de las plantas industriales pesqueras en orilla de playa de la bahía El Ferrol, por MINAM (2011)

Figura 3: Vertimientos industriales pesqueros en temporada de pesca industrial en la bahía El Ferrol, diciembre de 2013.



Nota: Figura tomada de Google earth en diciembre de 2013 que muestra la estela que se forma dentro de la bahía El Ferrol por el vertimiento de efluentes industriales pesqueros en temporada de procesamiento de pesca industrial para harina y aceite de pescado.

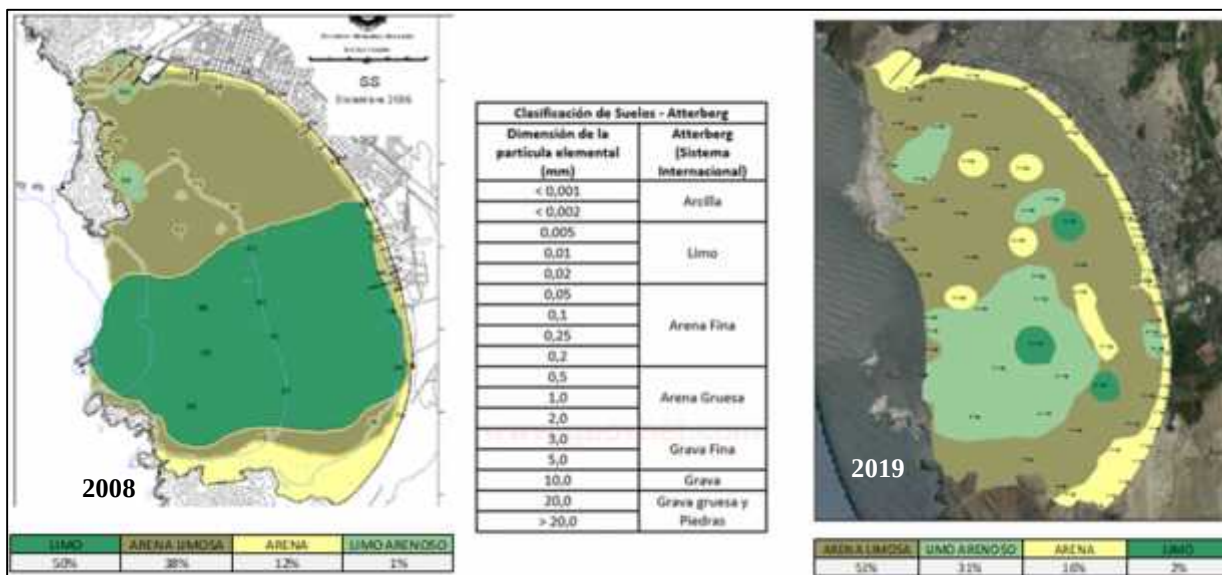
) Estado de la bahía El Ferrol en la Zona Industrial en mar y playa después de inicio de operaciones del emisario submarino APROFERRO desde mayo 2015.

Figura 3: Estado de la bahía El Ferrol en temporada de pesca industrial, diciembre de 2022.



Nota: Figura tomada de Google earth en diciembre 2022 durante la temporada de producción de pesca industrial para harina y aceite de pescado, los efluentes pesqueros tratados son evacuados por emisario submarino APROFERROL

Figura 4: Caracterización del fondo marino de la bahía El Ferrol en el periodo 2008 a 2019.



Dato: Figura que muestra la disminución del limo en el lecho de la bahía El Ferrol. 2008: Fango en el fondo marino conformado por vertimientos con alta carga orgánica principalmente por el sector pesquero industrial. 2019: Disminución del limo de 50% a 2% a consecuencia del vertimiento de los efluentes fuera de la bahía a través del emisario submarino APROFERROL. Por la Dirección de Hidrografía y Navegación HIDRONAV (2019)

Figura 5: Estado de la playa de la bahía El Ferrol en zona industrial 27 de Octubre en temporada de pesca y veda industrial 2022.



Nota: Registro fotográfico tomado desde el aire en la zona industrial de la bahía El Ferrol desde orilla de playa de PETROPERU hasta las instalaciones del SIMA astillero, se observa playas limpias con aguas color verde esmeralda durante la temporada de producción de pesca industrial en diciembre 2022

Figura 6: Actividad de pesca artesanal entre los emisarios submarinos APROFERROL, 2025



Nota: Foto tomada en el ingreso de los emisarios submarinos APROFERROL a la bahía El Ferrol, muestran actividad de pesca artesanal a 50 metros de orilla de playa entre los emisarios, agosto de 2025.

Figura 7: *Presencia de aves migratorias en playa de zona industrial 27 de Octubre, zona de emisarios submarinos 2021.*



Nota: Registro fotográfico tomado en orilla de playa de la zona industrial entre el emisario submarino APROFERROL en la zona industrial de la bahía El Ferrol, que muestra aves migratorias alimentándose, enero 2021.

Figura 7: Recolección y reconocimiento de especies en playa de zona industrial 27 de Octubre entre la planta Tecnológica de Alimentos (TASA) y SIMA astillero, 2024.



Nota: Registro fotográfico de la recolección de organismos en orilla de playa de la zona industrial de la bahía El Ferrol en diciembre de 2024.

a y b: Nape (*Notiax brachyophthalma*)

c: Muy muy (*Emerita análoga*)

) **Condiciones de contaminación en las que aún se encuentra sometido la bahía El Ferrol, Chimbote.**

Figura 8: Vertimientos domésticos a lo largo de la zona centro y norte de la bahía el Ferrol



Nota: Registro fotográfico que muestra los buzones de vertimientos de efluentes domésticos a lo largo de la zona norte de la bahía El Ferrol que persisten hasta la fecha de la elaboración de esta investigación

Figura 10: Actividad pesquera artesanal en muelles y zonas de fondeadero



Nota: Registro fotográfico que muestra la actividad pesquera artesanal en la bahía El Ferrol. a) y b) Descarga de pesca en los muelles artesanales muestran que los residuos orgánicos son vertidos directamente al mar. c) Embarcaciones artesanales asentadas en la zona norte de la bahía frente a urbanización La Caleta, en donde los residuos orgánicos, inorgánicos y residuos peligrosos son vertidos directo al mar sin un control parte de las autoridades portuarias u organismos fiscalizadores ambientales.

ANEXO 3:

Certificado de análisis de muestreo en la bahía el Ferrol SGS 2015 – 2024



0127

Rev.0



**REPORTE DE RESULTADOS SEGÚN
CONTROL DE LA AUTORIDAD
NACIONAL DEL AGUA - ANA**

Preparado para:

APROFERROL S.A.

PLANTA CHIMBOTE

DICIEMBRE 2024

2.4. ESTACIONES DE MONITOREO

En el cuadro N° 4 se muestra la estación de monitoreo, su descripción y coordenadas.

Cuadro N° 4
Estaciones de Calidad de Agua Residual Industrial

Código de Estación	Coordenadas UTM WGS-84		Descripción
	Este	Norte	
EF-1	767 859	8 992 458	Efluente Industrial (Caja de registro en estación de Bombeo Aprochimbote/Aproferrol S.A.)

