



**UNS**  
ESCUELA DE  
POSTGRADO

---

**“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 optar el grado de Maestro en  
Ciencias en Gestión Ambiental**

**Autor:**

**Br. John Oscar Arias Nuñuvero**

**Asesor:**

**Ms. Víctor Manuel García Nolzco**

**NUEVO CHIMBOTE – PERU**

**2020**





## CONSTANCIA DE ASESORAMIENTO DE LA TESIS

Yo, Víctor Manuel García Nolazco, mediante la presente certifico mi asesoramiento de la Tesis de Maestría titulada: “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”, elaborada por el (la) bachiller, para obtener el Grado Académico de Maestro en Ciencias en Gestión Ambiental en la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional del Santa.

Nuevo Chimbote, agosto del 2020

---

Ms. Víctor Manuel García Nolazco  
ASESOR



## HOJA DE CONFORMIDAD DEL JURADO EVALUADOR

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 OPTAR EL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS EN GESTION AMBIENTAL**

Revisado y Aprobado por el Jurado Evaluador:

.....  
Dr. Luis Ángel Campoverde Vigo  
PRESIDENTE

.....  
Ms. Gilmer Juan Luján Guevara  
SECRETARIA (O)

.....  
Ms. Víctor Manuel García Nolasco  
VOCAL

# **DEDICATORIA**

## **A Dios**

Por permitirme haber llevado a culminar el presente trabajo, habiéndome enseñado a valorar y poder haber logrado mis objetivos trazados.

## **A mis Padres**

Por su apoyo incondicional que me permitieron ser una persona de bien y por cultivar en mis buenos valores que me acompañaran a lo largo de mi vida.

## **A mis maestros**

Por su orientación y sus conocimientos brindados, así fue posible culminar con mi investigación.

**JOHN ARIAS**

## **AGRADECIMIENTO**

Me complace de sobre manera dar mi más sincero agradecimiento a mi casa de estudios **Universidad Nacional del Santa**, a la Escuela de Postgrado, pues en ella me brindaron mi formación y una constante dotación de conocimientos impartidos por distinguidos docentes quienes son muy buenos profesionales, íntegros y dignos que enrumban a cada uno que acudimos de sus conocimientos, siendo de mucha utilidad durante nuestra vida profesional.

Al **Ms. Víctor García Nolazco, Dr. Álvaro Tresierra Aguilar**, por su confianza, orientaciones, motivación, colaboración y conocimiento impartidos durante la ejecución del presente trabajo de investigación, por su paciencia y orientación durante mi formación profesional, y por el tiempo brindado.

A mis familiares y amigos que me acompañaron durante este proceso, de manera incondicional, por su motivación y el empuje que necesitaba.

Gracias a todos.

**JOHN ARIAS**

# ÍNDICE

## Contenido

CONSTANCIA DE ASESORAMIENTO DE LA TESIS .....	iii
HOJA DE CONFORMIDAD DEL JURADO EVALUADOR .....	iv
DEDICATORIA .....	v
AGRADECIMIENTO .....	vi
ÍNDICE .....	vii
LISTA DE CUADROS .....	x
LISTA DE GRAFICOS .....	xii
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT .....	xvi
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO I.....	3
1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	3
1.1. Planteamiento y fundamentación del problema de investigación. ....	3
1.2. Antecedentes de la investigación .....	4
1.3. Formulación del problema.....	8
1.4. Delimitación del estudio .....	8
1.5. Justificación e importancia de la investigación .....	8
1.6. Objetivos de la investigación.....	9
1.6.1. Objetivo General.....	9
1.6.2. Objetivo Especifico .....	9
CAPITULO II.....	10
2. MARCO TEÓRICO .....	10
2.1. Fundamentación teórica de la investigación.....	10
2.1.1. Bahía de Coishco .....	10
2.1.1.1. Morfometría .....	10
2.1.1.2. Batimetría .....	11
2.1.1.3. Sedimentología .....	11
2.1.1.4. Masas de agua.....	12
2.1.1.5. Circulación marina.....	12
2.1.1.6. Contaminación del agua .....	13
2.1.1.7. Origen de la contaminación .....	13
2.1.1.8. Contaminación de agua de mar:.....	14

2.1.1.9.	¿Cómo se evita la contaminación del agua mar? .....	14
2.1.1.10.	Medición de contaminación del agua .....	15
2.1.1.11.	Efectos de la contaminación:.....	16
2.1.2.	Efluentes de la industria pesquera: .....	18
2.1.2.1.	Agua de bombeo: .....	21
2.1.2.2.	Sanguaza: .....	24
2.1.2.3.	Agua de cola: .....	24
2.1.2.4.	Efluentes de limpieza: .....	24
2.1.2.5.	Efluentes de laboratorio:.....	25
2.1.2.6.	Efluentes domésticos: .....	25
2.1.2.7.	Agua de enfriamiento de la columna barométrica: .....	25
2.1.2.8.	Efluentes torres lavadoras de gases:.....	25
2.1.3.	Proceso de harina de pescado en empresas pesqueras peruanas .....	29
2.1.4.	Producción de harina de pescado.....	32
2.1.4.1.	Pama.....	33
2.2.	Marco conceptual.....	40
CAPITULO III.....		43
3. MARCO METODOLOGÍCO.....		43
3.1.	Hipótesis central de la investigación .....	43
3.2.	Variables e indicadores de la investigación .....	43
3.2.1.	Definición operacional:.....	43
3.2.2.	Dimensión.....	44
3.2.3.	Indicadores .....	44
3.3.	Métodos de la investigación: .....	45
3.4.	Diseño o esquema de la investigación .....	45
3.5.	Población y muestra .....	45
3.6.	Actividades del proceso investigativo .....	50
3.7.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	50
3.8.	Procedimiento de la recolección de datos: .....	50
3.8.1.	Recolección de muestras:.....	51
3.9.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos .....	60
CAPITULO IV .....		61
4. RESULTADOS Y DISCUSION .....		61

4.1. Caracterización fisicoquímica y biológica de los efluentes de la industria pesquera .....	61
4.2. Caracterización física, química y biológica las aguas del cuerpo marino receptor Bahía de Coishco.....	69
4.2.1. Análisis del agua de mar de la bahía de Coishco, por estaciones de monitoreo.....	84
4.3. Comparación de valores obtenidos en el cuerpo marino receptor con los estándares de calidad ambiental. ....	93
4.4. Comparación de los valores obtenidos de los efluentes con los límites máximos permisibles para la descarga de efluentes en la bahía. .	95
4.5. Relación entre los efluentes de la industria pesquera y el agua de mar de la bahía de Coishco. ....	96
CAPITULO V .....	108
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	108
5.1. CONCLUSIONES .....	108
5.2. RECOMENDACIONES .....	110
REFERENCIAS BIBLIGRAFICAS .....	111
ANEXOS .....	114

## LISTA DE CUADROS

Cuadro 1 Estándares nacionales de calidad ambiental para agua categoría 02 .....	17
cuadro 2. Límites máximos permisibles (IMP) para efluentes de la industria de harina y aceite de pescado .....	27
cuadro 3. Límites máximos permisibles (LMP) para los efluentes de la industria pesquera de consumo humano directo, para vertimientos a cuerpos receptores de aguas. ....	29
cuadro 4. Matriz de operacionalización de variables.....	44
cuadro 5. Industrias pesqueras en actividad. ....	47
cuadro 6. Industrias pesqueras de harina pescado de alto contenido proteico.....	49
cuadro 7. Estaciones de monitoreo en la empresa pesquera (bahía de Coishco). ....	52
cuadro 8. Estaciones de monitoreo imarpe (bahía de Coishco). ....	54
cuadro 9. Clasificación del cuerpo de agua marino costero, bahía de Coishco. ....	57
cuadro 10. Estándares nacionales de calidad para agua, según zona encontrada en la bahía de Coishco .....	58
cuadro 11. Frecuencia monitoreos agua de bahía de Coishco y efluente de la industria pesquera .....	59
cuadro 12. Calificación sanitaria de la caleta de Coishco .....	92
cuadro 13. Comparación de los valores obtenidos en las aguas de la bahía de Coishco, en los años 2015 y 2016, con los valores normados. ....	93
cuadro 14. Comparación de los valores obtenidos en los efluentes finales, en los años 2015 y 2016 con los valores normados. ....	95
cuadro 15. Correlación entre la temperatura de las aguas de la bahía de Coishco y los efluentes de la industria pesquera. ....	96
cuadro 16. Correlación entre el pH de las aguas de la bahía de Coishco y los efluentes de la industria pesquera.....	97

cuadro 17. Correlación entre los sólidos suspendidos totales de las aguas de la bahía de Coishco y los efluentes de la industria pesquera. ....	98
cuadro 18. Correlación entre los aceites y grasa de las aguas de la bahía de Coishco y los efluentes de la industria pesquera. ....	99
cuadro 19. Correlación entre las aguas de la bahía de Coishco y los efluentes de la industria pesquera para DBO <sub>5</sub> . ....	100
cuadro 20. Correlación entre coliformes termotolerantes de las aguas de la bahía de Coishco y los efluentes de la industria pesquera. ....	101

## LISTA DE GRAFICOS

Gráfico 1. Bahía de Coishco .....	11
gráfico 2. Distribución de la circulación marina .....	13
gráfico 3. Diagrama de operaciones para la elaboración de harina de pescado.....	31
gráfico 4. Proceso de elaboración de harina y aceite de pescado.....	32
gráfico 5. Trommels .....	35
gráfico 6. Trampa de grasa.....	36
gráfico 7. Celda química (floateng). .....	38
gráfico 8. Sistema de tratamiento de agua de bombeo (PAMA).....	39
gráfico 9. Bahía de Coishco con principales industrias pesqueras en actividad .....	47
gráfico 10. Bahía de Coishco, puntos geo-referenciados (estaciones industria pesquera).....	53
gráfico 11. Bahía de Coishco, puntos geo-referenciados (estaciones IMARPE) .....	55
gráfico 12. Bahía de Coishco, puntos geo-referenciados.....	56
gráfico 13. Clasificación del cuerpo de agua marino costero, bahía de Coishco. ....	57
gráfico 14. Temperatura (°C) de los efluentes de la industria pesquera, en los años 2015 y 2016.pesquera, en los años 2015 y 2016. ....	61
gráfico 15. PH de los efluentes de la industria pesquera, en los años 2015 y 2016.....	63
gráfico 16. Aceites y grasa de los efluentes de la industria pesquera, en los años 2015 y 2016.....	64
gráfico 17. Sólidos suspendidos totales de los efluentes de la industria pesquera, en los años 2015 y 2016. ....	65
gráfico 18. DBO <sub>5</sub> de los efluentes de la industria pesquera, en los años 2015 y 2016.....	66
gráfico 19. Coliformes termotolerantes de los efluentes de la industria pesquera, en los años 2015 y 2016. ....	67

gráfico 20. Principales medidas estadísticas de la temperatura (°C) del agua en la bahía de Coishco, en los años 2015 y 2016.....	69
gráfico 21. Principales medidas estadísticas del oxígeno disuelto del agua en la bahía de Coishco, en los años 2015 y 2016.....	70
gráfico 22. Principales medidas estadísticas del pH del agua en la bahía de Coishco, en los años 2015 y 2016. ....	71
gráfico 23. Principales medidas estadísticas de aceites y grasa del agua en la bahía de Coishco, en los años 2015 y 2016.....	72
gráfico 24. Principales medidas estadísticas de sólidos suspendidos totales del agua en la bahía de Coishco, en los años 2015 y 2016...	73
gráfico 25. Principales medidas estadísticas de dbo <sub>5</sub> del agua en la bahía de Coishco, en los años 2015 y 2016. ....	74
gráfico 26. Principales medidas estadísticas de coliformes termotolerantes del agua en la bahía de Coishco, en los años 2015 y 2016. ....	75
gráfico 27. Principales medidas estadísticas de la temperatura (°C) del agua según estaciones del IMARPE, bahía de Coishco, en los años 2015 y 2016.....	76
gráfico 28. Principales medidas estadísticas del oxígeno disuelto (monitoreo IMARPE), en los años 2015 y 2016. ....	77
gráfico 29. Principales medidas estadísticas del pH en la bahía Coishco (monitoreo IMARPE), en los años 2015 y 2016. ....	79
gráfico 30. Principales medidas estadísticas de aceites y grasa del agua bahía Coishco (monitoreo IMARPE), en los años 2015 y 2016.....	80
gráfico 31. Principales medidas estadísticas de sólidos suspendidos totales del agua bahía coishco (monitoreo IMARPE), en los años 2015 y 2016.....	81
gráfico 32. Principales medidas estadísticas de DBO <sub>5</sub> del agua bahía Coishco (monitoreo IMARPE), en los años 2015 y 2016. ....	82
gráfico 33. Principales medidas estadísticas de coliformes termotolerantes del agua bahía Coishco (monitoreo IMARPE), en los años 2015 y 2016. ....	83

gráfico 34. Temperatura (°C) de las aguas en la bahía de Coishco según estaciones, 2015 y 2016. ....	84
gráfico 35. PH de las aguas en la bahía de Coishco según estaciones, 2015 y 2016. ....	85
gráfico 36. Oxígeno disuelto en las aguas de la bahía de Coishco según estaciones, 2015 y 2016. ....	86
<i>gráfico 37. Aceites y grasa de las aguas en la bahía de Coishco según estaciones, 2015 y 2016. ....</i>	<i>87</i>
gráfico 38. DBO <sub>5</sub> de las aguas en la bahía de Coishco según estaciones, 2015 y 2016. ....	88
gráfico 39. Coliformes termotolerantes en las aguas de la bahía de Coishco según estaciones, 2015 y 2016. ....	89
gráfico 40. Solidos suspendidos totales en las aguas de la bahía de Coishco según estaciones, 2015 y 2016. ....	90

## RESUMEN

La presente investigación permite determinar la influencia de los efluentes de la industria pesquera en el ecosistema marino de la bahía de Coishco. Estos efluentes son los principales factores de contaminación del medio acuático de la bahía de Coishco, lo que amenaza la sostenibilidad de las especies que se encuentran presentes y pone en riesgo la salud de la población. Así la importancia de evaluar y analizar dichos efluentes generados en la industria pesquera antes de ser eliminados al cuerpo marino receptor de la bahía de Coishco. Para concretar la investigación se utilizó el método de observación, se recogió los monitoreos realizados por el Instituto del Mar del Perú y la industria pesquera, para el efluente (agua de bombeo y efluente de limpieza) y para el cuerpo marino receptor de la bahía de Coishco, la cual se ubica en el distrito de Coishco, Ancash, Perú. Se recoge monitoreos mensuales durante el periodo de 2015 y 2016, logrando así determinar la relación de los efluentes de la industria pesquera que afecta al ecosistema marino de la bahía de Coishco.

Los efluentes de la industria pesquera generaron un impacto al medio acuático de la bahía de Coishco, para temperatura, oxígeno disuelto, demanda bioquímica de oxígeno, aceites y grasa, pH y coliformes termotolerantes.

De acuerdo a los resultados obtenidos se evidenció que los efluentes de la industria pesquera influyen negativamente en las aguas de la bahía de Coishco; para temperatura en 1,32 %, para pH en 15,2 %, para sólidos suspendidos totales en 11,56 %, para aceites y grasa en 8,76 %, para demanda bioquímica de oxígeno en 18,23 % y para coliformes termotolerantes en 9,99 %; durante los años 2015 y 2016.

La caleta de Coishco, no se encontró apta para la actividad recreacional (balneario), presentó alta carga microbiana en la línea de playas o mar somero, durante el 2015 y 2016.

Palabras clave: Bahía Coishco, efluentes, industria pesquera

## ABSTRACT

The present investigation allows to determine the influence of the effluents of the fishing industry in the marine ecosystem of the Bay of Coishco. These effluents are the main factors of contamination of the aquatic environment of Coishco Bay, which threatens the sustainability of the species that are present and puts the health of the population at risk. Thus, the importance of evaluating and analyzing said effluents generated in the fishing industry before being eliminated to the receiving marine body of Coishco Bay. To carry out the research, the observation method is used, the monitoring carried out by the Peruvian Sea Institute and the fishing industry was collected, for the effluent (pumping water and cleaning effluent) and for the receiving marine body of the bay of Coishco, which is located in the district of Coishco, Ancash, Peru. Monthly monitoring is collected during the period of 2015 and 2016, thus managing to determine the relationship of the effluents from the fishing industry that affects the marine ecosystem of Coishco Bay.

The effluents from the fishing industry generated an impact on the aquatic environment of Coishco Bay, for temperature, dissolved oxygen, biochemical oxygen demand, oils and fat, pH and thermotolerant coliforms. According to the results obtained, it was evidenced that the effluents from the fishing industry have a negative influence on the waters of Coishco Bay; 1,32% for temperature, 15,2% for pH, 11,56% for total suspended solids, 8,76% for oils and fat, 18,23% for biochemical oxygen demand and for thermotolerant coliforms by 9,99%; during the years 2015 and 2016.