Cuadro N° 5
Estaciones de Agua de Mar

Código de Estación	Coordenadas Geográficas WGS-84		Descripción
	Latitud	Longitud	
V-2	09° 06' 20.62"	78° 38' 35.34"	Vertimiento de aguas residuales industriales tratadas (emisor 2 Sur)
E-1	09° 06' 18.82"	78° 38' 39.26"	Al final del Emisor Submarino (punto de emergencia de la pluma)
E-2	09° 06' 09.96"	78° 38' 40.00"	Al Norte del Final del Emisor
E-3	09° 06' 26.96"	78° 38' 40.00"	Al Sur del Final del Emisor
E-4	09° 06' 18.71"	78° 38' 31.00"	Al Este del Final del Emisor
E-5	09° 06' 18.80"	78° 38' 48.00"	Al Oeste del Final del Emisor
E-6	09° 05' 40.96"	78° 39' 23.00"	Punto Blanco, Aguas Afuera
E-7	09° 06' 7.96"	78° 34' 30.00"	Orilla de Playa, frente a los EIP (puntos equidistantes ubicados en la línea paralela a la línea de baja marea de la costa)
E-8	09° 06' 40.96"	78° 34' 06.00"	
E-9	09° 06' 57.96"	78° 34' 00.00"	
E-10	09° 07' 09.96"	78° 33' 50.00"	

2.5. RESULTADOS

En las siguientes tablas se presentan los resultados obtenidos durante el monitoreo realizado en el mes de diciembre del 2024.

Tabla N° 1
Resultados de Calidad de Agua Residual Industrial

Parámetros	Unidad	EF-1 20/12/2024 08:30	D.S. N° 010-2018-MINAM (1)(2)
Análisis de campo			
Temperatura.	°C	25.40	-
Potencial de Hidrógeno.	pH	6.70	5 - 9
Caudal (³)	m³/s	0.3760 *	-
Análisis Fisicoquímicos			
Sólidos Totales en Suspensión	mg Sólidos Totales en Suspensión/L	74	700
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	204.0	-
Aceites y Grasas	mg/L	10.7	350

(1) ANEXO: Límites Máximos Permisibles para Efuentes de Establecimientos Industriales Pesqueros de Consumo Humano Directo e Indirecto.

(2) D.S. N° 010-2018-MINAM deroga el D.S. 010-2008-PRODUCE

(*) Caudal, Información Proporcionada por la representada (Parámetro no acreditado)



Rev.0

Tabla N° 2
Resultados de Agua de Mar

Parámetros	Unidad	V-2	E-1	E-2	E-3	E-4	E-5	E-6	E-7	E-9	D.S. Nº 004- 2017-MINAM Categoría 2 CS Marinos
		20/12/2024	20/12/2024	20/12/2024	20/12/2024	20/12/2024	20/12/2024	20/12/2024	20/12/2024	20/12/2024	
		10-27	10-16	10-06	10-36	10-11	10-22	09-50	11-12	11-26	
Análisis de Campo											
Temperatura.	°C	17.60	17.10	17.60	17.80	17.40	17.90	17.60	18.90	19.70	4.3
Potencial de Hidrógeno.	pH	7.60	7.50	7.66	7.55	7.56	7.50	7.42	7.80	7.86	6.8 - 8.5
Oxígeno Disuelto.	mg/l	6.700	6.600	6.700	6.300	6.800	6.500	5.800	8.100	8.600	≥ 2.5
Análisis Fisicoquímicos											
Sólidos Totales en Suspensión	mg Sólidos Totales en suspensión/L	<3	3	5	4	<3	<3	<3	9	4	70
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	<2.6	<2.6	<2.6	<2.6	<2.6	<2.6	<2.6	<2.6	<2.6	10
Aceites y Grasas.	mg/L	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	2.0
Análisis Microbiológicos											
Numeración de Coliformes Totales	NMP/100 mL	4.0	2.0	4.5	2.0	2.0	2.0	4.0	4.0	4.5	-
Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	NMP/100 mL	<1.8	<1.8	<1.8	<1.8	<1.8	<1.8	<1.8	<1.8	<1.8	1000

0134

Tabla N° 3
Resultados de Agua de Mar

Parámetros	Unidad	E-8	E-10	D.S. N° 004-2017- MINAM
		20/12/2024	20/12/2024	Categoría 1 - B1 Recreacional
		11:20	11:33	
Análisis de Campo				
Temperatura.	°C	19.10	19.30	-
Potencial de Hidrógeno.	pH	7.70	8.04	6.0 - 9.0
Oxígeno Disuelto.	mg/L	8.400	8.900	≥ 5
Análisis Fisicoquímicos				
Sólidos Totales en Suspensión	mg Sólidos Totales en suspensión/L	4	5	-
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	<2.6	<2.6	5
Aceites y Grasas	mg/L	<0.4	<0.4	Ausencia de película visible
Análisis Microbiológicos				
Numeración de Coliformes Totales	NMP/100 mL	4.0	2.0	-
Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	NMP/100 mL	<1.8	<1.8	200

SGS

**REPORTE DE RESULTADOS SEGÚN
CONTROL DE LA AUTORIDAD
NACIONAL DEL AGUA - ANA**

Preparado para:

APROFERROL S.A.
PLANTA CHIMBOTE

Mayo 2021

2.4. ESTACIONES DE MONITOREO

En los siguientes cuadros se muestra la relación de estaciones de monitoreo, su descripción y coordenadas.

Cuadro N° 04

Estaciones de Calidad de Agua Residual Industrial

Código de Estación	Coordenadas UTM WGS-84		Descripción
	Este	Norte	
EF-1	767 659	8 992 456	Efluente Industrial (Caja de registro en estación de Bombeo Aproximbote/Aproferrol S.A.)

Cuadro N° 05

Estaciones de Agua de Mar

Código de Estación	Coordenadas Geográficas WGS-84		Descripción
	Latitud	Longitud	
V-2	09° 06' 20.62"	78° 38' 35.34"	Vertimiento de aguas residuales industriales tratadas (emisor 2 Sur)
E-1	09° 06' 18.82"	78° 38' 39.28"	Al final del Emisor Submarino (punto de emergencia de la pluma)
E-2	09° 06' 09.96"	78° 38' 40.00"	Al Norte del Final del Emisor
E-3	09° 06' 26.96"	78° 38' 40.00"	Al Sur del Final del Emisor
E-4	09° 06' 18.71"	78° 38' 39.28"	Al Este del Final del Emisor
E-5	09° 06' 18.80"	78° 38' 39.28"	Al Oeste del Final del Emisor
E-6	09° 05' 40.95"	78° 39' 23.00"	Punto Blanco, Aguas Afuera
E-7	09° 06' 07.96"	78° 38' 39.28"	Orilla de Playa, frente a los EIP (puntos equidistantes ubicados en la línea paralela a la línea de baja marea de la costa)
E-8	09° 06' 40.96"	78° 34' 06.00"	
E-9	09° 06' 57.96"	78° 34' 00.00"	
E-10	09° 07' 09.96"	78° 33' 50.00"	

2.5. RESULTADOS

En los siguientes cuadros se presentan los resultados obtenidos durante el monitoreo realizado en el mes de Mayo del 2021.

Cuadro N° 06

Resultados de Calidad de Agua Residual Industrial

Parámetros	Unidad	EF-1	D.S. N° 010-2018 MINAM ^{(1) - (2)}
		14/05/2021 08:00	
Análisis de campo			
Temperatura.	°C	25.00	-
Potencial de Hidrógeno.	pH	5.64	5 - 9
Análisis fisicoquímicos			
Sólidos Totales en Suspensión	mg/L	330	700
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	2.417.5	-
Aceites y Grasas	mg/L	19.6	350

- (1) ANEXO: Límites Máximos Permisibles para Efluentes de Establecimientos Industriales Pesqueros de Consumo Humano Directo e Indirecto.
 (2) D.S. N° 010-2018-MINAM deroga al D.S. 010-2008-PRODUCE

Cuadro N° 07
Resultados de Agua de Mar

Parámetros	Unidad	V-1 14.05.2021 10:15	V-2 14.05.2021 10:15	E-1 14.05.2021 10:10	E-2 14.05.2021 09:52	E-3 14.05.2021 10:27	E-4 14.05.2021 10:20	E-5 14.05.2021 10:05	E-6 14.05.2021 09:45	E-7 14.05.2021 11:19	E-8 14.05.2021 11:17	D.S. Nº 004-2017- MINAM Categoría 2 C3 Marinos
Análisis de campo												
Temperatura.	°C	17.40	17.40	17.40	17.30	17.50	17.40	17.40	17.40	18.90	18.30	4.3
Potencial de Hidrógeno.	pH	7.80	7.79	7.80	7.72	7.81	7.79	7.79	7.81	7.50	7.53	6.8 - 8.5
Oxígeno Disuelto.	mg/L	6.39	6.23	6.39	6.37	6.67	6.30	6.23	6.15	1.99	0.50	2.2.5
Análisis físicoquímicos												
Sólidos Totales en Suspensión	mg/L	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	7	<3	70
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	<2.6	<2.6	<2.6	<2.6	<2.6	<2.6	<2.6	<2.6	<2.6	<2.6	10
Acetatos y Grasas	mg/L	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	2.0
Análisis Microbiológicos												
Numeración de Coliformes Totales	NMP/100 ml	<1.8	<1.8	<1.8	2	<1.8	<1.8	<1.8	4.5	2	23	--
Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	NMP/100 ml	<1.8	<1.8	<1.8	<1.8	<1.8	<1.8	<1.8	<1.8	<1.8	<1.8	1000

Cuadro N° 08
Resultados de Agua de Mar

Parámetros	Unidad	E-8	E-10	D.S. N° 004-2017-MINAM Categoría 1 - B1
		14.05.2021 11:31	14.05.2021 11:42	Recreación
Análisis de campo				
Temperatura:	°C	18.60	18.10	-
Potencial de Hidrógeno:	pH	7.54	7.53	6.0 – 9.0
Oxígeno Disuelto:	mg/L	1.22	1.88	≥ 5
Análisis físicoquímicos				
Sólidos Totales en Suspensión	mg/L	3	5	-
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	<2.6	<2.6	5
Aceites y Grasas	mg/L	<0.4	<0.4	Ausencia de película visible
Análisis Microbiológicos				
Numeración de Coliformes Totales	NMP/100 mL	2	13	—
Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	NMP/100 mL	<1.5	<1.5	200



**REPORTE DE RESULTADOS SEGÚN
CONTROL DE LA AUTORIDAD
NACIONAL DEL AGUA - ANA**

Preparado para:

APROFERROL S.A.
PLANTA CHIMBOTE

Agosto 2018

2.2. ESTACIONES DE MONITOREO

En los siguientes cuadros se muestra la relación de estaciones de monitoreo, su descripción y coordenadas.

Cuadro N° 2
Estaciones de Calidad de Agua Residual Industrial

Código de Estación	Coordenadas UTM WGS-84		Descripción
	Este	Norte	
EF-1	767 859	8 992 456	Efluente Industrial (Caja de registro en estación de Bombeo Aproximbote/Aproferrol S.A.)

Cuadro N° 3
Estaciones de Agua de Mar

Código de Estación	Coordenadas Geográficas WGS-84		Descripción
	Latitud	Longitud	
V-1	09° 06' 18.83"	78° 38' 39.28"	Vertimiento de aguas residuales industriales tratadas (emisor 1 Norte)
V-2	09° 06' 20.62"	78° 38' 35.34"	Vertimiento de aguas residuales industriales tratadas (emisor 2 Sur)
E-1	09° 06' 18.82"	78° 38' 39.28"	Al final del Emisor Submarino (punto de emergencia de la pluma)
E-2	09° 06' 09.96"	78° 38' 40.00"	Al Norte del Final del Emisor
E-3	09° 06' 26.96"	78° 38' 40.00"	Al Sur del Final del Emisor
E-4	09° 06' 18.71"	78° 38' 31.00"	Al Este del Final del Emisor
E-5	09° 06' 18.80"	78° 38' 48.00"	Al Oeste del Final del Emisor
E-6	09° 06' 18.80"	78° 38' 48.00"	

Código de Estación	Coordenadas Geográficas WGS-84		Descripción
	Latitud	Longitud	
E-7	09° 06' 07.96"	78° 38' 30.00"	Orilla de Playa, frente a los EIP (puntos equidistantes ubicados en la línea paralela a la línea de baja marea de la costa)
E-8	09° 06' 40.96"	78° 38' 06.00"	
E-9	09° 06' 57.96"	78° 34' 00.00"	
E-10	09° 07' 09.96"	78° 33' 50.00"	

2.3. RESULTADOS

En las siguientes tablas se presentan los resultados obtenidos durante el monitoreo realizado en el mes de Agosto.

Tabla N° 1
Resultados de Calidad de Agua residual industrial

Parámetros	Unidad	EP-1	D.S. N° 810-2008-PRODUCE ⁽¹⁾
		22.08.2018 08:30	
Análisis de campo			
Temperatura.	°C	23.70	-
Potencial de Hidrógeno.	pH	7.85	5 - 9
Análisis físicoquímicos			
Sólidos Totales en Suspensión	mg/L	17	700
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	872.5	©
Aceites y Grasas	mg/L	6.4	350

(1) Límites máximos permisibles (LMP) para la industrial de harina y aceite de pescado y Normas complementarias – Tabla N°01 columna III.

© Ver segunda disposición complementaria y transitoria.