The cove of Coishco, was not found suitable for recreational activity (spa), presented high microbial load on the beach line or shallow sea, during 2015 and 2016.

Keywords: Bahía Coishco, effluents, fishing industry

## INTRODUCCIÓN

El ecosistema marino de Coishco es considerada una bahía abierta sin embargo el vertimiento de las aguas residuales domésticas, representan el 20 % y los efluentes en la industria pesquera representan el 80 % de las aguas residuales vertidas al mar, repercutiendo en la calidad del agua y sustrato marino de la bahía

Gran parte de los contaminantes que desembocan en el océano provienen de drenajes, agua de riego, cloacas y efluentes industriales. Garcia y Ayala (2013, p.16) menciona que: “El resto proviene de actividades portuarias y del transporte marítimo, especialmente en forma de vertidos de residuos e hidrocarburos por derrames o naufragios, o del lavado de las instalaciones de los barcos”.

Las aguas de la bahía de Coishco ubicada en el distrito de Coishco, provincia Del Santa, Región Ancash, se ven afectadas por los efluentes que arrojan las industrias pesqueras ubicadas a orillas de las playas o mar somero.

Estos efluentes son generados del vertimiento de las aguas residuales de la industria pesquera con alto contenido proteico, estas producen residuos orgánicos que afectan a los recursos ictiológicos que sustentan las diversas pesquerías, produciéndose en algunos casos la mortandad de peces, viéndose afectadas las actividades como la pesca artesanal y acuicultura, al generar pérdidas en millones de dólares y serios impactos sociales.

La industria pesquera dedicada al consumo humano indirecto, desde la última década viene utilizando tecnología de punta en sus operaciones productivas obteniendo productos con mayor calidad y generando competitividad en el mercado internacional (Falcon y Yalico, 2015, p. 11). La industria pesquera asentada en el litoral costero de la bahía trajo como



consecuencia un rápido crecimiento de las ciudades y arduo desarrollo industrial, aplicando nuevas tecnologías en toda la industria y desencadenando un impacto ambiental, causando cambios en la calidad de vida de los pobladores o lugareños que habitan en este espacio costero.

El objeto de estudio fue la calidad de agua de la bahía de Coishco y la del efluente de la industria pesquera.

Para lo cual se recolectó datos de monitoreo de efluentes y cuerpo marino receptor (bahía de Coishco), recopilando información de la industria pesquera y del Instituto del Mar del Perú (IMARPE) durante los años 2015 y 2016.

## CAPITULO I

### 1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.

#### 1.1. Planteamiento y fundamentación del problema de investigación.

La bahía de Coishco, a través de los años viene siendo contaminada por los efluentes de la industria pesquera. Las industrias pesqueras están situadas a orillas del mar, iniciando aquí el impacto a la bahía, su proceso de producción, inicia en el artefacto marítimo naval, denominada “chata”; el cual se utiliza para transportar la materia prima de las embarcaciones pesqueras hasta la planta para su procesamiento, las embarcaciones pesqueras se acoderan a la chata, en donde la materia prima (anchoveta) es succionada y expulsada a través de bomba de vacío, y compresor, siendo transportada mediante tuberías HDPE (High Density Polyethylene), hasta su disposición final. Para transportar la materia prima se utiliza agua de mar (agua de bombeo) la cual es bombeada junto con la materia prima para evitar daños a la materia prima, teniendo una relación de agua y materia prima de 1,2 m<sup>3</sup> de agua de mar por tonelada de pescado; siendo el recurso marino transportado, pesado, almacenado y procesado para la producción de harina.

El agua de bombeo es drenada y almacenada para pasar por procesos de filtración, flotación (físicos). Y floculación y coagulación (químicos). Hasta generar un efluente que cumpla con los LMPs, establecidos según normativa vigente, dichos efluentes se vierten al mar. Pero ¿cómo sabemos que se genera un impacto o relación de los efluentes con el agua de la bahía? La industria pesquera genera aguas residuales, estas aguas pueden ser uno de los principales factores de contaminación de diversos ecosistemas existentes, lo que amenaza la sostenibilidad de las especies hídricas y ponen en riesgo la salud de la población.

## 1.2. Antecedentes de la investigación

De acuerdo a las investigaciones, los autores (Falcon y Yalico, 2015, p. 93-99). Mencionan que el: “agua de mar de la bahía de Chancay presentó valores que están muy por encima de las normas vigentes (Ley general de aguas), llegando en casos extremos de 5,44, a 6,23 mg/L de oxígeno disuelto en la superficie, 55,40 a 120,00 mg/L de DBO<sub>5</sub> en superficie y de 16,25 a 32,80 mg/L de sólidos suspendidos totales en superficie y de 105,47 a 110,70 mg/L de SST en fondo”. Además Varas (2016), encontró en puerto Malabrigo que el “oxígeno disuelto fue de 0,82 mg/L y la demanda bioquímica de oxígeno de 45,83 mg/L”, estos valores se encuentran fuera de los resultados de ECA (Categoría 4), también (Carbajal et al., 2004, p. 2-3), en puerto Malabrigo determinó que “el oxígeno disuelto fluctuó entre 1,96 mg/L y 5,24 mg/L, la menor concentración fue determinada en la zona central y hacia fuera de la bahía, observándose además que las iso oxigenas superiores a 3,00 mg/L se distribuyen hacia la parte sur de la bahía”. Además, estos autores realizaron la toma de muestras en los periodos de veda y de producción en puntos estratégicos representativos.

Además (Varas, 2016, p. 11-40), indica que: “los efluentes líquidos generan un impacto negativo en el mar de puerto Malabrigo, puesto que los valores encontrados de los parámetros analizados en el período de producción no cumplen con los estándares de calidad ambiental ECA” (Categoría 4) “Conservación del medio ambiente acuático, comparados con los de periodo de veda. Por ejemplo, el oxígeno disuelto fue de 0,82 mg/L y la demanda bioquímica de oxígeno de 45,83 mg/L, valores fuera de los estándares de calidad ambiental”.

Así mismo (García et al., 2015, p.426, 430-431, 435), determinó en la bahía de Samanco, que el oxígeno disuelto varió entre 7,00 y 8,20 mg/L; en Tortuga de 6,46 a 7,42 mg/L, los sólidos suspendidos totales en Samanco fueron 37,00 mg/L y en Tortuga de 33,28 mg/L; los aceites y grasa fueron

>1,00 mg/L superando los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) categoría 4. Los valores de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>) fueron <10,00 mg/L”, estos valores no sobrepasaron los ECAs. Además (García et al., 2015) evaluó “entre abril y octubre 2012, las bahías de Coishco, El Ferrol, Samanco, Tortuga, Casma, Huarney y Caleta Culebras y los ríos Santa, Lacramarca, Casma, Culebras, Huarney y Samanco”. En “abril el oxígeno disuelto presentó valores >5,00 mg/L en toda el área a excepción de la bahía de Coishco (3,72 mg/L); en octubre la concentración más alta estuvo en Samanco (7,51 mg/L) y la más baja en Huarney (2,53 mg/L), el pH presentó una relación directa con el oxígeno. En abril y octubre los agentes contaminantes de sólidos suspendidos totales presentaron valores >30,00 mg/L en las bahías Coishco, El Ferrol y Tortuga, superando lo permitido por los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, categoría 4. En abril y octubre la calidad de agua en la cuenca baja de los ríos Santa, Lacramarca, Casma, Culebras y Huarney respecto a la concentración de la demanda bioquímica de oxígeno estuvo dentro de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, categoría 4”.

De acuerdo a las investigaciones de (Falcon y Yalico, 2015, p. 93-99) “determinar el efecto de las características físico - químicas del agua de mar de la bahía de Chancay, para ello se consideraron tres etapas concordantes con la veda y la de procesamiento y se obtuvieron las propiedades fisicoquímicas representativas de las aguas marinas en lugares estratégicos, tanto a nivel de superficie como a nivel de fondo”. “El agua de mar de la bahía presentó valores que están muy por encima de las normas vigentes (Ley general de Aguas), llegando en casos extremos de 5,44 a 6,23 mg/L de oxígeno disuelto en la superficie, 55,40 a 120,00 mg/L de DBO<sub>5</sub> en superficie; y de 16,25 a 32,80 mg/L de sólidos suspendidos totales en superficie y de 105,47 a 110,70 mg/L de sólidos suspendidos totales en fondo. Se concluyó que el agua en la bahía de Chancay tiene la clasificación 4”. (Falcon y Yalico, 2015, p. 93-99).

Mencionan (Sánchez, Blas y Chau, 2010, p. 165) que “durante los últimos 10 años los niveles de contaminación marina se han mantenido y, en algunos casos, incrementado en varias zonas del litoral marino del Perú; tal es el caso de las bahías del Callao y El Ferrol-Chimbote, que presentan altas concentraciones de cargas contaminantes que provienen principalmente de las aguas residuales domésticas e industriales, en forma puntual o discontinua y alcanzan altos valores de coliformes totales y termotolerantes, muy por encima de los estándares de calidad de aguas costeras, según la normativa vigente en el país”. Además de ello también sucede lo mismo en “el litoral de Paita en Piura, catalogada como de moderada contaminación marina, debido a la presencia de las aguas residuales domésticas e industriales provenientes de la actividad pesquera, cuyos vertimientos van directamente al mar, debido a que la planta de tratamiento de tipo primario para las aguas servidas no tiene operatividad continúa”. Lo mismo afirma Cabrera et al., (2005), que “la bahía de Paita al comportarse como receptor de vertimientos de efluentes líquidos y urbanos, y de residuos sólidos, hace que la calidad de sus aguas se vea disminuida, y las concentraciones encontradas para las variables biooceanográficas en aguas y sedimentos marinos, se encuentran por encima de los rangos normales, según la Ley General de Aguas vigente”.

(Caballero y Landa, 2014, p.57-63), mencionan que el contenido de grasa evacuado al cuerpo marino receptor en puerto Supe durante la temporada de pesca resulto un promedio del 0,22 % de grasa contenida en el agua de bombeo y en Chancay en las épocas de trabajo del año 2012 se arrojó al mar como promedio 0,04 % de grasa y en 2013 el promedio fue de 0,13 % de grasa; valores que no significan variación de la composición química del cuerpo marino receptor; y en cuanto a la cantidad de sólidos totales en suspensión vertidos al mar se observa que en el año 2012 en Chancay fue de: 0,18 % (1800 mg/L), año 2013 en Chancay fue de: 0,87 % (8700 mg/L), en el año 2013, en Supe fue de 0,38 % (3 833 mg/L). Siendo el límite

máximo permisible: 0,25 % (2 500 mg/L) Lo que permite resumir que durante el año 2013 en las bahías de Chancay y Supe durante el tiempo en que se elaboraba harina y aceite de pescado se han evacuado cantidades de sólidos solubles en suspensión muy por encima de los LMP.

En tanto para (Varas, 2016, p. 11-40), en puerto Malabrigo “Los sólidos suspendidos totales (SST) alcanzaron su valor promedio máximo de 33,51 mg/L en el mes de junio (periodo de producción) acompañado de 1,33 mg/L de aceites y grasa (AyG), debido a la intensa actividad industrial, excediendo los ECA (30,00 mg/L y 1,00 mg/L para SST y AyG respectivamente)” (MINAM, 2008). Por lo que, estos autores señalan que, en las bahías de Chancay, Supe y puerto Malabrigo se excede el límite máximo permisible para sólidos solubles en suspensión.

Cada uno de estos investigadores realizan diferentes análisis en sus investigaciones: (Caballero y Landa, 2014, p. 57-63) en puerto Supe, analiza grasa y solidos totales en suspensión, a diferencia de Varas y Rivero (2015, p. 119-122) que en puerto Malabrigo; analiza oxígeno disuelto colectados en las estaciones de muestreo, para los meses de producción de harina de pescado, se encontraron valores mínimos en noviembre (1,38 mg/L) y diciembre (1,63 mg/L), valores por debajo de lo permitido (4,00 mg/L) por la normatividad vigente; Falcon y Yalico (2015, p. 93-99) y Varas (2016, p. 11-40); en sus respectivos trabajos de investigación analizaron las propiedades fisicoquímicas de las aguas de bahías en lugares estratégicos, según las normas establecidas en el Perú.

Con lo expuesto anteriormente se formula el siguiente problema de investigación.

### **1.3. Formulación del problema**

¿Cuál fue la 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?

### **1.4. Delimitación del estudio**

Los monitoreos realizados por el Instituto del Mar del Perú (IMARPE) al cuerpo marino receptor (bahía de Coishco) y los efluentes de la industria pesquera (agua de bombeo y efluentes de limpieza), área de estudio ubicada en el distrito de Coishco, Ancash, Perú, durante los años 2015 y 2016.

### **1.5. Justificación e importancia de la investigación**

El hombre conforme ha ido desarrollándose socioeconómicamente y satisfaciendo sus necesidades, ha provocado cambios en los ecosistemas marinos. La industria pesquera que se ubica en las orillas de la bahía de Coishco, vierte sus residuos líquidos industriales más conocidos como efluentes pesqueros al cuerpo marino receptor. Lo que conlleva a buscar soluciones y métodos que permitan dar un tratamiento adecuado a los efluentes antes de su vertimiento a una bahía o cuerpo marino receptor. La necesidad de realizar estudios que analicen al agua residual de plantas de tratamiento de efluentes industriales y que cumplan con la normativa vigente, se convierte en prioridad, puesto que a través de ello se minimiza los problemas de contaminación o impacto ambiental que repercuten en el medio ambiente receptor de estos efluentes. En consecuencia, la finalidad con la que se plantea esta investigación fue determinar y monitorear los efluentes pesqueros en diferentes puntos de descarga de aguas residuales y evaluar el impacto que se genera al cuerpo marino receptor de la bahía de Coishco.

## **1.6. Objetivos de la investigación**

### **1.6.1. Objetivo General**

“Determinar la 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.”

### **1.6.2. Objetivo Especifico**

**1.6.3.** Caracterizar física, química y biológicamente el efluente de la industria pesquera, en la bahía de Coishco, Ancash, en los años 2015 y 2016.

**1.6.4.** Caracterizar física, química y biológicamente las aguas de la bahía de Coishco, Ancash, en los años 2015 y 2016.

**1.6.5.** Comparar los valores obtenidos con los máximos permisibles para los efluentes de la industria pesquera.

**1.6.6.** Comparar los valores obtenidos con los máximos permisibles en el cuerpo marino receptor (bahía de Coishco).

## **CAPITULO II**

### **2. MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Fundamentación teórica de la investigación**

##### **2.1.1. Bahía de Coishco**

La bahía de Coishco es considerada de mar abierta, esta consideración tiene sus ventajas, porque las aguas de uso industrial pesquero y doméstico no han causado mayores repercusiones en el ecosistema marino como en otras bahías, no obstante, en esta bahía se encuentran tres industrias de consumo humano directo e indirecto, y tres industrias que solo se dedican al consumo humano, fábricas de harina y de aceite de pescado que procesan más del 25 % de los desembarques realizados en la provincia Del Santa y, por consiguiente, vierten grandes volúmenes de agua residuales cargadas de material orgánico (Tresierra et al., 2007, p. 04).

##### **2.1.1.1. Morfometría**

La bahía de Coishco, tiene una morfología propia de una bahía abierta, está flanqueada por las islas Santa y Moñaque, ocupa un área aproximada de 11,655 km<sup>2</sup> con una anchura de 1,85 km de este a oeste y una distancia máxima de norte a sur de 6,30 km (Tresierra et al., 2007, p. 04). En la parte central de su litoral predominan las costas arenosas, y al extremo sur presentan zonas pedregosas de piedra de tipo canto rodado (Tresierra et al., 2007, p. 04) (Gráfico 1).



**Gráfico 1. Bahía de Coishco**

Nota: Google Earth

#### **2.1.1.2. Batimetría**

Las mayores profundidades se localizan al sur de la bahía y en el centro predominan las isobatas de 12,0 a 16,0 (Tresierra et al., 2007, p. 04).

#### **2.1.1.3. Sedimentología**

Se encuentra diferentes tipos de sedimentos como fango, fango pastoso, arena grano media y arena grano gruesa a media, predominando en la mayor parte del área evaluada el fango y fango pastoso.

Los análisis sedimentológicos, realizados en agosto 2005, mostraron que en el centro de la bahía existe la más alta concentración de materia orgánica total (Tresierra et al., 2007, p. 04 - 05).

Es probable que se haya originado por “los continuos vertimientos de las aguas residuales de la industria de harina y aceite de pescado, que por acción de las fuerzas de los vientos y de la circulación marina desplazan los sólidos suspendidos hasta el centro de la bahía” (Tresierra et al., 2007, p. 04 - 05).