Tabla N° 2
Resultados de Agua de Mar

Parámetros	Unidad	V-1	V-2	V-3	V-4	V-5	V-6	V-7	V-8	V-9	V-10	D.S. N° 864-2017-SEMARNAT Categoría 2 C3
		23.08.2018 10:00	23.08.2018 10:30	23.08.2018 10:40	23.08.2018 10:50	23.08.2018 11:00	23.08.2018 11:00	23.08.2018 11:05	23.08.2018 11:10	23.08.2018 11:15	23.08.2018 11:20	
Análisis de campo												
Temperatura.	°C	15.30	15.30	15.30	15.40	15.40	15.30	15.40	15.70	17.10	16.80	Δ 3
Potencial de Hidrógeno.	pH	7.83	7.89	7.83	7.52	7.87	7.88	7.89	7.60	8.40	7.80	6.8 - 8.5
Oxígeno Disuelto.	mg/L	3.90	3.30	3.90	2.90	3.90	3.20	3.90	4.96	6.90	4.80	≥ 2.5
Análisis físicoquímicos												
Sólidos Totales en Suspensión	mg/L	6	7	6	8	8	7	9	10	12	12	70
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	<2.6	<2.6	<2.6	<2.6	<2.6	<2.6	<2.6	<2.6	<2.6	<2.6	10
Aceites y Grasas	mg/L	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	2.0
Análisis Microbiológicos												
Numeración de Coliformes Totales	NMP/100 mL	230	490	230	17	79	49	22	130	70	490	-
Numeración de Coliformes fecales e termotolerantes	NMP/100 mL	22	17	22	11	17	17	2	13	17	17	1000



Tabla N° 2
Resultados de Agua de Mar

Parámetros	Unidad	6-7	8-9	D.S. N° 004-2017 MAGAN Categoría 1 (B)
		22.06.2018 13:00	23.06.2018 12:00	
Análisis de campo				
Temperatura	°C	17.80	16.60	-
Potencial de Hidrógeno	pH	8.27	7.43	6.0 – 9.0
Oxígeno Disuelto	mg/L	9.22	5.30	≥ 5
Análisis físicoquímicos				
Sólidos Totales en Suspensión	mg/L	11	16	-
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	<2.6	<2.6	5
Aceites y Grasas	mg/L	<0.4	<0.4	Ausencia de película visible
Análisis Microbiológicos				
Numeración de Coliformes Totales	NMP/100 mL	33	330	-
Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	NMP/100 mL	23	27	200

INFORME DE ENSAYO N° 3-11342/15

Pág. 1/5

Solicitante	APROFERRO, S.A.
Domicilio legal	Av. Francisco Bolognesi Nro. 485 Int. 9-2 Casco Urbano - Chimbote - Santa - Ancash
Producto Declarado	AGUA DE MAR
Lugar de Muestreo	Playa 27 de Octubre - Chimbote - Frente a Planta Pesquera
Fecha de muestreo	2015 - 06 - 08
Método de muestreo	Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad en Cuerpos Naturales de Agua Superficial RI N° 182-2011 - ANA
Acta de Inspección	N° 18CH004439/143
Cantidad de muestra para ensayo	10 muestras x 20 L. apor.
Forma de Presentación	En frascos de plástico y vidrio, cerrados, preservados y refrigerados.
Verificación de la muestra	Según se indica.
Fecha de recepción	2015 - 06 - 08
Fecha de inicio del ensayo	2015 - 06 - 09
Fecha de término del ensayo	2015 - 06 - 10
Ensayo realizado en	Laboratorio Ambiental / Microbiología
Identificado con	HS 10036743 (EXMA-00173-2015)
Válidez del documento	Este documento es válido solo para las muestras descritas.

Puntos de muestreo	Coordenadas UTM MDS 84	
	Este	Norte
01. A 1 Km del Puerto Subterráneo (Punto de emergencia de la Playa)	15,170,000	7,942,870
02. A 1 Km del Puerto de Pesca	15,170,000	7,942,870
03. A 1 Km del Puerto de Pesca	15,170,000	7,942,870
04. A 1 Km del Puerto de Pesca	15,170,000	7,942,870
05. A 1 Km del Puerto de Pesca	15,170,000	7,942,870
06. A 1 Km del Puerto de Pesca	15,170,000	7,942,870
07. A 1 Km del Puerto de Pesca	15,170,000	7,942,870
08. A 1 Km del Puerto de Pesca	15,170,000	7,942,870
09. A 1 Km del Puerto de Pesca	15,170,000	7,942,870
10. A 1 Km del Puerto de Pesca	15,170,000	7,942,870
11. A 1 Km del Puerto de Pesca	15,170,000	7,942,870
12. A 1 Km del Puerto de Pesca	15,170,000	7,942,870

Análisis Físico Químico:

Ensayos	Muestra / Resultado			
	01. A 1 Km del Puerto Subterráneo (Punto de emergencia de la Playa)	02. A 1 Km del Puerto de Pesca	03. A 1 Km del Puerto de Pesca	04. A 1 Km del Puerto de Pesca
Análisis y gases (mg/L)				
(O ₂) 0.35 (mg/L)	< 0.35	< 0.35	< 0.35	< 0.35
Concentración Biológica de Oxígeno (mg/L)	< 2.00	< 2.00	< 2.00	< 2.00
Biomasa suspendida total (mg/L)	7.80	8.35	8.45	8.25
(T) Temperatura (°C)	24.60	24.80	24.50	24.50
(pH)	8.21	8.14	8.10	8.13
(O ₂) Oxígeno disuelto (mg/L)	8.42	8.75	8.88	8.81



CALLAO
Oficina Principal
Av. Santa Rosa 601, La Perla - Callao
T: (511) 310 9000 F: (511) 420 4128
www.cerper.com.pe www.cerper.com

CHIMBOTE
Av. José Carlos Montalvo s/n Centro Cívico
Urb. Buenos Aires, Nuevo Chimbote
T: (043) 311 548 F: (043) 314 620
info@cerper.com.pe www.cerper.com

PIURA
Urb. Argemón A - 2 - Piura
T: (073) 322 908 F: 9975 62161
info@cerper.com.pe www.cerper.com

TIPO INFORME DE ENSAYO: CONSTRUCCIÓN DE UNO SANCIONADO CONFORME A LA LEY POR LA AUTORIDAD COMPETENTE

Page 202

1.2.2. *containing the following:*

U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE
U.S. GEOLOGICAL SURVEY

Ensayos	Muestras / Resultados			
	EE: en Fines del Primer Subtema Punto de circulación de la Ruta	EE: en Inicio del Primer Subtema	EE: en Inicio del Segundo Subtema	EE: en Inicio del Tercer Subtema
Coliformes totales (NMP/100ml)	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0
Coliformes termotolerantes (NMP/100ml)	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0

Ensayos	Muestras / Resultados			
	EE: en Inicio del Segundo Subtema	EE: Punto de Inicio - Agua Clara	EE: Inicio de Playa - Frente a Puerto Cumbre	EE: Salida del Muelle - Frente a Playa Cumbrecito, 1213
Coliformes totales (NMP/100ml)	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0
Coliformes termotolerantes (NMP/100ml)	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0

Ensayos	Muestras / Resultados	
	EE: Salida de Playa - Frente a Playa TABA	EE: Salida de Playa - Frente a Muelle de Playa Cumbrecito
Coliformes totales (NMP/100ml)	< 1.0	< 1.0
Coliformes termotolerantes (NMP/100ml)	< 1.0	< 1.0

IL LORO BENEFICIO DI FINE ANNO DI LAVORO COMPIUTO È STATO UNANIMEMENTE CONFERITO A LA SFR. PER LA AUTORESSA COMPTON®

PURS
 1000 Angeleno A. 2 - Pure
 T. (575) 312-908 / 5075-8316

Informes anuales de muestreo colectivo en la bahía El Ferrol CERPER 2010 – 2015.

Ministerio de la Producción	
	
REGISTRO N° 00090698-2015	
CONTRASEÑA: 1047	
FECHA Y HORA: 07/10/2015 11:37:51	
TELEFAX 816-2222 ANEXO 1295-1296	
Revisa tus trámites en nuestro portal: www.produce.gob.pe	

CARGO

Chimbote, 02 de octubre de 2015

GI - 002-2015

Señores
MINISTERIO DE LA PRODUCCIÓN
Dirección General de Sostenibilidad Pesquera
Lima.-

Atención: Rosa Francisca Zavala Correa
Directora Nacional

Asunto: Informe Anual de Monitoreo de Efluentes y Cuerpo Marino Receptor
Julio 2014 – Junio 2015-10-01

Anexo: Un (01) Ejemplar impreso y una copia electrónica (CD)

Es grato dirigirme a usted para saludarla cordialmente y a la vez presentarle el Informe Anual de Efluentes y Cuerpo Marino Receptor correspondiente al período Julio de 2014 – Junio de 2015. El referido informe fue realizado por el Grupo de Monitoreo Integrado de la Zona Industrial 27 de Octubre – Bahía El Ferrol, conformado por las plantas que a continuación se detallan:

- Compañía Pesquera del Pacífico Centro S.A. – Planta Chimbote
- CFG Investment S.A.C.
- Corporación Pesquera 1313 S.A.
- Pesquera Centinela S.A.C.
- CRIDANI S.A. (Ex Islay)
- Corporación Pesquera Inca SAC – Chimbote ACP
- Pesquera Exalmar S.A. – Planta Chimbote
- Tecnológica de Alimentos S.A. – Planta Chimbote ACP
- Tecnológica de Alimentos S.A. – Planta Chimbote FAQ (Ex Huascarán)
- Corporación PFG Centinela S.A.C.
- Corporación Pesquera Inca S.A.C. – Chimbote FAQ
- Procesadora de Productos Marinos S.A. (PROMASA)

Se presenta informe Anual de Monitoreo de Efluentes y Cuerpo Marino Receptor se elaboró cumpliendo con lo establecido en la R.M. N° 003-2002 del 13-08-2002; de la Ley 25977 Ley General de Pesca Decreto y su Reglamento aprobado por Decreto Supremo N° 012-2004-PE del 14-03-2001.

Atentamente,

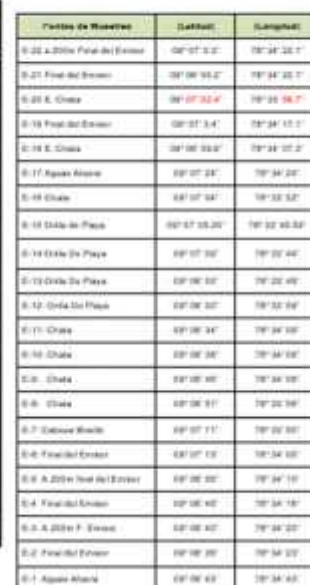

ING. DIEGO URDANIGA GIL
Ing. Diego Urdaniga Gil
Coordinador de Grupo Integrado
Zona 27 de Octubre

I. INTRODUCCIÓN

El Perú en las últimas décadas ha incrementado y diversificado las actividades antropogénicas con el consiguiente deterioro ambiental, esta situación se ha hecho más evidente en la zona costera, donde se asienta la tercera parte de población, debido principalmente a la migración del poblador de la zona andina hacia la costa en la década de los 80, lo cual incrementó substancialmente la densidad poblacional y con ello el deterioro del ambiente costero.

Ante ello el Ministerio de la Producción, mediante la Ley de Promoción y Desarrollo de la Acuicultura y su Reglamento, establece los lineamientos para normar, orientar y promover las actividades de acuicultura en todas sus formas, como fuente de alimentación, empleo y optimización de beneficios económicos en armonía con la conservación del ambiente y de la biodiversidad. Según la Ley General de Pesca (D.S. 012-2001-PE) establece en su Título VII, Capítulo I efectuar a través de terceros, y sin perjuicio de la responsabilidad que les corresponde a los titulares de actividades pesqueras y acuícolas, el monitoreo ambiental de los ecosistemas sensibles sujetos al aprovechamiento por actividades pesqueras y acuícolas, con el fin de garantizar su calidad ambiental y la protección de la biodiversidad acuática.

Basados en esta premisa, se solicitó a la empresa CERTIFICACIONES DEL PERÚ S.A. la elaboración del Monitoreo ambiental de Efluentes y Cuerpo marino receptor del Grupo 27 de Octubre - Chimbote. El presente Informe anual de Monitoreo de Efluentes y Cuerpo marino receptor contiene los aspectos abarcados en este monitoreo, desde registros de lecturas, procedimientos e interpretación de resultados del monitoreo anual correspondiente al periodo julio 2014-junio 2015.



RAZON SOCIAL												: GRUPO 27 DE OCTUBRE				20.45454545		79.54545455									
UBICACION												: BAHIA DE CHIMBOTE															
DEMANDA BIOQUIMICA - SUPERFICIE																											
Mes	E22	E21	E20	E19	E18	E17	E16	E15	E14	E13	E12	E11	E10	E9	E8	E7	E6	E5	E4	E3	E2	E1	Cat. 2: Act. Mar. Cost. Sub Cat. 3	PESCA			
	200m FEMISOR TASA	FEMISOR PROMASA	CHATA PROMASA	FEMISOR TASA	CHATA TASA	A. AFUERA LADO SUR	E CHATA COPENCA	O. PLAYA COPENCA	O. PLAYA CRIDANI	O. PLAYA TASA	O. PLAYA EXALMAR	E CHATA EXALMAR	E CHATA TASA	E CHATA PAC. CENTRO	E CHATA CFG Invest.	C. MUELLE CRIDANI	F. EMISOR CRIDANI	200 m F. EMISOR CFG. Invest.	F. EMISOR CORP.1313	200 m F. EMISOR TASA	F. EMISOR EXALMAR	A. AFUERA LADO NORTE	D.S.M002-2008- MINAM				
julio	2.50	3.10	3.30	2.85	3.40	3.00	3.10	3.90	3.70	3.15	3.80	2.60	2.70	2.70	1.90	3.00	2.50	2.70	2.70	3.10	2.60	2.60	10.0	SI			
Agosto	2.60	3.20	3.40	3.00	3.00	2.60	2.80	2.80	2.60	3.00	2.40	1.80	2.60	3.20	2.80	2.80	2.60	2.80	3.20	2.80	2.80	2.60	10.0	SI			
Octubre	3.70	3.80	3.60	4.20	4.40	3.90	3.80	4.00	4.80	4.60	4.40	3.60	3.30	4.00	3.60	3.80	3.60	3.30	3.80	3.60	4.00	3.80	10.0	NO			
Marzo	2.50	2.00	6.60	2.00	2.80	2.60	3.40	6.60	7.00	6.00	6.20	2.60	4.10	4.00	4.80	3.20	3.40	4.40	3.80	5.80	3.40	4.20	10.0	NO			
Abril	4.10	2.20	1.60	3.00	2.80	2.90	6.90	3.00	3.60	4.00	7.50	2.60	8.70	7.20	1.80	2.60	3.20	2.80	2.40	1.80	3.20	3.00	10.0	SI			
Mayo	2.20	2.40	2.20	2.00	1.80	2.10	1.80	2.40	1.90	2.00	2.40	1.60	2.50	2.80	2.40	2.90	2.00	2.40	1.70	2.50	2.80	1.80	10.0	SI			
Junio	3.20	2.40	2.60	3.60	3.00	3.00	4.20	3.40	3.60	2.80	3.80	2.80	2.60	3.00	3.60	2.60	2.60	3.00	3.40	3.00	3.60	3.40	10.0	NO			