#### **2.1.1.4. Masas de agua**

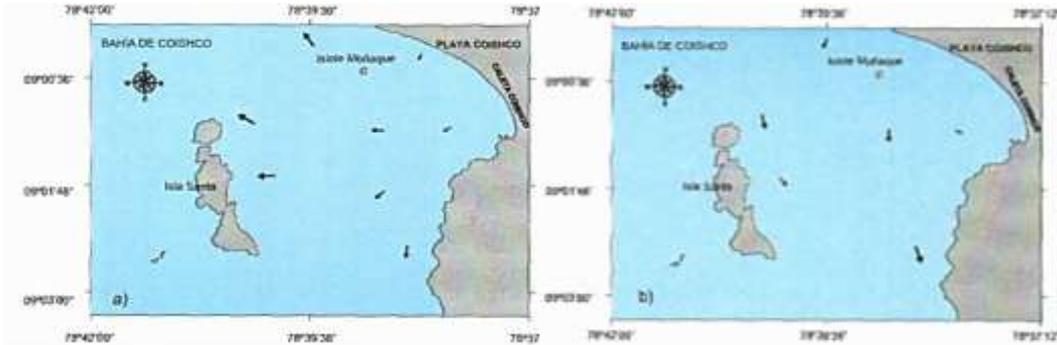
El sistema de corrientes y contracorrientes en el mar peruano, según Tresierra et al (2007, p. 04 - 05) provienen de “cuatro regiones climáticas del océano pacífico: 1) Región Ecuatorial en el norte, 2) Región subtropical en el lado suroeste, 3) Región sub-antártica y 4) Región Antártica en el sur”. Estas corrientes son: La corriente costera peruana o corriente de Humboldt, corriente Oceánica peruana, corriente Subsuperficial del Perú y corrientes Ecuatoriales. Las masas de agua que pueden identificarse frente a la bahía de Coishco son: aguas tropicales superficiales (ATS), aguas Ecuatoriales superficiales (AES), aguas subtropicales superficiales (ASS), aguas costeras frías (ACF) y aguas de mezcla (Tresierra et al., 2007, p. 04 - 05).

El mar peruano se caracteriza por su alta productividad biológica debido al afloramiento costero, identificándose ACF con temperaturas de 16,0 a 21,0 °C y concentraciones de salinidad de 34,800 a 35,100 ups.

Las masas de agua que llegan a la bahía de Coishco pueden también identificarse por indicadores del plancton (Tresierra et al., 2007, p. 04 - 05).

#### **2.1.1.5. Circulación marina**

La velocidad y dirección superficial de las corrientes marinas presentan flujos predominantes con dirección noroeste, que ingresen por la zona sur, próxima a la isla Santa; así mismo, existen flujos salientes de la bahía por la zona sur, muy cerca de la línea de la costa. Los flujos más intensos se registraron cercanos a la isla Santa, y los más débiles, dentro de la caleta Coishco con dirección suroeste. En el fondo, la circulación marina presentó flujos con dirección noroeste, con menor velocidad promedio, pero siguiendo la misma tendencia que en superficie (observándose en junio 2003 y junio 2005 la misma circulación marina) (Tresierra et al., 2007, p. 04 - 05), (Gráfico 2).



**Gráfico 2. Distribución de la circulación marina**

Nota: a) *superficie* y b) *fondo*. Informe del IMARPE, (2005)

#### 2.1.1.6. Contaminación del agua

Centurión, Ganoza y Torres (2013) mencionan: “En el caso del agua, contaminar significa incorporar sustancias que producen una variación en las propiedades naturales que ella presenta; lo cual está relacionado con la cantidad y rapidez del aporte contaminante. Afectando directamente a todos los agentes con vida, en la disminución de sus posibilidades de sobre vivencia”.

“En los ecosistemas naturales, al agua recibe siempre, ciertas sustancias extrañas, las cuales se diluyen, o se filtran, a través de procesos naturales, pero cuando la entrada del contaminante es demasiado grande, los procesos naturales que poseen las aguas con oxígeno disuelto suficiente (llamado proceso de auto depuración), no pueden controlarla, y entonces decimos que se produce una contaminación” (Centurión, Ganoza y Torres, 2013).

#### 2.1.1.7. Origen de la contaminación

**Contaminación natural:** “Es la que existe siempre, originada por restos animales y vegetales y por minerales y sustancias que se disuelven cuando los cuerpos de agua atraviesan diferentes terrenos o al recibir

aportes de otros cursos de agua o escorrentías” (Centurión, Ganoza y Torres, 2013).

**Contaminación artificial:** “Va apareciendo a medida que el hombre comienza a interactuar con el medio ambiente y surge con la inadecuada aglomeración de las poblaciones, y como consecuencia del aumento desmesurado y sin control alguno, de industrias, desarrollo y progreso (Centurión, Ganoza y Torres, 2013). El grado y tipo de contaminación depende de la actividad que la origina. Podemos decir que es preocupante la descarga en cursos y espejos de agua de líquidos residuales sin un tratamiento adecuado para bajar los niveles de contaminación a valores aceptables por la normativa: locales domiciliarios, procesos industriales en general, hidrocarburos, etc.” (Centurión, Ganoza y Torres, 2013).

#### **2.1.1.8. Contaminación de agua de mar:**

“La mayor parte de los líquidos residuales de una región terminan en el mar y si no son adecuadamente tratados según sus características, pueden afectar las costas, a los hábitculos de peces, arrecifes de corales, manglares (zonas de cría de especies importantes), pudiendo llegar hasta contaminar las playas, perjudicando así a los pescadores y al turismo” (García y Ayala, 2013). “De los contaminantes que llegan al océano, gran parte procede de líquidos residuales cloacales e industriales y del drenaje de la utilizada para riego agrícola. El resto proviene de actividades portuarias y del transporte marítimo, especialmente en forma de vertidos de residuos e hidrocarburos por derrames o naufragios, o del lavado de las instalaciones de los barcos” (Centurión, Ganoza y Torres, 2013).

#### **2.1.1.9. ¿Cómo se evita la contaminación del agua mar?**

“Con el tratamiento adecuado de los efluentes cloacales o industriales. Lo cual consiste en reducir mediante algún proceso

adecuado la carga contaminante (materia orgánica, sólidos, grasa, tóxicos, metales pesados, etc.), hasta lograr niveles permisibles en la legislación que coincidan con concentraciones que no van a perjudicar el medio en que serán descargados los efluentes” (Centurión, Ganoza y Torres, 2013).

“Para cada industria debe proyectarse un sistema de tratamiento particular, los sistemas de tratamiento comprenden: Procesos físicos, como sedimentación, filtración, desbaste, etc.; procesos químicos, que involucran el agregado de productos químicos en el líquido residual; procesos biológicos, que pueden ser aeróbicos o anaeróbicos, dependiendo del tipo de microorganismos que intervengan” (Centurión, Ganoza y Torres, 2013).

#### **2.1.1.10. Medición de contaminación del agua**

“Seleccionado el sitio de muestreo, se toma una muestra representativa y se lleva en las condiciones que fijan las normas y protocolos de muestreo para registro de temperatura, envases de colecta de muestra, preservantes, tiempo, etc. hasta el laboratorio de servicios ambientales, para analizar los distintos parámetros, seleccionados de acuerdo al estudio que se quiere realizar, o al presunto origen de la contaminación de un agua natural” (Centurión, Ganoza y Torres, 2013).

“Datos fundamentales son la temperatura, la acidez (pH), la salinidad y la cantidad de oxígeno disuelto que es medido en el sitio con una sonda especial”. (Centurión, Ganoza y Torres, 2013).

“Para medir la contaminación orgánica un dato importante es medir la demanda biológica de oxígeno que no es más que la cantidad de oxígeno que necesita ese líquido para descomponer todos los materiales biodegradables presentes en ella” (García y Ayala, 2013, p. 17).

“Para cuantificar la contaminación del agua por cualquier sustancia, se mide la concentración del contaminante, y se la compara con valores

límites permisibles que establecen las legislaciones, según el uso al cual se la destine” (García y Ayala, 2013, p. 17), (Cuadro 1).

#### **2.1.1.11. Efectos de la contaminación:**

Son muy diversos y dependen del elemento contaminante:

- ✓ Disminución y/o desaparición de la vida acuática.
- ✓ Incremento de enfermedades hídricas (cólera, parasitosis, diarreas, hepatitis, fiebre tifoidea) o aparición de nuevas.
- ✓ Deterioro de la calidad de un curso de agua con fines recreativos (natación, buceo, windsurf, pesca, navegación, etc.).
- ✓ Ruptura del equilibrio ecológico (al desaparecer especies que servían de alimento a otras).
- ✓ Costos elevados para potabilizar el agua (García y Ayala, 2013, p. 17).

**Cuadro 1 Estándares nacionales de calidad ambiental para agua categoría 02**

PARAMETRO	UNIDAD	CATEGORÍA 2: Actividades de extracción y cultivo marino costeras y continentales			
		AGUA DE MAR			AGUA CONTINENTAL
		Sub categoría 1 (C1)	Sub categoría 2 (C2)	Sub categoría 3 (C3)	Sub categoría 4 (C4)
		Extracción y cultivo de moluscos	Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas	Otras Actividades	Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas
<b>FÍSICOS Y QUÍMICOS</b>					
Aceites y grasas	mg/L	1,0	1,0	2,0	1,0
Cianuro total	mg/L	0,004	0,004	**	0,0052
Color (después de la filtración simple) (b)	Color verdadero escala Pt/Co	100 (a)	100 (a)	**	100 (a)
Materiales Flotantes de origen antropogénicos		Ausencia de material flotante	Ausencia de material flotante	Ausencia de material flotante	Ausencia de material flotante
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg/L	**	10,00	10,00	10,00
Fosforo Total	mg/L	0,062	0,062	**	0,025
Nitratos (NO <sub>3</sub> )	mg/L	16	16	**	13
Oxígeno Disuelto (Valor Mínimo)	mg/L	≥4	≥3	≥2.5	≥5
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	7 – 8,5	6,8 – 8,5	6,8 – 8,5	6,0 – 9,0
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	80	60	70	**
Sulfuros	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,05

Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	Δ 3	Δ 3
<b>ORGANICO</b>					
Hidrocarburos de Petróleo totales (fracción aromática)	mg/L	0,007	0,007	0,01	**
<b>POLICLORUROS BIFENILOS TOTALES</b>					
(PCB' s)	mg/L	0,00003	0,00003	0,00003	0,000014
<b>MICROBIOLOGICO</b>					
Coliformes Termotolerantes (44,5°C)	NMP/100m L	≤ 14 (área Aprobada) (c)	≤30	1000	200
	NMP/100m L	≤ 88 (área restringida) (c)			

Nota: Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM

### 2.1.2. Efluentes de la industria pesquera:

“Los efluentes que se producen a lo largo del proceso productivo y desde los inicios de la actividad de harina de pescado han contribuido significativamente a la degradación ambiental de los ecosistemas aledaños. Gradualmente los efluentes se han venido incorporando al proceso productivo, actualmente la sanguaza y el agua de cola, son incorporados al proceso productivo y otros pasan por sistemas de tratamiento para recuperar los componentes orgánicos que se encuentran presentes, pero es evidente que la eficiencia de recuperación, en la mayoría de casos con sistemas instalados aún no son suficientes” (García y Ayala, 2013, p. 18).

“De acuerdo a los resultados del monitoreo de las plantas de harina y aceite de pescado, los efluentes después de ser tratados y antes de ser vertidos al mar aun presentan niveles considerables de aceites y grasa, sólidos suspendidos totales (SST), Demanda (Biológica o Bioquímica) de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>)” (García y Ayala, 2013, p. 18).

- ✓ **Demanda biológica o bioquímica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>):** “La demanda bioquímica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>), es un parámetro que mide la cantidad de materia susceptible de ser consumida u oxidada por medios biológicos que contiene una muestra líquida, disuelta o en suspensión. Se utiliza para medir el grado de contaminación, normalmente se mide transcurridos cinco días de reacción (DBO<sub>5</sub>), y se expresa en miligramos de oxígeno diatómico por litro (mgO<sub>2</sub>/L). El método de ensayo se basa en medir el oxígeno consumido por una población microbiana en condiciones en las que se ha inhibido los procesos fotosintéticos de producción de oxígeno en condiciones que favorecen el desarrollo de los microorganismos. La curva de consumo de oxígeno suele ser al principio débil y después se eleva rápidamente hasta un máximo sostenido, bajo la acción de la fase logarítmica de crecimiento de los microorganismos” (García y Ayala, 2013, p. 19).

“Las industrias pesqueras se caracterizan por generar una gran cantidad de desechos sólidos, líquidos y gaseosos y el impacto ambiental causado por estos efluentes depende fundamentalmente de su naturaleza física, composición química, volumen eliminado y temperatura a la que son vertidos al ambiente. Por esta razón, es necesario evaluar la carga contaminante de los efluentes eliminados de la industria de harina de pescado, cuya composición varía en gran medida con la materia prima utilizada y sus condiciones de almacenamiento; así como, con las condiciones higiénico sanitarias y operativas de la planta de procesamiento, con la finalidad de estudiar las posibles opciones para reducirla y en lo posible recuperar la mayor cantidad de sólidos, disminuyendo pérdidas económicas, además de cumplir con la legislación vigente” (Falcon y Yalico, 2015).

**A. Efluentes gaseosos:** Los gases eliminados de las fábricas de harina de pescado tienen olores muy desagradables que se deben a la presencia de ciertas sustancias que suelen encontrarse en pequeñas

concentraciones, por lo que resultan inocuas para la salud, pero molestas o no aceptables al olfato humano. Por esta razón estos gases deben ser tratados antes de ser descargados a la atmósfera con el objeto de reducir al mínimo o eliminar posibles molestias (Torry Research Station; Burgess y colab., Windsor y Barlow; FAO citado por Falcón y Yalico, 2015, p. 48).

Durante el almacenamiento de la materia prima se producen una serie de compuestos causantes del mal olor, productos en descomposición de la materia orgánica por acción enzimática y bacteriana, como aminas volátiles, diaminas, trimetilamina, amoníaco, sulfuro de hidrógeno y sustancias volátiles de mal olor (FAO, González, Femández citado por Falcón y Yalico, 2015, p. 48). Por lo tanto, es fundamental mantener la materia prima fresca, en lo posible a menos de 4,0 °C y procesarla dentro de las 24 horas., para reducir la formación de olores en esta etapa, así como mantener buenas condiciones de higiene en los pozos de almacenamiento (FAO, González, Femández citado por Falcón y Yalico, 2015, p. 48).

Los gases y vapores efluentes durante el proceso de elaboración de la harina, provienen principalmente de los secadores, mientras que los restantes, de menor volumen, provienen del cocedor, prensa, tornillos transportadores y otros equipos. Generalmente, todos los gases y vapores se recogen en un conducto común para ser tratados en forma conjunta (Burgess y colab., Torry Research Station, FAO, El Golfo citado por Falcón y Yalico, 2015, p. 49).

- B. Efluentes líquidos:** “Los efluentes líquidos de las fábricas de harina de pescado son en gran parte de naturaleza orgánica, suelen contener grandes cantidades de proteínas y aceite, que muchas veces son vertidos directamente al mar contribuyendo con la contaminación del medio ambiente”. Además, cuando “la

contaminación es importante, significa una pérdida económica, dado que un porcentaje de nutrientes de la materia prima no es aprovechado” (Civit y Lupín, Parin y colab., Civit y colab., Windsor y Barlow, Fernandez citado por Falcón y Yalico, 2015, p. 50-51).

Los efluentes líquidos provienen principalmente de:

- Líquido escurrido de la materia prima almacenada: "Agua de sangre".
- Agua de bombeo: agua que se utiliza para el transporte y descarga de pescados desde el puerto a la planta de harina.
- Agua de lavado de suelos y máquinas.
- Agua proveniente de centrifugas.
- Agua condensada en planta de evaporación del agua de cola.
- Agua de cola (Falcon y Yalico, 2015, p. 50-51).

A continuación, se describen los efluentes que se generan en las diferentes etapas del proceso productivo de la industria de harina y aceite de pescado.

#### **2.1.2.1. Agua de bombeo:**

Es el efluente de mayor volumen, se origina en la primera etapa del proceso mediante el transportar de la materia prima de la embarcación a la planta; está constituido por materia orgánica suspendida y diluida, aceites y grasa, sangre y agua de mar (oficio N° 1103-2009-PRODUCE/SG).

## **Generación de efluentes**

El agua de mar utilizada en el transporte de pescado, contiene sólidos y grasa suspendidos que son tratados mediante sistemas de filtración, flotación y deshidratación.

Luego este líquido es vertido al mar a través de emisores submarinos.

En la elaboración de harina y aceite de pescado se utilizan grandes volúmenes de agua de mar. Uno de los principales usos es el agua de mar utilizado para el transporte de la materia prima desde el mar (chata) hasta las instalaciones de procesamiento.

El agua de mar, luego de ser utilizada, debe ser tratada antes de ser devuelta al mar.

El efluente de agua de mar, antes de ser tratado, tiene una relación de 1,2 m<sup>3</sup> de agua de mar por tonelada de pescado transportado aproximadamente. El agua de mar al entrar en contacto con la materia prima, deposita restos orgánicos propios en las aguas de bombeo (contenido de grasa y sólidos). El tratamiento que presenta nuestra iniciativa busca disminuir estos niveles en el efluente.

A continuación, se describe brevemente el sistema de tratamiento.

### **A. Recojo de agua**

El proceso inicia con la descarga de la materia prima en la chata mediante el sistema de bombeo que luego es transportado a la planta para su respectivo procesamiento.

### **B. Filtración**

Esta etapa consiste en pasar el agua de bombeo a través de filtros rotativos (trommel) con mallas de acero de 0,2 -1,0 mm de abertura, lo que permite recuperar los sólidos suspendidos mayores a esa medida.

### **C. Trampa de grasa**

Esta operación consiste en la separación de grasas por métodos físicos. Para ello se usan tanques rectangulares abiertos, que mediante un tiempo de residencia y por diferencias de pesos específicos se desfasa la grasa libre del líquido a tratar; haciéndolo flotar y separándolos en forma de espuma. Seguidamente, mediante un barrido constante de paletas, son recolectados en un tanque de paso para su tratamiento. La parte líquida continúa su flujo a la siguiente etapa de tratamiento.

### **D. Flotación de grasa por aire disuelto**

La grasa que no fue recuperada en la primera etapa es flotada en esta etapa mediante una inyección de aire disuelto suministrado por un reactor de microburbujas, logrando recircular el 100 % del flujo de agua para acelerar y optimizar el proceso de flotación.

### **E. Tanques de ecualización**

Para esta etapa se usan tanques que acumulan y homogenizan la carga orgánica del agua de bombeo mediante un agitador sumergible; el objetivo es abastecer a la siguiente fase de tratamiento con un caudal constante (clarificador).

### **F. Flotación de sólidos totales**

El agua es suministrada desde los tanques ecualizadores hacia el clarificador cuya función es separar sólidos suspendidos, mediante el uso de coagulantes, floculantes e inyección de micro burbujas en el agua de recirculación.

De esta manera se estabiliza las cargas negativas que tiene el agua de mar formando coágulos de sólidos que al ser floculados son flotados en forma de lodo para luego ser bombeado a la separadora ambiental y el líquido clarificado, cumpliendo los LMPs, es vertido al mar mediante un emisor submarino.

## **G. Deshidratación de lodos**

Los lodos son direccionados a una separadora ambiental de sólidos que mediante la utilización de fuerza centrífuga, coagulantes y floculantes logra deshidratar estos lodos que luego son incorporados al proceso productivo.

### **2.1.2.2. Sanguaza:**

La sanguaza se genera en el desaguador y la poza de almacenamiento de materia prima, cuya degradación proteica se produce inmediatamente después de la muerte de la anchoveta y comienza por una acción enzimática, para continuar por una rápida acción bacteriana y procesos oxidativos de los productos de degradación (oficio N° 1103-2009-PRODUCE/SG).

### **2.1.2.3. Agua de cola:**

El agua de cola es generada como un subproducto de la prensa. Su volumen y contenido cambian con la condición y tiempo del pescado. A medida que este tiene mayor tiempo de captura, mayor será la cantidad de proteína y aceite que se liberen al agua de cola durante el prensado. El agua de cola puede representar hasta un 60 % del peso de la materia prima si el pescado es fresco y aún más si éste no lo es tanto si el agua de cola no es procesada para recuperar los sólidos y aceite que contiene entonces se estará perdiendo un producto valioso y además el volumen del efluente desde la fábrica puede colmar al cuerpo receptor de agua (García y Ayala, 2013, p. 20).

Además, una planta de agua de cola hace posible recuperar la fracción sanguaza de la materia prima.

### **2.1.2.4. Efluentes de limpieza:**

Son los efluentes que provienen de la limpieza de equipos y establecimiento industrial pesquero, contienen partículas suspendidas,

aceites y grasas, agua, soda cáustica, ácido nítrico y ácido fosfórico altamente contaminantes (oficio N° 1103-2009-PRODUCE/SG).

#### **2.1.2.5. Efluentes de laboratorio:**

Son los efluentes de los laboratorios de las plantas de harina y aceite de pescado se caracterizan por contener detergentes y productos químicos diluidos como: sulfato de sodio, ácido nítrico, ácido sulfúrico, etc., los que en la mayoría de casos son considerados como desagüe doméstico y no son neutralizados. El volumen y caracterización de los efluentes de laboratorio varían en función de su grado de equipamiento, y del tipo de análisis que realicen (García y Ayala, 2013, p. 20).

#### **2.1.2.6. Efluentes domésticos:**

Efluentes que provienen de oficinas, servicios higiénicos y el comedor. Contienen sustancias procedentes de la actividad humana (alimentos, deyecciones, basuras, productos de limpieza, jabones, etc.) (García y Ayala, 2013, p. 21).

#### **2.1.2.7. Agua de enfriamiento de la columna barométrica:**

Es el agua de mar utilizada para efectuar vacío en la torre barométrica de las plantas evaporadoras de agua de cola, en uno de los efectos. El agua de mar permanece limpia ya que no ha tomado contacto con ninguna materia prima, luego de cumplir su función de enfriar es derivada hacia el colector general y dispuesto a orilla de playa sin tratamiento alguno porque no lo requiere, su temperatura es de 28,0 °C a 35,0 °C que se disipa rápidamente en el medio (García y Ayala, 2013, p. 21).

#### **2.1.2.8. Efluentes torres lavadoras de gases:**

Además de quemar residuos, los incineradores los producen: cenizas de fondo que quedan en el incinerador, cenizas volantes que son capturadas por los dispositivos de control de la contaminación y

efluentes líquidos provenientes de la planta de lavado de gases (García y Ayala, 2013, p. 21).

Los efluentes pesqueros tratados antes de ser vertidos al medio marino deberán cumplir con los requisitos de la normatividad vigente (Cuadros 2 y 3).



**Cuadro 2. Límites máximos permisibles (LMP) para efluentes de la industria de harina y aceite de pescado**

Parámetros	Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable			Aguas superficiales destinadas para recreación	
	I	II	III	Método de análisis	Formato
	Límites máximos permisibles de los efluentes que serán vertidos dentro de la zona de protección ambiental litoral (a)	Límites máximos permisibles de los efluentes que serán vertidos fuera de la zona de protección ambiental litoral (a)	Límites máximos permisibles de los efluentes que serán vertidos fuera de la zona de protección ambiental litoral (b)		
Aceite y grasa (A Y G)	20 mg/l	$1,5 \times 10^3$ mg/l	$0,35 \times 10^3$ mg/l	Standard Methods for Examination of water and Wastewater, 20th Ed. Method 5520D Washington Equipo Automatico Extractor Soxhlet	Los valores consisten en el promedio diario de un mínimo de tres muestras de un compuesto según se establece en la Resolución Ministerial N° 003 -
Sólidos Suspendedos Totales (SST)	100 mg/l	$2,5 \times 10^3$ mg/l	$0,70 \times 10^3$ mg/l	Standard Methods for Examination of water and Wastewater, 20th Ed. Part 2540D	según se establece en la Resolución Ministerial N° 003 -

				Washington	2002 - PE
pH	6 - 9	5 - 9	5 - 9		
	<= 60 mg/l	( c )	( c )	Protocolo de Monitoreo aprobado por Resolución Ministerial N° 003 - 2002 - PE	Resolución Ministerial N° 003 - 2002 - PE
DBO <sub>5</sub>				( d )	

(a) La Zona de Protección Ambiental Litoral establecida en la presente norma es para uso pesquero.

(b) De obligatorio cumplimiento a partir de los dos (2) años posteriores a la fecha en que sean exigibles los LMP señalados en la columna anterior.

(c) Ver Segunda Disposición Complementaria y Transitoria.

(d) El Protocolo de Monitoreo será actualizado.

Nota: Decreto Supremo N° 010-2010-PRODUCE

**Cuadro 3. Límites máximos permisibles (LMP) para los efluentes de la industria pesquera de consumo humano directo, para vertimientos a cuerpos receptores de aguas.**

PARÁMETROS / CONTAMINANTE	UNIDAD	CONCENTRACIÓN EN EL EFLUENTE A DESCARGAR	
		<u>Columna 1</u> Dentro Zona Protección Ambiental Litoral (*)	<u>Columna 2</u> Fuera de Zona Protección Ambiental Litoral
Aceites y Grasa	(mg/l)	10,0	200,0
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	(mg/l)	40,00	350,00
pH	unidad	6 – 9	6 - 9
Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	(mg/l)	50,00	500,00
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	(mg/l)	60,00	600,00
Coliformes termotolerantes	NMP/100ml	10,000	-----

(\*) Los valores de esta columna, incluye su aplicación para lagos y ríos.

Nota: Resolución Ministerial N°178-2014-MINAM

### **2.1.3. Proceso de harina de pescado en empresas pesqueras peruanas**

#### **La industria pesquera en el Perú:**

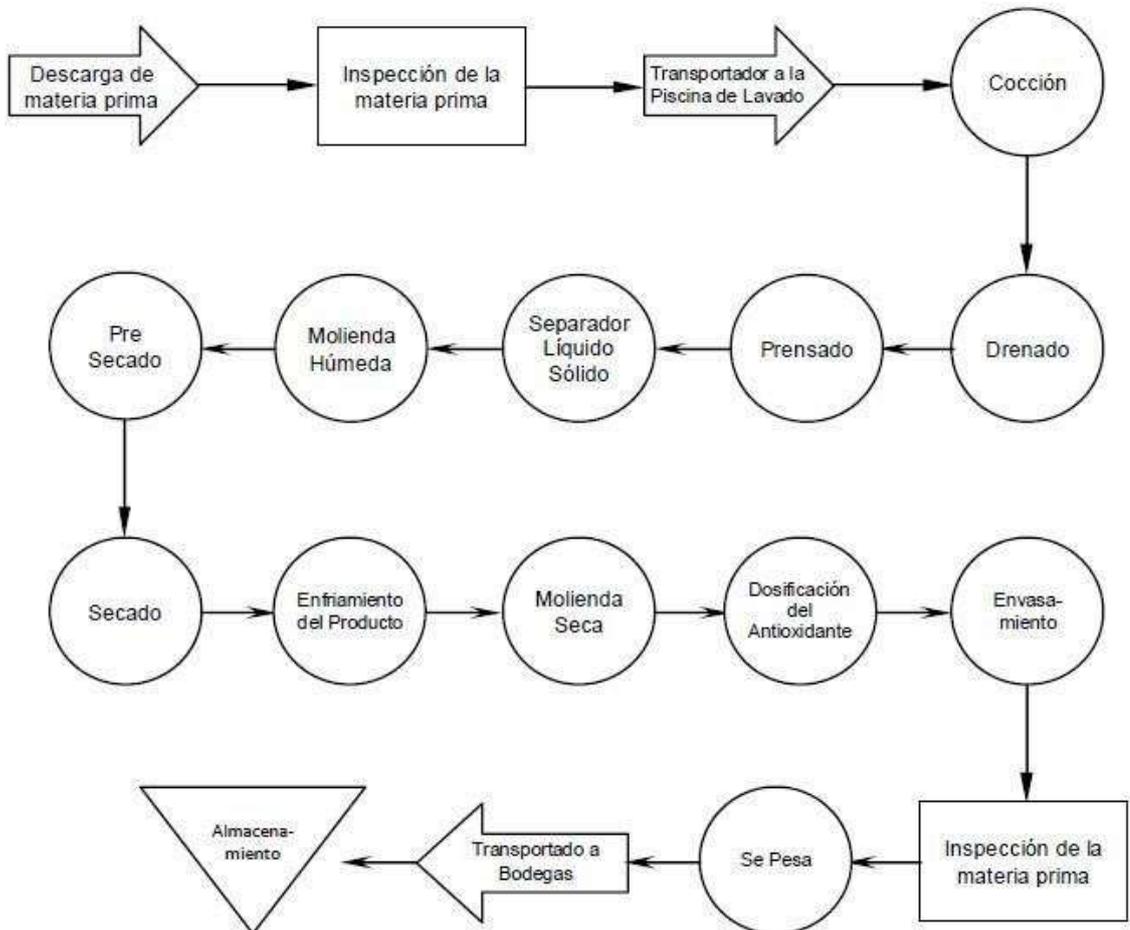
“El Perú es un país pesquero por excelencia puesto que su ubicación geográfica es privilegiada y frente a sus costas convergen la corriente de Humboldt y la corriente de El Niño, creando ambas un ambiente propicio para la pesca y permitiendo la generación de una diversidad de recursos ictiológicos” (García y Ayala, 2013, p. 22).

La pesca, como actividad extractiva, tiene una gran importancia económica en el Perú pues aun cuando representa solo el 1 % del PBI,

constituye el 8% del total de las exportaciones del país. Igualmente, la pesca es una fuente proveedora de alimentos para la población siendo el pescado el de mayor valor nutritivo porque contiene el 20 % de proteínas, mientras que otras carnes aportan solo el 18 %. (García y Ayala, 2013, p. 22).

Con la finalidad de garantizar la sostenibilidad del recurso anchoveta, el gobierno a través del Ministerio de la Producción (PRODUCE) y del Instituto del Mar del Perú (IMARPE) han establecido el marco regulatorio idóneo que proporciona los lineamientos de control para la extracción del recurso, así se tiene un sistema de cuotas Individuales, periodos definidos de pesca y periodos de veda creando el entorno adecuado para su reproducción. Además, se tiene un control de la navegación y asistencia técnica con monitoreo satelital por parte de la Dirección de Capitanías y Puertos (DICAPI) asegurando así las condiciones adecuadas de trabajo y un control estricto de la explotación de los recursos y del cumplimiento de las normas sanitarias a través de la participación del Instituto Tecnológico Pesquero (ITP) (García y Ayala, 2013, p. 22).

En los Gráficos 3 y 4, se representan los pasos que se siguen en toda una secuencia de actividades pesqueras, dentro del proceso, identificándolos mediante símbolos de acuerdo con su naturaleza; incluye, además, toda la información que se considera necesaria para el análisis, tal como distancias recorridas, cantidad considerada y tiempo requerido. Con fines analíticos y como ayuda para descubrir y eliminar ineficiencias, es conveniente clasificar las acciones que tienen lugar durante un proceso (Palacios, 2010-2011, p. 30)



**Gráfico 3. Diagrama de operaciones para la elaboración de harina de pescado.**

Nota: Palacios (2010-2011, p. 30).

### 2.1.4. Producción de harina de pescado

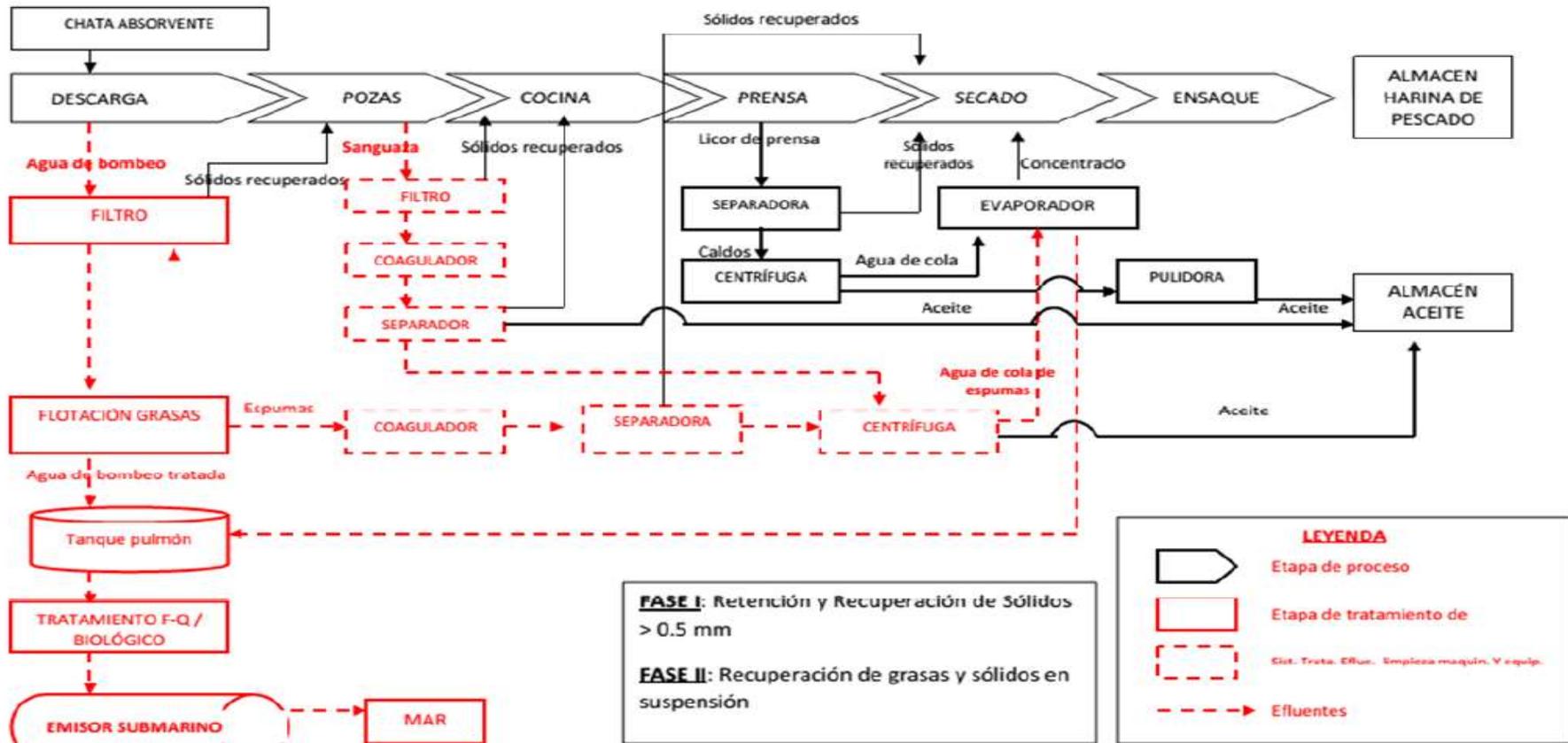


Gráfico 4. Proceso de elaboración de harina y aceite de pescado

Nota: García y Ayala (2013).