[illegible]

RAZON SOCIAL										: GRUPO 27 DE OCTUBRE																			
UBICACION										: BAHIA DE CHIMBOTE																			
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES - SUPERFICIE																													
Mes	E22	E21	E20	E19	E18	E17	E16	E15	E14	E13	E12	E11	E10	E9	E8	E7	E6	E5	E4	E3	E2	E1	D.S.Nº002-2008-MINAM	PESCA					
	200m F.EMISOR TASA	F.EMISOR PROMASA	CHATA PROMASA	F.EMISOR TASA	CHATA TASA	A. AFUERA LADO SUR	E CHATA COPENCA	O. PLAYA COPENCA	O. PLAYA CRIDANI	O. PLAYA TASA	O. PLAYA EXALMAR	E CHATA EXALMAR	E CHATA TASA	E CHATA PAC. CENTRO	E CHATA CFG Invest.	C. MUELLE CRIDANI	F. EMISOR CRIDANI	200 m F. EMISOR CFG. Invest.	F. EMISOR CORP.1313	200 m F. EMISOR TASA	F. EMISOR EXALMAR	A. AFUERA LADO NORTE	Cat. 2: Act. Mar. Cost. Sub Cat. 3						
julio	15.24	16.48	13.64	14.64	10.92	9.40	10.68	26.36	29.84	16.16	27.32	13.28	15.52	12.64	13.84	15.40	14.00	16.92	8.92	15.04	7.68	14.48	70.0	SI					
Agosto	13.20	13.80	14.10	13.60	13.90	13.50	13.30	15.00	14.80	15.30	14.60	14.50	14.30	13.30	14.30	14.00	14.60	14.30	14.40	15.30	14.30	14.30	70.0	SI					
Octubre	9.72	12.00	12.52	13.56	11.12	9.88	10.80	17.00	14.40	16.40	18.28	14.28	10.04	9.52	8.40	14.28	12.12	12.88	9.08	10.76	13.56	11.60	70.0	NO					
Marzo	17.30	19.80	18.75	9.36	19.00	15.75	19.25	19.35	15.70	23.45	30.00	16.95	14.25	25.70	25.35	22.30	15.75	17.60	23.35	28.05	19.80	11.36	70.0	NO					
Abril	12.68	13.32	15.32	12.24	13.28	13.36	16.76	16.72	13.16	22.20	24.12	21.36	32.80	22.72	19.88	22.96	20.68	14.80	11.40	15.40	21.68	28.56	70.0	SI					
Mayo	19.10	22.70	15.80	17.50	18.00	16.00	22.40	19.30	16.70	76.00	66.10	28.00	26.20	27.70	16.90	18.30	20.80	26.80	24.20	51.40	29.80	16.80	70.0	SI					
Junio	11.20	11.20	11.40	11.70	11.60	10.50	12.80	15.70	14.90	16.90	15.50	11.30	10.80	12.40	11.50	11.60	12.00	11.60	11.90	10.20	12.70	10.10	70.0	NO					

RAZON SOCIAL																						: GRUPO 27 DE OCTUBRE			
UBICACIÓN																						: BAHIA DE CHIMBOTE			
ACEITES Y GRASAS - SUPERFICIE																									
Mes	E22	E21	E20	E19	E18	E17	E16	E15	E14	E13	E12	E11	E10	E9	E8	E7	E6	E5	E4	E3	E2	E1	Cat. 2: Act. Mar. Cost. Sub Cat. 3	PESCA	
	200m F.EMISOR TASA	F.EMISOR PROMASA	CHATA PROMASA	F.EMISOR TASA	CHATA TASA	A. AFUERA LADO SUR	E CHATA COPEINCA	O. PLAYA COPEINCA	O. PLAYA CRIDANI	O. PLAYA TASA	O. PLAYA EXALMAR	E. CHATA EXALMAR	E CHATA TASA	E. CHATA PAC. CENTRO	E CHATA CFG Invest.	C. MUELLE CRIDANI	F. EMISOR CRIDANI	200 m F. EMISOR CFG. Invest.	F. EMISOR CORP.1313	200 m F. EMISOR TASA	F. EMISOR EXALMAR	A. AFUERA LADO NORTE	D.S.Nº002-2008- MINAM		
Julio	0.22	0.35	0.20	0.17	0.25	0.30	0.32	0.35	0.15	0.22	0.33	0.25	0.22	0.20	0.16	0.24	0.26	0.31	0.27	0.31	0.09	0.40	2.0	SI	
Agosto	0.37	0.26	0.33	0.26	0.13	0.36	0.27	0.23	0.37	0.29	0.25	0.26	0.33	0.18	0.24	0.24	0.11	0.20	0.11	0.13	0.27	0.32	2.0	SI	
Octubre	0.27	0.20	0.12	0.33	0.19	0.29	0.31	0.34	0.14	0.13	0.12	0.28	0.36	0.13	0.31	0.21	0.24	0.31	0.15	0.21	0.12	0.26	2.0	NO	
Marzo	0.33	0.33	0.19	0.30	0.14	0.37	0.31	0.23	0.30	0.32	0.11	0.21	0.28	0.34	0.12	0.12	0.24	0.22	0.17	0.13	0.19	0.28	2.0	NO	
Abril	0.17	0.31	0.22	0.19	0.17	0.23	0.35	0.35	0.22	0.13	0.23	0.37	0.32	0.30	0.35	0.24	0.34	0.24	0.21	0.12	0.35	0.29	2.0	SI	
Mayo	0.15	0.26	0.29	0.25	0.31	0.36	0.28	0.30	0.20	0.10	0.10	0.40	0.30	0.40	0.20	0.10	0.20	0.30	0.10	0.35	0.31	0.12	2.0	SI	
Junio	0.24	0.11	0.17	0.36	0.13	0.27	0.34	0.25	0.33	0.19	0.29	0.16	0.35	0.15	0.16	0.35	0.19	0.27	0.13	0.18	0.22	0.22	2.0	NO	

CARGO

Chimbote, Setiembre 05 del 2013

CFG-010-2013/CHIMBOTE

Señores:

MINISTERIO DE LA PRODUCCIÓN

Dirección General de Sostenibilidad Pesquera

Lima.-

Atención : Sra. Rosa Francisca Zavala Correa
Directora de la Dirección General de Sostenibilidad Pesquera

Asunto : Informe Anual de Monitoreo de Efluentes y Cuerpo
Marino Receptor Julio 2012 – Junio 2013.

Anexo : Dos ejemplares originales impresos y una copia electrónica (CD-R).