#### 2.1.4.1. Pama

Esta zona abarca desde los recuperadores rotativos regainer o trommel hasta el emisor submarino y consta de los siguientes equipos: desaguadores rotativos, regainer, tubos de dilución, bombas de recirculación, tanque Krofta, tanque coagulador, separadoras, centrífugas, tanques decantadores de aceite, tanques de almacenamiento de aceite, bomba de agua al emisor, emisor submarino (Centurión, Ganoza y Torres, 2013). Comprende tres fases de tratamiento secuencial:

- ✓ **Tratamiento primario (recuperación de sólidos):** El agua de bombeo proveniente de la descarga de pescado es drenado por los desaguadores rotativos Trommel y se colecta con lo que cae por los transportadores de malla, pasando este flujo por los desaguadores rotativos regainer con malla, para recuperar las escamas y sólidos mayores de 1 mm de diámetro, e incorporarlas a la poza de pescado (García y Ayala, 2013, p. 33-34).
  
- ✓ **Tratamiento secundario (recuperación de grasas):** Después de separado las escamas y sólidos, el caudal sigue su curso e ingresa al tanque Krofta para recuperar la grasa con la aplicación de microburbujas de aire. Este equipo trabaja bajo el principio de velocidad cero y hace flotar la nata de aceite por diferencia de densidades. Esta nata es calentada por medio de vapor directo en un tanque coagulador y una vez que alcanza la temperatura de 90°C, pasa a una separación de sólidos, y luego a una centrifugación para la obtención de aceite; el cual es enviado a unos tanques de paso para el respectivo drenaje y posteriormente almacenado en los llamados tanques de aceite PAMA (Centurión, Ganoza y Torres, 2013).

- ✓ **Tratamiento terciario (emisor submarino):** Después del tratamiento primario y secundario el agua finalmente es enviada al emisor submarino mediante una bomba centrífuga de 12"x10" de 600 m<sup>3</sup>/h, a través de una tubería de acero al carbono de 12"x1 500 m de longitud. Ya conocidos, en términos generales el proceso productivo, los productos y las personas involucradas con la empresa y a modo de ir visualizando los problemas ambientales de esta organización, se hará una lista de los puntos críticos que producto de la diaria operatoria de esta fábrica causa algún impacto ambiental en el medio ambiente y de esta forma dar respuesta al porque esta empresa debe aplicar los instrumentos estipulados en el sistema de gestión ambiental y adoptar las acciones correctivas de mejoramiento continuo que le permitirán certificarse bajo la norma ISO 14 000 (Centurión, Ganoza y Torres, 2013).

#### **A) Equipos trommel o regainers**

El agua de bombeo utilizada para el correspondiente transporte del pescado desde las embarcaciones hasta las pozas de pescado es llevada a través de las tuberías de descarga de pescado y esta agua que antes retornaba al mar, hoy en día en la mayoría de industrias pesqueras es tratada para la recuperación final de sólidos y grasas inmersas en estas aguas, los sólidos más gruesos son recuperados a través de unos equipos regainers y/o trommel , que no son otra cosa que unos cestos en acero inoxidable que están girando a una velocidad adecuada y permite la filtración del agua a través de una malla de acero inoxidable menores a 1,00 mm de abertura (Alva, 2009), (Gráfico 5).



**Gráfico 5.** *Trommels*

## **B) Equipos para recuperación de grasa**

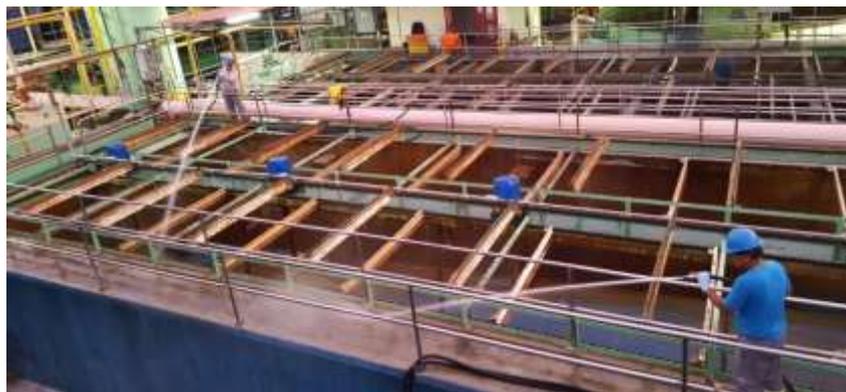
Entre los equipos para recuperación de sólidos, grasa, sangre del pescado transportado se tienen los siguientes que son los más conocidos: trampa de grasa, celda de flotación, equipo krofta (Alva, 2009).

- ✓ **Trampa de grasa:** El agua de bombeo que se utiliza en el transporte de pescado es separada a partir de los desagüadores rotativos, la cual cae a un cajón de concreto y/o acero y es transportada mediante bombas centrifugas hasta los trommels, como una primera separación de sólidos y depositados en las pozas de pescado, el agua de bombeo pasante a través de la malla se introduce en la trampa de grasa, la cual está conformada por un cajón metálico de unos 560 m<sup>3</sup> de capacidad volumétrica (Alva, 2009), (Gráfico 6).

El agua de bombeo circulante ingresa a través de un fondo deslizante con una inclinación del 5 % hasta llenar el tanque por completo, esta separación de grasa en forma natural es levantada hasta la superficie por la menor densidad de la misma y esta espuma es arrastrada a por un medio mecánico, provisto

de paletas las cuales arrastran la espuma hacia una canaleta colectora la cual deriva la espuma con grasa a unos tanques de decantación, para luego ser llevada a una separación más precisa a través de una separadora, esto para poder obtener un aceite del proceso de recuperación PAMA (Alva, 2009).

- ✓ **Equipo krofta:** Este equipo está compuesto de un tanque en acero inoxidable en el cual se realiza la recepción del agua de bombeo que ha sido tratada en una primera etapa de recuperación de aceite por medios naturales, para ingresar al equipo KROFTA cuyo flujo de agua de bombeo se le ha separado los sólidos en suspensión más pesados mediante la trampa de grasa y mediante el KROFTA la separación de los sólidos es a través de un medio artificial de insuflación de aire, mediante tubos de dilución. La recolección de espuma se realiza mediante un cucharón que va girando alrededor del estanque encima de un carro mecánico que le sirve de transporte y gira alrededor del eje del tanque (Alva, 2009).



**Gráfico 6. Trampa de grasa.**

- ✓ **Celda de flotación:** Una recuperación de grasa sucede después de que el flujo de agua de bombeo ha atravesado la trampa de grasa, en la cual se da una separación de grasa en forma natural



mientras que en la celda de flotación se da una separación gracias a la incorporación de micro burbujas de aire en el fluido, esta separación de sólidos es generada gracias a que las micro burbujas de aire se adhieren a los sólidos y se produce la flotación de los mismos, lo que se deja ver es una espuma, la que es recuperada a través de unas paletas de fibra, la cual es empujada hacia un tanque colector para luego ser introducida a través de una bomba de cavidad positiva y un coagulador para el agua de bombeo, lo cual hará calentar dicha espuma hasta una temperatura de unos 110,0 a 120,0 °C, que será introducida en una separadora y de allí a una maquina centrifuga para la separación del aceite de recuperación del agua de bombeo, lo que antes se eliminaba indiscriminadamente al mar, hoy en día en la mayoría de pesqueras se trata de recuperar al máximo, ya que esto incurre en ganancia para la empresa pesquera, así como también la reducción de la contaminación de nuestro océano. La celda de flotación, dependiendo del tipo modelo y fabricante puede variar estructuralmente, pero la condición importante es la generación de micro burbujas de aire, las cuales se pueden generar de diferentes formas (Alva, 2009), (Gráfico 7).



**Gráfico 7. Celda química (Floateng).**

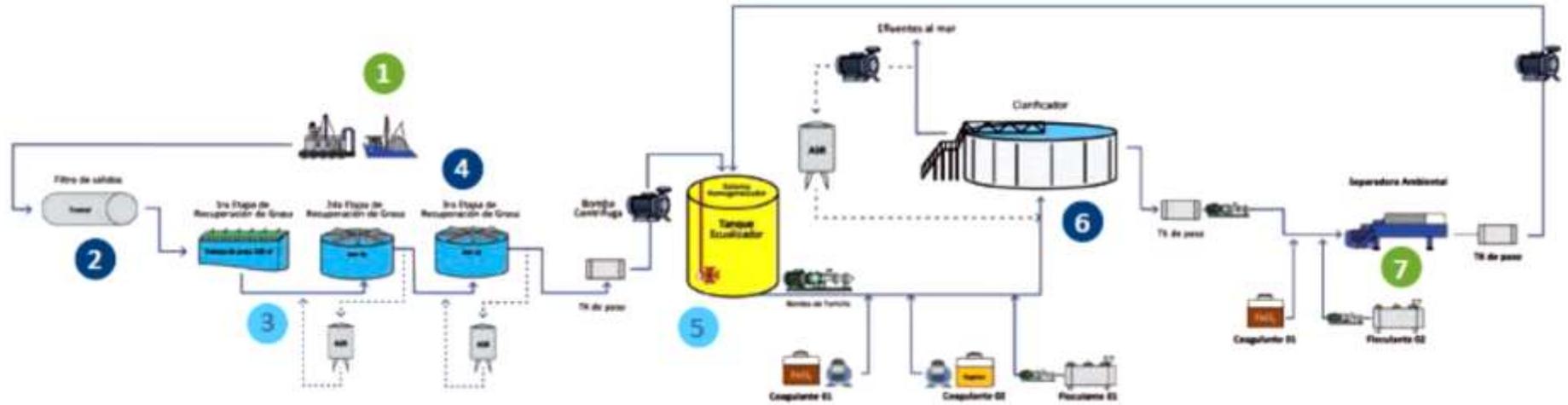


Gráfico 8. Sistema de tratamiento de agua de bombeo (PAMA).

## 2.2. Marco conceptual

- **Efluente:** Descarga líquida de materiales de desecho en el ambiente, el cual puede estar tratado o sin tratar. Generalmente se refiere a aguas contaminadas (RM. 290-2015-PRODUCE).
  
- **Efluente generado por la planta pesquera previo tratamiento:** Originado como consecuencia del proceso productivo pesquero el cual está constituido por agua de bombeo, “agua blanca”, agua de la columna barométrica, agua de limpieza y mantenimiento (RM. 290-2015-PRODUCE).
  
- **Vertimiento:** Evacuación deliberado de desechos u otras sustancias al ambiente (RM. 290-2015-PRODUCE).
  
- **Cuerpo receptor:** Medio acuático de fuente natural (mar y continental cuerpos loticos y lenticos) o infraestructura artificial que recibe los efluentes tratados de las actividades industriales de consumo humano directo (CHD) y de consumo humano indirecto (CHI), a excepción del sistema de alcantarillado (RM. 290-2015-PRODUCE.).
  
- **Estándar de calidad ambiental (ECA):** Niveles de concentración máxima de contaminantes en el cuerpo hídrico receptor, que es recomendable no exceder para evitar riesgo a la salud humana y a la vida acuática (RM. 290-2015-PRODUCE).
  
- **Agua de bombeo:** Es el agua de mar empleada en el trasvase de materia prima desde la “chata” a la planta de procesamiento (RM. 290-2015-PRODUCE) (Gráfico 8).
  
- **Parámetros microbiológicos:** Son los microorganismos indicadores de contaminación y/o microorganismos patógenos para

el ser humano analizados en el agua de consumo humano (D.S N° 031-2010-SA).

- **Calidad de aguas costeras (bahías):** Las aguas situadas fuera de la línea de bajamar o del límite exterior de un estuario. Las aguas superficiales situadas hacia tierra desde una línea cuya totalidad de puntos se encuentra a una distancia de una milla náutica mar adentro desde el punto más próximo de la línea de base que sirve para medir la anchura de las aguas territoriales y que se extienden, en su caso, hasta el límite exterior de las aguas de transición (Protocolo de monitoreo de la calidad de los recursos hídricos. autoridad nacional del agua – DGCRH, 2010)
  
- **Límite máximo permisible (LMP):** Medida de la concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos que caracterizan a un efluente o una emisión, que corresponde a los niveles de tratamiento de aguas residuales alcanzables con las mejores técnicas disponibles y económicamente viables. Su determinación corresponde al ministerio del ambiente y su cumplimiento es exigible legalmente por el ministerio del ambiente y los organismos que conforman el sistema nacional de gestión ambiental (R.J. 010-2016-ANA).
  
- **Floculante:** llamados también ayudantes de coagulación, e incluso ayudantes de filtración, son productos destinados a favorecer cada una de estas operaciones. La acción puede ejercerse al nivel de la velocidad de reacción (floculación más rápida). Los floculantes pueden clasificarse por su naturaleza (minera u orgánica), su origen (sintético o natural) o el signo de su carga eléctrica (aniónico, catiónico o no iónico) (R.M. 293-2013-PRODUCE).

- **Programa de adecuación y manejo ambiental (PAMA):** Es un conjunto de métodos, medidas, procedimientos, acciones e inversiones que son necesarios para la incorporación de adelantos tecnológicos y científicos, a fin de evitar o mitigar a niveles tolerables el impacto negativo al ambiente, que producen las actividades pesqueras instaladas. (R.M. 293-2013-PRODUCE).
  
- **Zona de protección ambiental litoral:** Es un ámbito territorial de aplicación del Decreto Supremo N° 010-2008-PRODUCE, que corresponde a la franja de playa, agua y fondo de mar adyacente a la costa continental o insular, delimitada por una línea superficial imaginaria, medida desde la línea de baja marea de sicigia, que se orienta paralela a esta y que se proyecta hasta el fondo del cuerpo de agua.

## **CAPITULO III**

### **3. MARCO METODOLOGÍCO**

#### **3.1. Hipótesis central de la investigación**

El vertimiento de los efluentes de la industria pesquera afecta la calidad del agua de mar de la bahía de Coishco, Ancash, analizada durante los años 2015 y 2016.

El vertimiento de efluentes de la industria pesquera se manifiesta en los cambios que experimentan la temperatura, oxígeno disuelto, demanda bioquímica de oxígeno ( $DBO_5$ ), aceites y grasa, pH, y coliformes termotolerantes.

#### **3.2. Variables e indicadores de la investigación**

- Efluentes de la industria pesquera.
- Calidad de agua del cuerpo receptor de la bahía de Coishco, Ancash.
- Tiempo (meses entre los años 2015 y 2016)

##### **3.2.1. Definición operacional:**

Evaluar las características física, química y biológica de los efluentes de la industria pesquera que afectara el agua de mar de la bahía de Coishco, Ancash, durante los años 2015 y 2016 (Cuadro 4).

**Cuadro 4. Matriz de operacionalización de variables**

<b>Variable conceptual o analítica</b> <b>Definición</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Indicador (Definición Operacional)</b>	<b>Valores Finales</b>	<b>Tipo de variable</b>
Efluente de la industria pesquera y agua de mar de la bahía de Coishco	Física	Temperatura	°C	numérica
	Química	Oxígeno disuelto (a)	mL/L	numérica
		pH		numérica
		Aceites y grasa	mg/L	numérica
		Sólidos suspendidos totales	mg/L	numérica
		Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	numérica
	Biológica	Coliformes termotolerantes	NMP/100 ml	numérica

El cuadro 04 muestra los análisis realizados para la obtención de resultados basados según anexo 1.

### 3.2.2. Dimensión

- ✓ Caracterización física
- ✓ Caracterización química
- ✓ Caracterización biológica

### 3.2.3. Indicadores

- ✓ Temperatura
- ✓ Oxígeno Disuelto
- ✓ pH
- ✓ Aceites y grasa
- ✓ Sólidos suspendidos totales
- ✓ Demanda bioquímica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>)
- ✓ Coliformes termotolerantes

### **3.3. Métodos de la investigación:**

Se utilizó el método de observación no participante, ya que se recogió datos de análisis realizados a nuestro objeto de estudio.

### **3.4. Diseño o esquema de la investigación**

El diseño para evaluar la 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 es un diseño descriptivo.

### **3.5. Población y muestra**

Los reportes del monitoreo de efluentes y el agua de la bahía de Coishco, recogido de los monitoreos realizando por el IMARPE, y empresa pesquera, proporcionadas conjuntamente.

El efluente de la industria pesquera (agua de bombeo y efluentes de limpieza) y el cuerpo marino receptor bahía de Coishco ubicada en el distrito de Coishco, Ancash, Perú, durante los años 2015 y 2016.

#### **Muestra:**

Los datos fueron recogidos de monitoreos realizados por el IMARPE y una industria pesquera, en el cuerpo marino receptor y el efluente de la industria pesquera (agua de bombeo y efluentes de limpieza).

#### **Área de estudio**

El ecosistema marino de Coishco es una bahía pequeña ubicada en la costa norcentral del Perú, situada en el litoral de la provincia Del Santa, Región Ancash, entre los 09°01' latitud sur y los 78°38' longitud oeste. Se encuentra delimitada por el norte con el cerro Cosquillo y por el lado sur por el cerro Chimbote, comprendiendo un área de aproximadamente 11,655 km<sup>2</sup>. Se trata de una bahía abierta con aguas profundas, rodeada por la isla Santa, que forma en cierta manera, una defensa natural por el lado occidental de esta bahía.

Su borde costero es, en general, bajo y arenoso, salvo en su zona sur, donde la bahía labra la costa, originando unos pequeños senos, al bordear el cerro de Chimbote. En el extremo noroeste de este entrante marítimo se encuentra la isla Moñaque, una pequeña isla blanquecina muy cerca a la costa y cubierta de guano.

La bahía se encuentra en un área geográfica fuertemente influenciada por las aguas frías de la corriente de Humboldt, donde las temperaturas superficiales del mar en la bahía son relativamente bajas, durante el año fluctúan normalmente entre los 15,0 °C y 20,0 °C. La bahía de Coishco recibe aguas de escorrentía agrícola y doméstica que, con las del río Santa, forman aguas de mezcla con salinidad propia, la salinidad cerca de la línea litoral es menor a 34,800 ups, en cambio en el sur de la bahía las salinidades son en promedio del orden de 35,100 ups

En la actualidad se encuentran instaladas en la bahía de Coishco, ocho establecimientos industriales pesqueros de consumo humano directo e indirecto, siendo tres las más importantes procesadoras de harina y aceite de pescado con alto contenido proteico (dedican sus actividades a la extracción del recurso anchoveta o samasa en las temporadas de pesca impartida por el PRODUCE) (Cuadro 5 y Gráfico 9).

**Cuadro 5. Industrias pesqueras en actividad.**

EMPRESAS PESQUERAS	CAPACIDAD	ACTIVIDAD	SUBACTIVIDAD
AUSTRAL GROUP S.A.A	160T/H	Harina	Alto contenido proteínico
	600T/D	Congelado	
	15029C/T	Enlatado	
PESQUERA HAYDUK S.A.	133T/H	Harina	Alto contenido proteínico
	394.92T/D	Congelado	
	6453C/T	Enlatado	
PESQUERA CANTABRIA S.A.	76T/H	Harina	Alto contenido proteínico
	7240C/T	Enlatado	
PESQUERA B Y S S.A.C.	164T/D	Congelado	
	3696C/T	Enlatado	
ALIMENTOS CONSERVADOS EL SANTA S.A.	5T/H	Harina	RESIDUAL
	720C/T	Enlatado	
CORPORACION PESQUERA COISHCO S.A.	80T/H	Harina	CONVENCIONAL
GERENCIA Y REPRESENTACIONES PESQUERAS S.A.	9T/H	Harina	RESIDUAL
GERVASI PERU S.A.C.	2594C/T	Enlatado	

Nota: Adaptado de PRODUCE.



**Gráfico 9. Bahía de Coishco con principales industrias pesqueras en actividad**

Nota: Google Earth

### **Efluentes de la industria pesquera.**

Se ubican las 03 tuberías submarinas (con licencia de funcionamiento), que transportan los vertimientos líquidos de las empresas dedicadas al procesamiento industrial pesquero, además existen tuberías de agua potable y de petróleo para aprovisionar a las embarcaciones. Los efluentes líquidos de calderos y/o aguas de plantas evaporadoras del agua de cola llegan al agua de mar con temperaturas en promedio de 50,0 °C. Las tuberías que vierten los efluentes líquidos de la industria de harina de pescado tienen una longitud promedio de 600 m, las que permiten alcanzar una profundidad promedio de 9,0 metros, sin embargo, estas distancias no son suficiente, ya que, por efecto de las corrientes, olas, mareas y el viento, estos residuos retornan a la playa.

A continuación, los establecimientos industriales pesqueros con emisores submarinos activos:

- ✓ AUSTRAL GROUP S.A.A
- ✓ PESQUERA HAYDUK S.A.
- ✓ PESQUERA CANTABRIA S.A.

### **Artefacto marino naval (Chata)**

En la actividad de procesamiento industrial de harina y aceite de pescado, el primer eslabón desde su recepción son las chatas, ubicadas estratégicamente de 400 a 900 m. de distancia de la playa, desde la cual inicia la etapa de descarga (recepción del recurso), bombeando el recurso hidrobiológico de las embarcaciones pesqueras, el recurso hidrobiológico (materia prima), es transportado hacia la planta de procesamiento, vía una tubería absorbente submarina (tubería de descarga).

En la bahía de Coishco, actualmente se ubican 5 chatas (Cuadro 6):

## **Cuadro 6. Industrias pesqueras de harina pescado de alto contenido proteico**

EMPRESAS PESQUERAS	CANTIDAD
AUSTRAL GROUP S.A.A	1 Chata con dos sistemas de bombeo de pescado
PESQUERA HAYDUK S.A.	2 Chatas con un sistema cada una de bombeo de pescado
PESQUERA CANTABRIA S.A.	1 Chata con dos sistemas de bombeo de pescado
PESQUERA RIBAUDO S.A.	1 Chata con un solo sistema de bombeo de pescado (*)

(\*): Establecimiento Pesquero Inactivo sin descarga de pescado.

### **Muelles.**

Se encuentra tres muelles en la bahía de Coishco, dos de ellos pertenecen a la Pesquera Austral Group S.A. y el tercero pertenece a la Pesquera Hayduk S.A., Cabe indicar que actualmente solo se utiliza uno de los muelles de Austral, en este muelle se realiza el desembarque de recursos hidrobiológicos para CHD, para su propia planta de congelado o enlatado. Igual embarque y desembarque de tripulantes y personal de planta.

El muelle perteneciente a la empresa Pesquera Hayduk, solo se utilizaba para embarques y desembarque de personas que quieran abordar alguna chata, embarcación, bote, etc.

En el borde litoral de la caleta de Coishco se produce el comercio informal de especies hidrobiológicas, algunas personas lavan y evisceran los recursos marinos, arrojándose luego los desperdicios al mar. Esto genera un arrojado de basura al mar por los habitantes de la zona cercana a la caleta con el arrojado de residuos sólidos, residuos líquidos y otros, proliferando moscas y otros vectores que podrían originar enfermedades principalmente a la población lugareña de la caleta.

### **3.6. Actividades del proceso investigativo**

Determinar los efluentes de la industria pesquera en el agua de mar de la bahía de Coishco, Ancash, en los años 2015 y 2016; y caracterizar física, química y biológicamente los efluentes de esta industria (Anexo 1). Caracterizar física, química y biológicamente las aguas del cuerpo marino receptor de la bahía de Coishco en las áreas de vertimiento y no vertimiento de los efluentes.

Para la recopilación de datos, se tuvo en cuenta la descripción de cada indicador propuesto, se revisó todos los monitoreos realizados a los efluentes de la industria pesquera y cuerpo marino receptor de la bahía de Coishco, Ancash de los años 2015 y 2016.

Se complementó toda la información recogida y se determinó la influencia de estos efluentes en la bahía de Coishco.

También se comparó los resultados obtenidos de los efluentes con los LMPs para la descarga de efluentes en el cuerpo marino receptor. Al igual al analizar el cuerpo marino receptor (bahía de Coishco) con los Estándares de calidad ambiental para agua emitidos por la legislación peruana.

### **3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Es una investigación descriptiva comparativa, los datos fueron tomados, con técnicas e instrumentos aplicados en el IMARPE y la empresa pesquera.

Las técnicas e instrumentos usados por las entidades fueron según el protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales (R.J. N° 010-2016-ANA); protocolo para el monitoreo de efluentes de los establecimientos industriales pesqueros de consumo humano directo e indirecto R.M. N° 061-2016-PRODUCE, según anexo 2.

### **3.8. Procedimiento de la recolección de datos:**

La información referente a monitoreos de efluentes y cuerpo marino receptor en la bahía de Coishco, Ancash, en los años 2015 y 2016. Fueron proporcionados de los monitoreos del IMARPE- Chimbote, empresa

pesquera, luego se sistematiza la información en base de datos a periodos mensuales.

La metodología de muestreo, según las entidades competentes, fue de acuerdo a los lineamientos Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales. (R.J. 010-2016-ANA). Según la fuente proporcionada por las entidades que se recogerá los resultados

### **3.8.1. Recolección de muestras:**

Se recogieron y procesaron datos de monitoreos que se realizaron mensualmente de efluentes y agua de la bahía de Coishco (cuerpo marino receptor), basados en R.M. N° 061-2016-PRODUCE (Anexos 3 y anexo 4).

#### **Efluentes de la industria pesquera:**

Se analizaron los datos recogidos de una industria pesquera de la bahía de Coishco, los cuales fueron:

Para los meses de temporada de pesca de anchoveta:

- ✓ Agua residual tratada

Para los meses de Veda:

- ✓ Agua de limpieza tratada.

#### **Agua tomada del cuerpo marino receptor bahía de Coishco:**

Los datos recogidos por una empresa pesquera para el cuerpo marino receptor de la bahía de Coishco (Cuadro 7 y Gráfico 10), cabe indicar que se monitoreó mensualmente durante los años 2015 y 2016 con excepción en el 2016 de los meses de agosto y octubre. Se muestra datos en anexo 5.

**Cuadro 7. Estaciones de monitoreo en la empresa pesquera (bahía de Coishco).**

Estación N°	Posicion	
	Latitud	Longitud
E1 Final del Emisor submarino industria pesquera "X"	9° 01' 04.7"	78° 37' 49.1"
E2: 200m Final del emisor sur	9° 01' 11.0"	78° 37' 49.0"
E3: 200m Final del emisor norte	9° 00' 56.1"	78° 37' 49.0"
E4: 200m Final del emisor este	9° 01' 04.7"	78° 37' 42.4"
E5: 200m Final del emisor oeste	9° 01' 04.7"	78° 37' 55.6"
E6: Punto blanco 500m aguas afuera	9° 01' 08.9"	78° 38' 05.0"
E7: Orilla de playa Caleta Coishco (entre las tres grandes industrias pesqueras de consumo humano indirecto).	9° 01' 10.1"	78° 37' 21.2"
E8: Chata (Pesquera xxx)	9° 01' 11.7"	78° 37' 36.2"



**Gráfico 10. Bahía de Coishco, puntos geo-referenciados (estaciones industria pesquera)**

Nota: Google Earth

Los datos recogidos por Instituto del Mar del Perú (IMARPE) para el cuerpo marino receptor de la bahía de Coishco se ubica en el Cuadro 8 y Gráfico 11, monitoreos realizados para el año 2015 fueron en los meses de abril y noviembre y para el año 2016 fueron los meses mayo y noviembre (Gráfico 12), cabe indicar que todos los monitores fueron antes del inicio de temporada de pesca industrial.

También se presenta la clasificación del cuerpo de agua marino costero de la bahía de Coishco (Cuadro 9 y Gráfico 13), los Estándares nacionales de calidad para agua (Cuadro 10) y frecuencia de monitoreos de efluentes de la industria pesquera (Cuadro 11).



**Cuadro 8. Estaciones de monitoreo IMARPE (bahía de Coishco).**

Estación N°	Posición			
	Latitud		Longitud	
IMARPE 1	9° 00'	06.8"	78° 39'	07.3"
IMARPE 2	9° 00'	37.6"	78° 38'	25.0"
IMARPE 3	9° 01'	18.3"	78° 39'	26.8"
IMARPE 4	9° 01'	00.2"	78° 40'	23.9"
IMARPE 5	9° 02'	14.0"	78° 40'	08.4"
IMARPE 6	9° 01'	13.7"	78° 37'	44.3"
IMARPE 7	9° 01'	46.4"	78° 38'	18.0"
IMARPE 8	9° 02'	39.5"	78° 38'	26.7"

Nota: Datos recopilado por el IMARPE



**Gráfico 11. Bahía de Coishco, puntos geo-referenciados (estaciones IMARPE)**

Nota: Google Earth



**Gráfico 12. Bahía de Coishco, puntos geo-referenciados**  
Nota: Google Earth



**Gráfico 13. Clasificación del cuerpo de agua marino costero, bahía de Coishco.**

Nota: Resolución Jefatural N° 030-2016-ANA (anexo 6)

**Cuadro 9. Clasificación del cuerpo de agua marino costero, bahía de Coishco.**

Clasificación marina – Costera		
Bahía	código de unidad	Descripción - ECA para Agua
Bahía de Coishco	Cat1B1_75	Categoría 1: Población y recreacional, sub Categoría B1: Contacto primario
	Cat2C2_77	Categoría 2: Actividades de extracción y cultivo marino costeras y continentales, sub categoría C2: extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas
	Cat4E3M_78	Categoría 4: Conservación del ambiente Acuático, sub categoría E3: Ecosistemas marino costeros marinos.

Nota: Resolución Jefatural N° 030-2016-ANA

**Cuadro 10. Estándares nacionales de calidad para agua, según zona encontrada en la bahía de Coishco**

	Cat1B1_75	Cat2C2_77	Cat4E3M_78
PH	6,0 a 9,0	6,8 a 8,5	6,8 a 8,5
Oxígeno Disuelto (mg/L)	≥ 5	≥ 3	≥ 4
SST (mg/L)		60,00	30,00
Aceites y Grasa (mg/L)	Ausencia de película visible	1,00	5,00
Temperatura		Δ 3	Δ 2
DBO <sub>5</sub> (mg/L)	5,00	10,00	10,00
Coliformes termotolerantes (NMP/100 ml)	200,00	≤ 30,00	2 000,00
Coliformes totales (NMP/100 ml)	1 000,00		
Turbiedad NTU	100		

Δ3: variación de 3 °C respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.

Nota: Adaptado de decreto supremo N°015-2015-MINAM

**Cuadro 11. Frecuencia Monitoreos agua de bahía de Coishco y efluente de la industria pesquera**

Variable	Muestra		
		2015	2016
<b>Efluente de la industria Pesquera</b>	Agua de bombeo (a)	Mensual	mensual
	Agua de bombeo tratada (b)	Mensual	mensual
	Efluentes de limpieza (c)	Mensual	mensual
	Efluentes de limpieza tratada	Mensual	mensual
<b>Agua del cuerpo marino receptor bahía de Coishco</b>	Final del emisor submarino	Mensual	mensual
	Punto blanco a 500 m. aguas afuera.	Mensual	mensual
	Orilla de playa de la bahía de Coishco	Mensual	mensual

(a): Se monitoreo en temporada de pesca

(b): Se monitoreo en temporada de pesca

(c): se monitoreo en veda

Adaptado según R.M. N° 061-2016-PRODUCE,

### **3.9. Técnicas de procesamiento y análisis de datos**

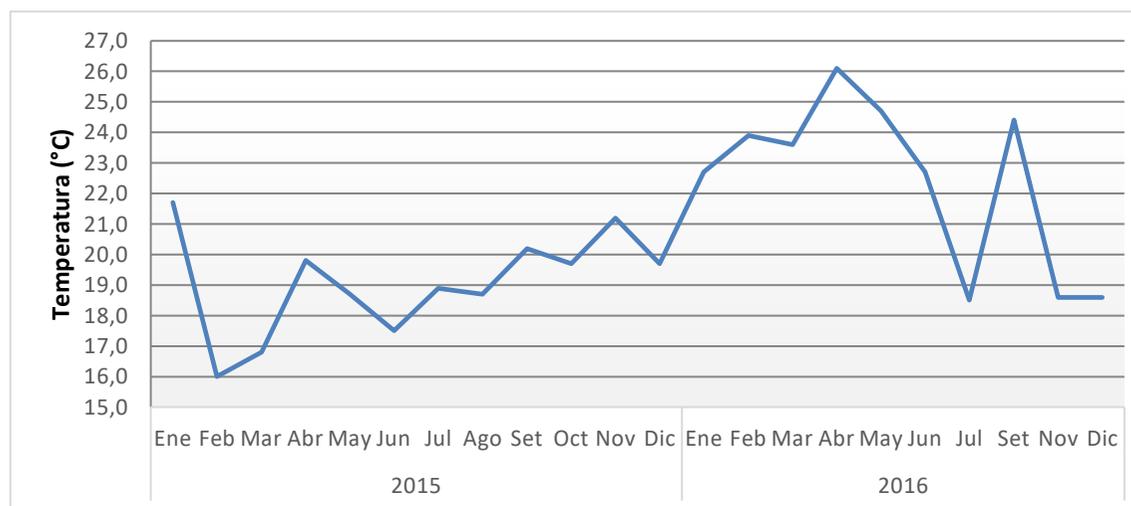
Para el procesamiento de los resultados se utilizó el diseño descriptivo; efectuándose con el programa estadístico SPSS 22 tomando en consideración tablas y gráficos.