Es grato dirigirme a Ud. para saludarlo cordialmente y al mismo tiempo manifestarle que, en relación al asunto del rubro, para la presentación del Informe Anual de Efluentes y Cuerpo Marino Receptor Período Julio 2012 – Junio 2013. Dicho informe fue realizado por el Grupo de Monitoreo Integrado de la Zona Industrial 27 de Octubre – Bahía Ferrol, las cuales se detallan a continuación:

- ✓ Compañía Pesquera del Pacífico Centro S.A. – Planta Chimbote
- ✓ CFG Investment S.A.C.
- ✓ Corporación Pesquera 1313 S.A.
- ✓ Pesquera Centinela S.A.C.
- ✓ CRIDANI S.A. (Ex. Islay)
- ✓ Corporación Pesquera Inca S.A.C. – Chimbote ACP
- ✓ Pesquera Exalmar S.A. – Planta Chimbote
- ✓ Tecnología de Alimentos S.A. – Planta Chimbote ACP
- ✓ Tecnología de Alimentos S.A. – Planta Chimbote FAQ (Ex Huascaran)
- ✓ Corporación PFG Centinela S.A.C.
- ✓ Corporación Pesquera Inca S.A.C. – Chimbote FAQ
- ✓ Procesadora de Productos Marinos S.A. (PROMASA)

En cumplimiento con la Resolución Ministerial N° 003-2002 del 13-01-2002, Decreto Supremo N° 012-2004-PE del 14-03-01 y la Ley N° 25977 "Ley General de Pesca" del 07-12-82, se elaboró el Informe Anual del Monitoreo de Efluentes y Cuerpo Marino Receptor del período Julio 2012 – Junio 2013.

Agradeciendo la atención que merezca la presente, me suscribo de Ud.

Atentamente,


Ing. Diego Urdaniga Gil (i)
Coord. del Grupo de Monitoreo Integrado
Zona 27 de Octubre

WRA/eq.
C.c.: Archivo
Adj.: Lo Indicado



I. INTRODUCCIÓN

El Perú en las últimas décadas ha incrementado y diversificado las actividades antropogénicas con el consiguiente deterioro ambiental, esta situación se ha hecho más evidente en la zona costera, donde se asienta la tercera parte de población, debido principalmente a la migración del poblador de la zona andina hacia la costa en la década de los 80, lo cual incrementó substancialmente la densidad poblacional y con ello el deterioro del ambiente costero.

Ante ello el Ministerio de la Producción, mediante la Ley de Promoción y Desarrollo de la Acuicultura y su Reglamento, establece los lineamientos para normar, orientar y promover las actividades de acuicultura en todas sus formas, como fuente de alimentación, empleo y optimización de beneficios económicos en armonía con la conservación del ambiente y de la biodiversidad. Según la Ley General de Pesca (D.S. 012-2001-PE) establece en su Título VII, Capítulo I efectuar a través de terceros, y sin perjuicio de la responsabilidad que les corresponde a los titulares de actividades pesqueras y acuícolas, el monitoreo ambiental de los ecosistemas sensibles sujetos al aprovechamiento por actividades pesqueras y acuícolas, con el fin de garantizar su calidad ambiental y la protección de la biodiversidad acuática.

Basados en esta premisa, se solicitó a la empresa CERTIFICACIONES DEL PERÚ S.A. la elaboración del Monitoreo ambiental de Efluentes y Cuerpo marino receptor del Grupo 27 de Octubre - Chimbote. El presente Informe anual de Monitoreo de Efluentes y Cuerpo marino receptor contiene los aspectos abarcados en este monitoreo, desde registros de lecturas, procedimientos e interpretación de resultados del monitoreo anual correspondiente al período julio 2012-junio 2013.

GRUPO INTEGRADO 27 DE OCTUBRE - CHIMBOTE



Puntos de Muestreo	(Latitud)	(Longitud)
E-22 a 200m Final del Emisor	09° 07' 2.3"	78° 34' 22.1"
E-21 Final del Emisor	09° 06' 55.2"	78° 34' 22.1"
E-20 E. Chata	09° 06' 53.4"	78° 34' 51.3"
E-19 Final del Emisor	09° 07' 3.4"	78° 34' 17.1"
E-18 E. Chata	09° 06' 58.6"	78° 34' 07.3"
E-17 Agua Ahuira	09° 07' 24"	78° 34' 34"
E-16 Chata	09° 07' 04"	78° 33' 52"
E-15 Orilla de Playa	09° 07' 05.25"	78° 33' 45.59"
E-14 Orilla De Playa	09° 07' 09"	78° 33' 44"
E-13 Orilla De Playa	09° 06' 53"	78° 33' 49"
E-12 Orilla De Playa	09° 06' 30"	78° 33' 59"
E-11 Chata	09° 06' 34"	78° 34' 09"
E-10 Chata	09° 06' 38"	78° 34' 08"
E-9 Chata	09° 06' 46"	78° 34' 06"
E-8 Chata	09° 06' 51"	78° 33' 56"
E-7 Cabeza Muelle	09° 07' 11"	78° 33' 50"
E-6 Final del Emisor	09° 07' 13"	78° 34' 00"
E-5 A 200m final del Emisor	09° 06' 56"	78° 34' 10"
E-4 Final del Emisor	09° 06' 45"	78° 34' 18"
E-3 A 200m F. Emisor	09° 06' 40"	78° 34' 20"
E-2 Final del Emisor	09° 06' 36"	78° 34' 23"
E-1 Agua Ahuira	09° 06' 43"	78° 34' 43"

RAZON SOCIAL										: GRUPO 27 DE OCTUBRE																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
--------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

RAZON SOCIAL										: GRUPO 27 DE OCTUBRE																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
--------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

RAZON SOCIAL									: GRUPO 27 DE OCTUBRE															
UBICACIÓN									: BAHIA DE CHIMBOTE															
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES - SUPERFICIE																								
Mes	EI	EIO	EII	EI2	EI3	EI4	EI5	EI6	EI7	EI8	EI9	E2	E20	E21	E22	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	D.S.Nº002- 2008-MINAM	PESCA
	A. AFUERA LADO NORTE	E.CHATA TASA	E.CHATA EXALMAR	O.PLAYA EXALMAR	O.PLAYA TASA	O.PLAYA CRIDANI	O.PLAYA COPENCA	E.CHATA COPENCA	A. AFUERA LADO SUR	CHATA TASA	F.EMISOR TASA	F. EMISOR EXALMAR	CHATA PROMASA	F.EMISOR PROMASA	200m F.EMISOR TASA	200 m F. EMISOR TASA	F. EMISOR CORP.1313	200 m F. EMISOR CFG. Invest.	F. EMISOR CRIDANI	C. MUELLE CRIDANI	E.CHATA CFG Invest.	E.CHATA PAC. CENTRO	Cat. 2: Act. Mar. Cost. Sub Cat. 3	
Ene-13	6.20	10.96	13.00	75.60	13.84	7.44	8.36	7.00	3.72	10.80	10.48	3.80	5.44	11.00	7.64	11.20	6.60	8.04	9.52	3.40	16.80	14.16	70.0	SI
Abr-13	16.48	23.52	26.08	31.84	15.96	12.92	13.56	29.36	21.32	7.28	33.92	14.52	19.72	19.92	25.40	13.68	19.92	19.84	28.76	22.64	17.00	26.40	70.0	NO
May-13	13.04	11.24	13.84	14.72	10.72	11.72	10.20	9.56	6.36	7.64	10.08	15.88	12.64	14.24	11.92	19.12	16.36	5.28	14.32	19.80	15.16	12.80	70.0	SI
Jun-13	26.68	24.04	36.68	29.60	30.40	24.36	25.28	35.20	25.24	22.24	16.44	28.28	30.28	29.48	28.48	21.24	25.12	27.24	28.44	27.12	27.52	25.92	70.0	SI
Jul-12	12.68	19.52	22.68	49.48	18.64	23.00	23.04	18.04	11.56	12.00	14.88	12.56	11.96	12.88	8.92	12.32	20.60	5.36	17.28	14.40	15.15	25.36	70.0	SI
Oct-12	7.56	17.44	12.60	10.00	147.30	14.08	11.88	11.52	8.44	15.88	7.96	7.96	6.12	6.56	6.28	12.16	13.12	9.96	13.28	9.92	9.88	11.52	70.0	NO
Nov-12	12.72	13.40	11.68	12.68	15.24	10.28	9.40	10.68	14.96	9.64	7.20	10.92	10.88	11.76	13.52	11.96	7.76	9.32	9.64	11.60	12.76	9.60	70.0	NO
Dic-12	12.80	9.96	12.52	11.16	8.44	10.64	13.24	9.60	12.20	8.96	9.52	11.76	8.72	10.92	8.56	10.20	13.08	8.08	12.24	8.96	9.12	8.44	70.0	SI