Para los análisis de los resultados obtenidos del efluente de la industria pesquera y agua de mar de la bahía de Coishco, se tuvo en consideración las Normas técnicas peruanas vigentes. Asimismo, se tomó como base los LMP para efluentes de los establecimientos industriales pesqueros D.S 010-2018- MINAM y Estándares de calidad ambiental para agua del DS N°015-2015-MINAM.

## CAPITULO IV

### 4. RESULTADOS Y DISCUSION

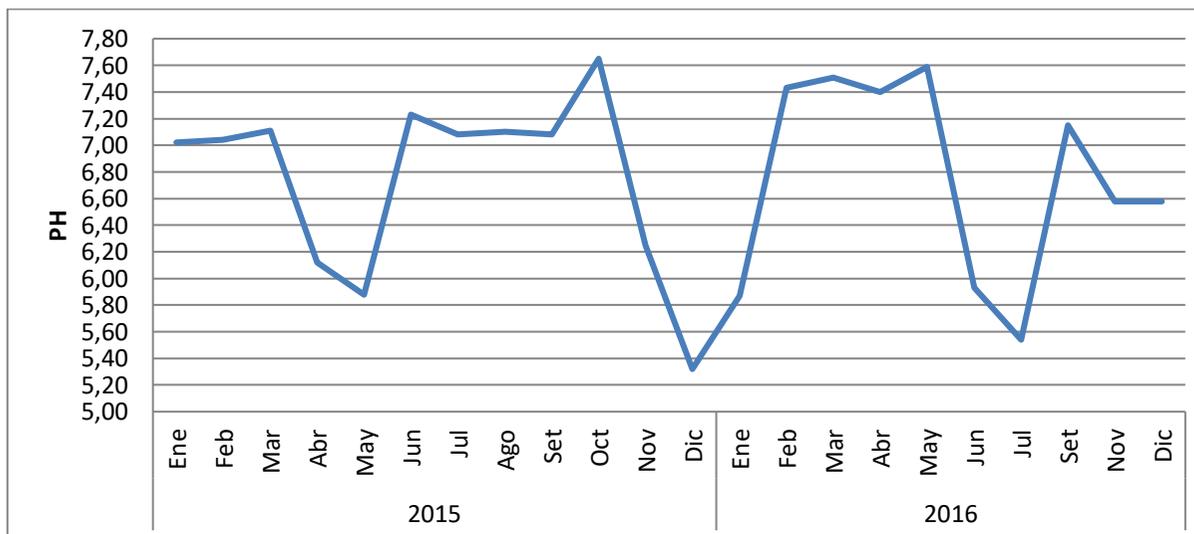
#### 4.1. Caracterización fisicoquímica y biológica de los efluentes de la industria pesquera



**Gráfico 14. Temperatura (°C) de los efluentes de la industria pesquera, en los años 2015 y 2016. pesquera, en los años 2015 y 2016.**

Descripción:

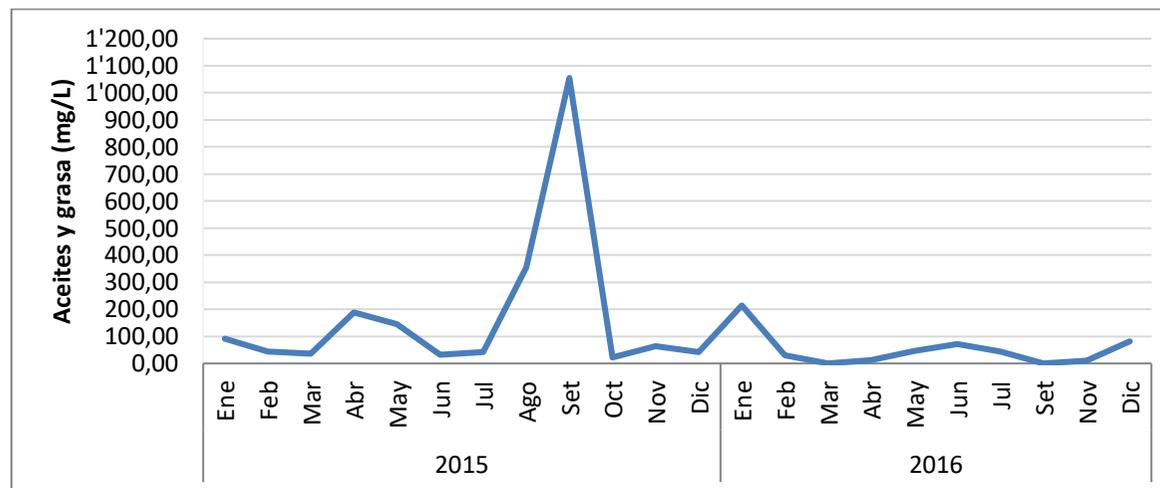
Gráfico 14, se observa que la temperatura de los efluentes de la industria pesquera en los años 2015 y 2016, tuvo sus valores más altos en abril y mayo del 2016 con 26,1°C y 24,7 °C respectivamente, en cuanto al valor mínimo de temperatura se presentó en febrero del 2015 con 16,0 °C. Asimismo, las temperaturas en el año 2016 fueron más altas que las del 2015.



**Gráfico 15. pH de los efluentes de la industria pesquera, en los años 2015 y 2016.**

Descripción:

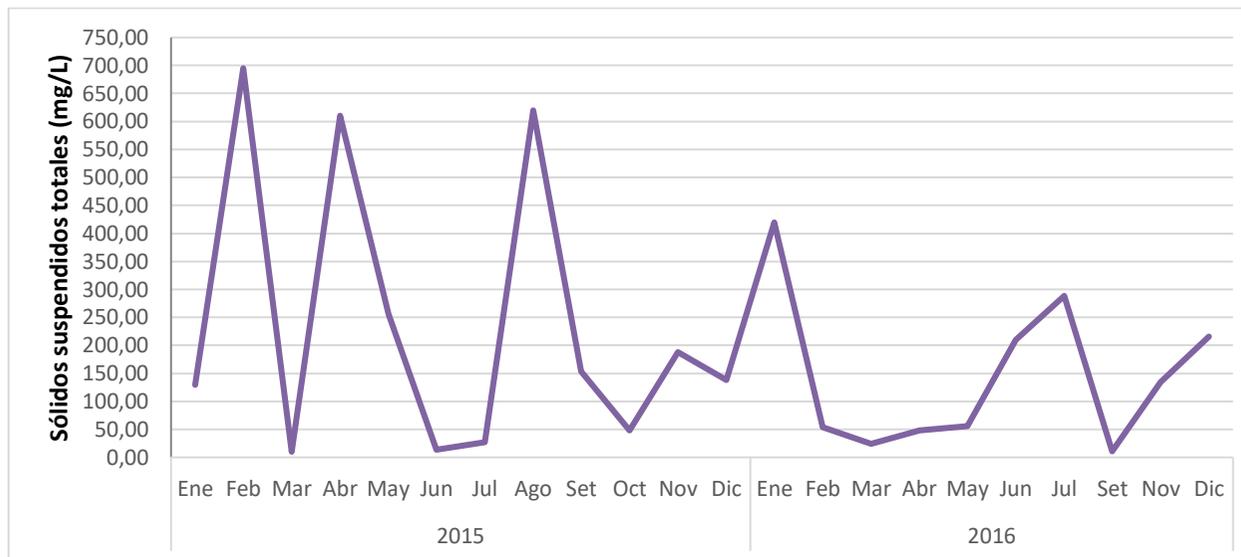
El gráfico 15, se observa que el pH de los efluentes de la industria pesquera en los años 2015 y 2016, que alcanzó niveles bajos en diciembre del 2015 y julio 2016 con 5,32 y 5,54 unidades respectivamente, en cuanto a los valores máximos estos fueron similares en los años mencionados. Los valores más bajos de pH se encontraron en abril, mayo y diciembre del 2015 y en julio del 2016. En general el pH se mantuvo similar en ambos años.



**Gráfico 16. Aceites y grasa de los efluentes de la industria pesquera, en los años 2015 y 2016.**

Descripción:

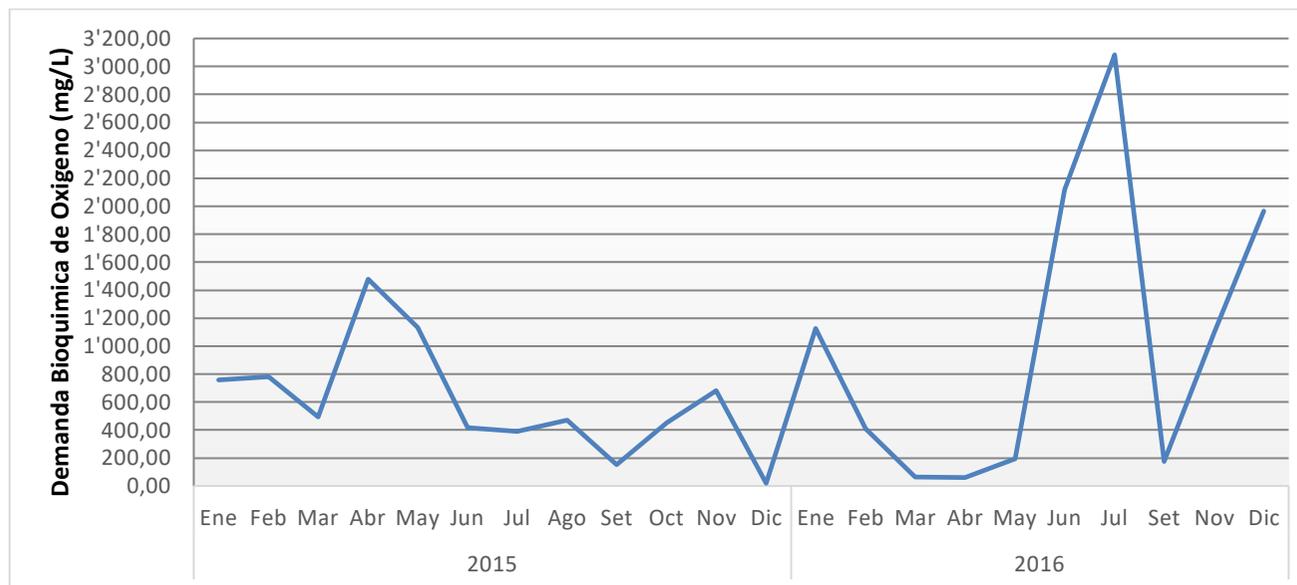
En el gráfico 16, se tiene que los aceites y grasa de los efluentes de la industria pesquera en los años 2015 y 2016 tienen su valor máximo en setiembre del 2015 con 1 065,00 mg/L, que es muy superior al límite máximo permisible (350,00 mg/L). Además, se observó que en el 2016 los valores estuvieron por debajo del límite máximo permisible.



**Gráfico 17. Sólidos suspendidos totales de los efluentes de la industria pesquera, en los años 2015 y 2016.**

Descripción:

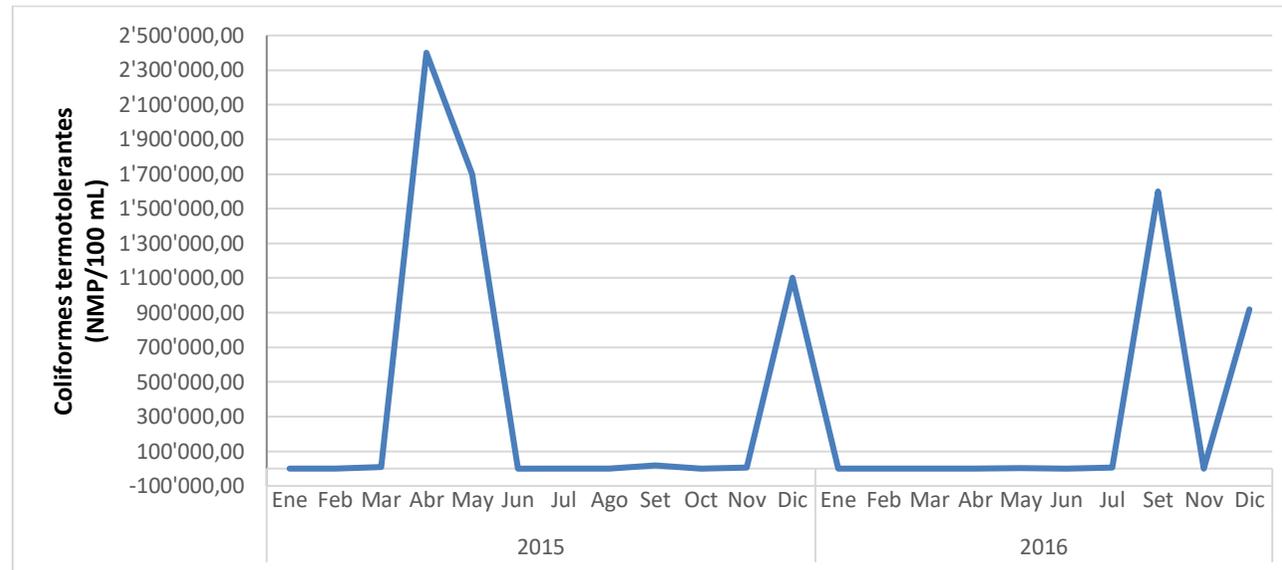
En el gráfico 17 se tiene que los sólidos suspendidos totales de los efluentes de la industria pesquera en los años 2015 y 2016, presentó los valores más altos en febrero del 2015 con 695,00 mg/L, y en enero del 2016 con un valor de 420,00 mg/L, sin embargo, estos valores determinados no superan el valor máximo permisible de 700,00 mg/L, dado por la normatividad vigente.



**Gráfico 18. DBO<sub>5</sub> de los efluentes de la industria pesquera, en los años 2015 y 2016.**

Descripción:

En el gráfico 18 se observa que el DBO<sub>5</sub> de los efluentes de la industria pesquera en los años 2015 y 2016, presentó el valor más alto en julio del 2016 con 3 083,00 mg/L, este valor sobrepasó el LMP de 500,00 mg/L y el más bajo fue en diciembre del 2015 con 19,70 mg/L.



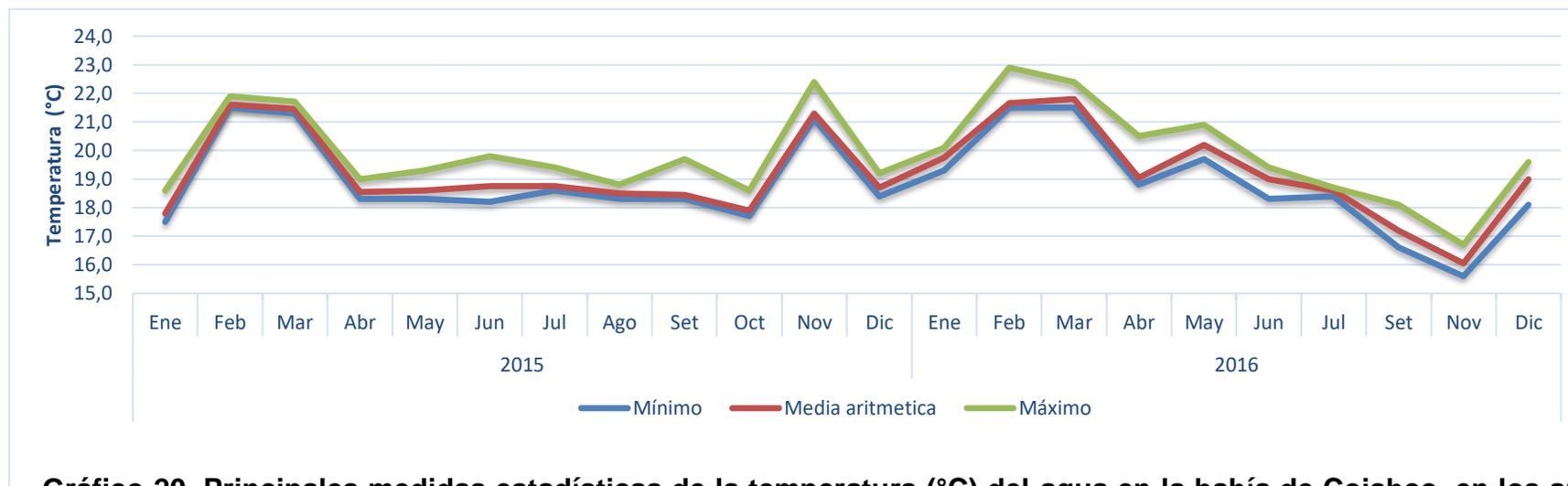
**Gráfico 19. Coliformes termotolerantes de los efluentes de la industria pesquera, en los años 2015 y 2016.**

**Descripción:**

En el gráfico 19 se observa que los coliformes termotolerantes de los efluentes de la industria pesquera en los años 2015 y 2016, presentan el valor más alto en abril del 2015 con 2 400 000,00 NMP/100 mL, y el valor más bajo sucedió en enero, febrero, julio, agosto del 2015 y enero, febrero, marzo y abril del 2016 todos ellos con 1,80 NMP/100 mL.