RAZON SOCIAL										: GRUPO 27 DE OCTUBRE																							
UBICACIÓN										: BAHIA DE CHIMBOTE																							
ACEITES Y GRASAS - SUPERFICIE																																	
Mes	E1	E10	E11	E12	E13	E14	E15	E16	E17	E18	E19	E2	E20	E21	E22	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	Cat. 2: Act. Mar. Cost. Sub Cat. 3	PESCA									
	A. AFUERA LADO NORTE	E CHATA TASA	E CHATA EXALMAR	O. PLAYA EXALMAR	O. PLAYA TASA	O. PLAYA CRIDANI	O. PLAYA COPEINCA	E CHATA COPEINCA	A. AFUERA LADO SUR	CHATA TASA	F.EMISOR TASA	F. EMISOR EXALMAR	CHATA PROMASA	F.EMISOR PROMASA	200m F.EMISOR TASA	200 m F. EMISOR TASA	F. EMISOR CORP.1313	200 m F. EMISOR CFG. Invest.	F. EMISOR CRIDANI	C. MUELLE CRIDANI	E CHATA CFG Invest.	E CHATA PAC. CENTRO	D.S.N002-2008- MINAM										
Ene-13	0.11	1.44	1.68	1.22	1.28	1.13	1.23	1.49	0.21	0.40	0.68	0.15	1.43	0.86	0.17	1.33	1.26	1.38	1.16	1.46	1.56	1.39	2.0	SI									
Abr-13	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	2.0	NO									
May-13	0.23	1.62	0.33	1.52	1.57	1.54	1.56	0.14	0.51	1.68	1.75	0.31	1.78	1.74	0.75	0.49	0.26	0.81	1.43	1.20	0.72	0.36	2.0	SI									
Jun-13	0.40	0.60	0.70	0.50	1.40	0.50	0.40	0.80	0.30	0.40	0.40	0.50	0.50	0.40	0.50	0.40	0.40	0.50	0.50	0.60	0.50	0.50	2.0	SI									
Jul-12	0.10	0.60	0.10	1.40	0.20	1.50	0.70	0.80	0.20	0.10	0.08	0.10	0.80	0.20	0.10	0.20	0.10	0.10	0.60	0.10	0.80	0.10	2.0	SI									
Oct-12	0.25	0.97	0.78	1.41	0.66	0.56	0.48	1.56	0.37	0.43	0.41	0.30	0.33	0.38	0.29	0.26	0.49	0.34	0.31	1.23	0.72	0.45	2.0	NO									
Nov-12	0.70	0.70	0.70	0.60	0.70	0.80	0.80	0.70	0.60	0.50	0.50	0.70	0.60	1.90	0.70	0.60	0.60	0.50	0.50	0.80	0.80	0.70	2.0	NO									
Dic-12	0.76	0.19	0.23	0.43	1.51	1.15	1.28	1.25	0.21	0.81	0.46	0.29	1.23	0.86	0.24	0.39	0.35	0.82	0.78	1.56	1.58	1.20	2.0	SI									



COMPAÑÍA PESQUERA DEL
PACIFICO CENTRO S.A.

URGENTE

Chimbote, Octubre 13 del 2011.

CPPC-001-2011-JAC/CHIMBOTE

Señores:

MINISTERIO DE LA PRODUCCIÓN

Dirección General de Asuntos Ambientales Pesqueros – PRODUCE/DIGAAP

Lima-

Atención : Jessica Araceli Pino Shibata
Directora DIGAAP

Asunto : Informe Anual de Monitoreo de Efuentes y Cuerpo
Marino Receptor Julio 2010 – Junio 2011.

Anexo : Dos ejemplares originales impresos y una copia electrónica (CD-R).

Es grato dirigirme a Ud. para saludarlo cordialmente y al mismo tiempo manifestarle que, en relación al asunto del rubro, para la presentación del Informe Anual de Efuentes y Cuerpo Marino Receptor Periodo Julio 2010 – Junio 2011 dicho informe fue realizado por el Grupo de Monitoreo Integrado de la Zona Industrial 27 de Octubre – Bahía Ferrol, las cuales se detallan a continuación:

- ✓ Compañía Pesquera del Pacífico Centro S.A. – Planta Chimbote
- ✓ CFG Investment S.A.C.
- ✓ Corporación Pesquera 1313 S.A.
- ✓ Pesquera Centinela S.A.C.
- ✓ CRIDANI S.A. (Ex. Istay)
- ✓ Corporación Pesquera Inca S.A.C. – Chimbote ACP
- ✓ Pesquera Exaimar S.A. – Planta Chimbote
- ✓ Tecnología de Alimentos S.A. – Planta Chimbote ACP
- ✓ Tecnología de Alimentos S.A. – Planta Chimbote FAQ (Ex Huascarán)
- ✓ Corporación PFB Centinela S.A.C.
- ✓ Corporación Pesquera Inca S.A.C. – Chimbote FAQ
- ✓ Productos Marinos S.A. (PROMASA)

En cumplimiento con la Resolución Ministerial N° 003-2002 del 13-01-2002, Decr. Supremo N° 012-2004-PE del 14-03-01 y la Ley N° 25977 "Ley General de Pesca" del 12-92 y según los términos de Referencia del Oficio Mult. N° 021-20 PRODUCE/DIGAAP, se elaboró el Informe Anual del Monitoreo de Efuentes y Cuerpo Marino Receptor del periodo Julio 2010 – Junio 2011.

Agradeciendo la atención que merezca la presente, me suscribo de Ud.

Afectuosamente

Ing. William Rodríguez Angulo
Coord. del Grupo de Monitoreo Integrado
Zona 27 de Octubre



[illegible]

RAZON SOCIAL																							: GRUPO 27 DE OCTUBRE																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
--------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--