Según anexo 7, las características físicas (temperatura y sólidos suspendidos totales), químicas (pH, oxígeno disuelto, DBO<sub>5</sub> y aceites y grasa) del efluente de la industria pesquera fueron similares (presentan baja variabilidad) durante los años 2015 y 2016. Las características biológicas (coliformes termotolerantes), presentan los valores más altos en abril, mayo y diciembre del 2015 y en setiembre y diciembre del 2016, en tanto que, en el resto de meses evaluados predominaron valores próximos a 1,80 NMP/100 mL. Se muestra evidencias del monitoreo en el anexo 8.

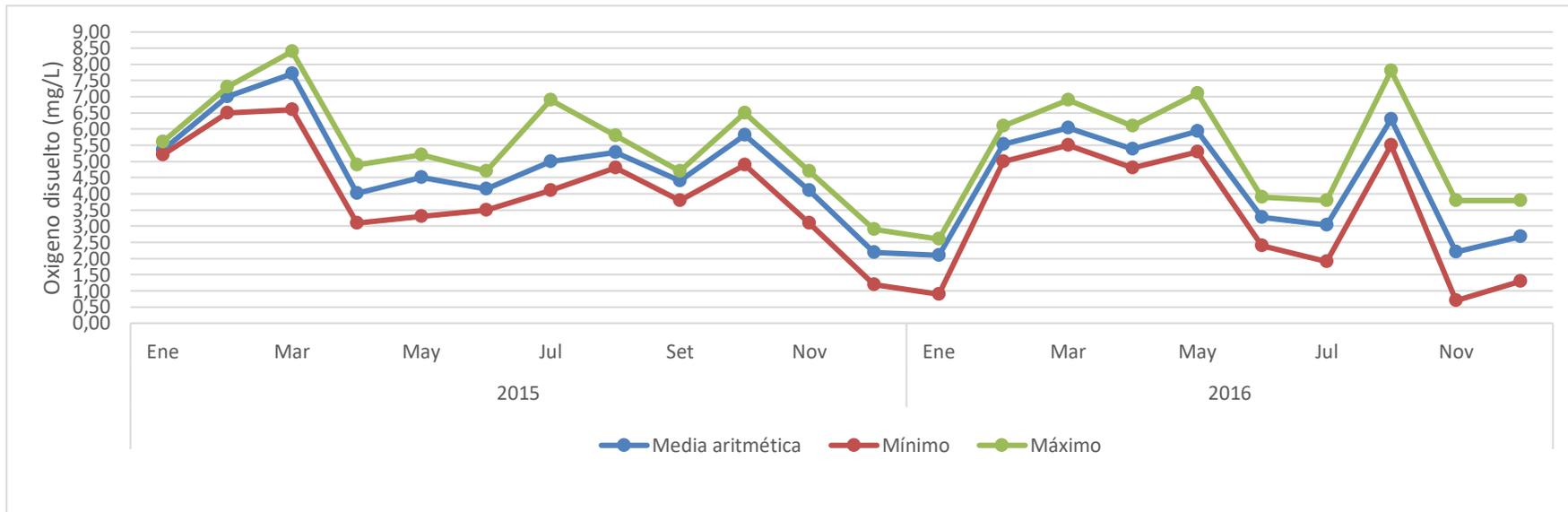
#### 4.2. Caracterización física, química y biológica las aguas del cuerpo marino receptor Bahía de Coishco.



**Gráfico 20. Principales medidas estadísticas de la temperatura (°C) del agua en la bahía de Coishco, en los años 2015 y 2016.**

Descripción:

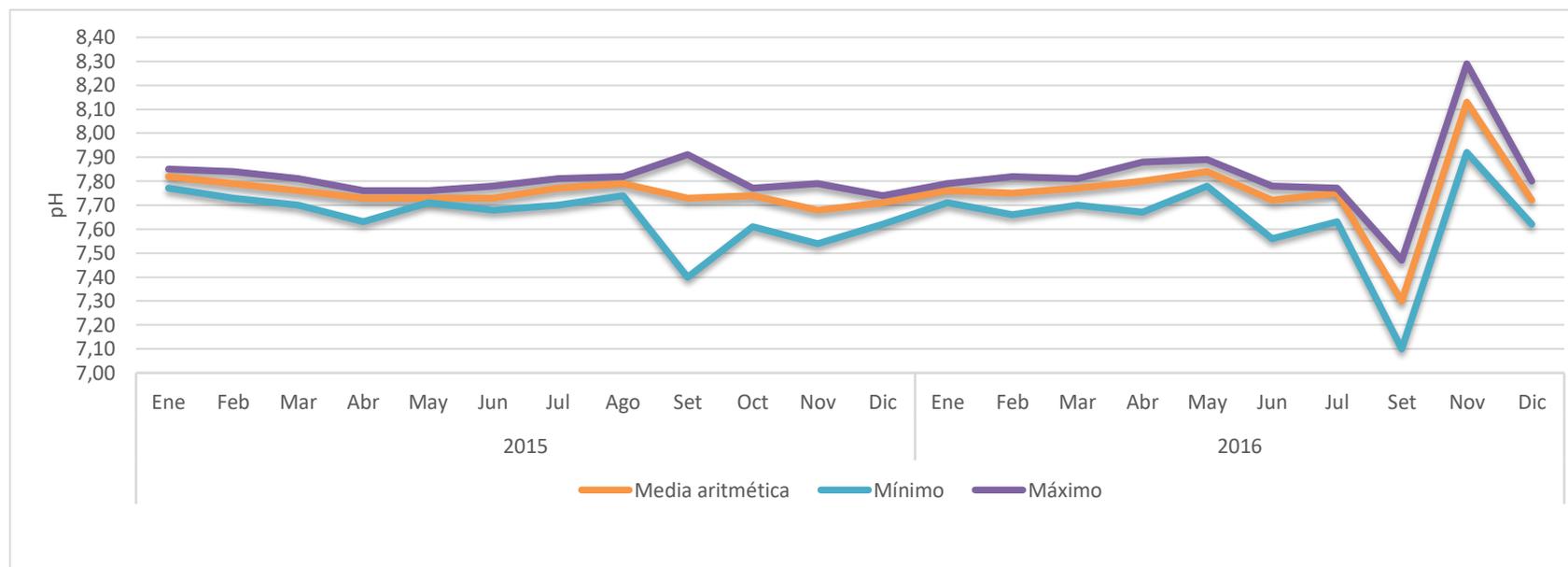
En el gráfico 20 y anexo 9, se observa que la temperatura en las aguas de la bahía de Coishco en los años 2015 y 2016, tuvo el máximo registró en febrero del 2016 con 22,9 °C y como temperatura mínima en noviembre del 2016 con 16,7 °C, es decir en este periodo de tiempo, se puede considerar que la temperatura no tuvo mucha variabilidad. Además, se observó que a partir de mayo del 2016 la temperatura descendió y en diciembre aumentó. En cuanto a la dispersión de las temperaturas con respecto a la media aritmética están son casi cercanas a cero, es decir presentan baja variabilidad.



**Gráfico 21. Principales medidas estadísticas del oxígeno disuelto del agua en la bahía de Coishco, en los años 2015 y 2016.**

Descripción:

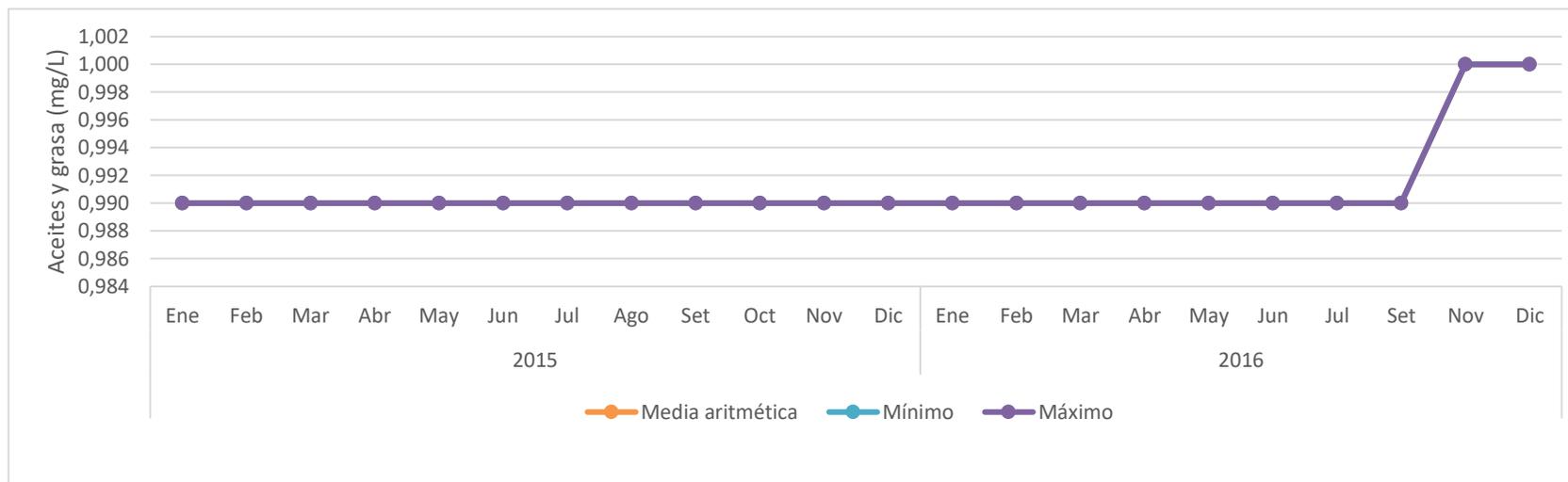
En el gráfico 2 y anexo 10 se observó que el oxígeno disuelto en las aguas de la bahía de Coishco en los años 2015 y 2016 tuvo su valor más alto en marzo del 2015 con 8,40 mg/L y su valor más bajo en noviembre del 2016 con 0,70 mg/L. Además, en setiembre del 2016 ha sido también otro de los meses más altos de oxígeno disuelto con 7,00 mg/L, por lo que, la tendencia fue variada con altas y bajas concentraciones en cada mes. La dispersión de valores de oxígeno disuelto con respecto a la media aritmética indica que son valores cercanos a cero, por lo que la variabilidad es baja.



**Gráfico 22. Principales medidas estadísticas del pH del agua en la bahía de Coishco, en los años 2015 y 2016.**

Descripción:

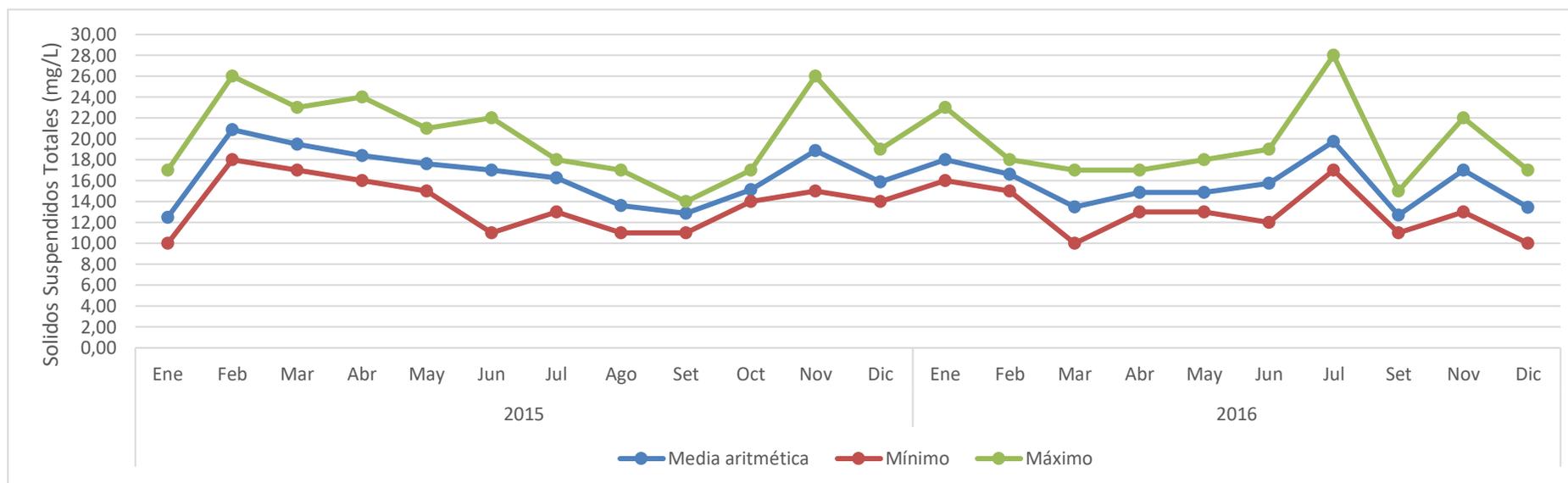
En el gráfico 22 y anexo 11, se tiene que el pH del agua en la bahía de Coishco en los años 2015 y 2016 ha tenido valores similares, a excepción del mes de setiembre del 2016 donde tuvo su valor mínimo en 7,10 unidades y en noviembre del 2016 donde obtuvo su valor más alto con 8,29 unidades. Es así que la dispersión de los datos son casi ceros, por lo que la variabilidad del pH con respecto a la media aritmética es baja



**Gráfico 23. Principales medidas estadísticas de aceites y grasa del agua en la bahía de Coishco, en los años 2015 y 2016.**

Descripción:

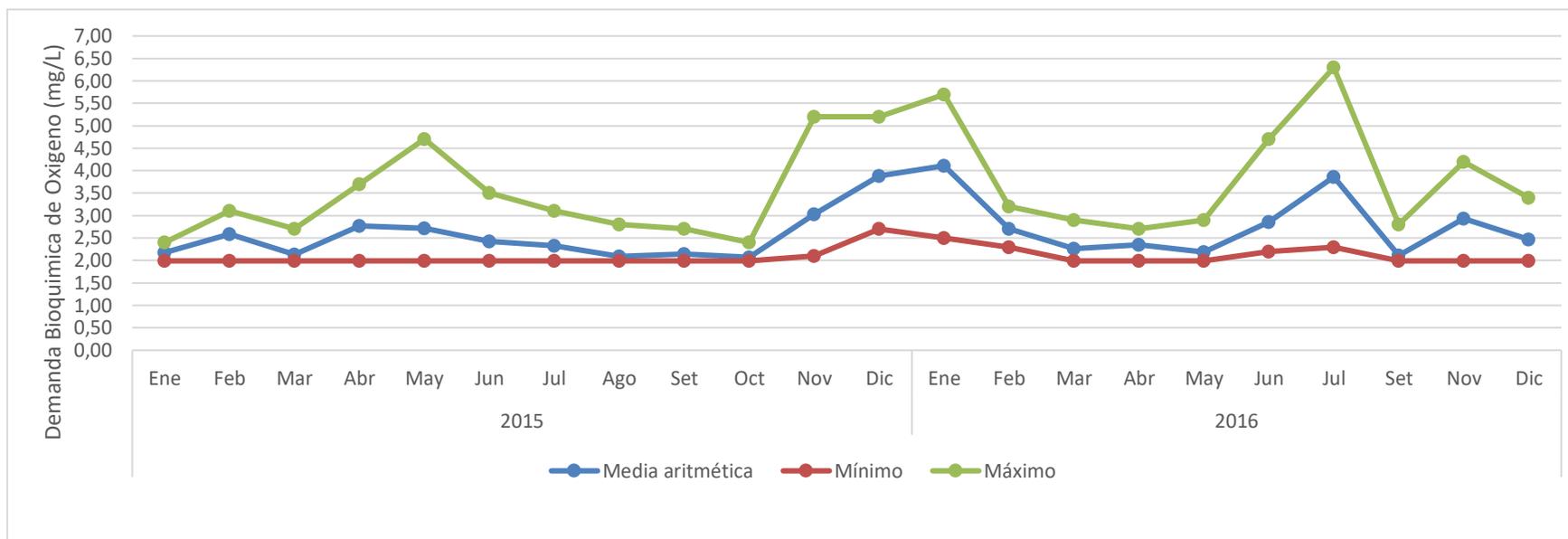
En el gráfico 23 y anexo 12, se observa que los aceites y grasa de las aguas de la bahía de Coishco en los años 2015 y 2016, son similares, es decir la dispersión de los aceites y grasa es nula con respecto a la media aritmética, siendo el valor máximo de 1,00 mg/L en los meses de noviembre y diciembre del 2016 y de 0,99 mg/L en el resto de los meses evaluados.



**Gráfico 24. Principales medidas estadísticas de sólidos suspendidos totales del agua en la bahía de Coishco, en los años 2015 y 2016**

Descripción:

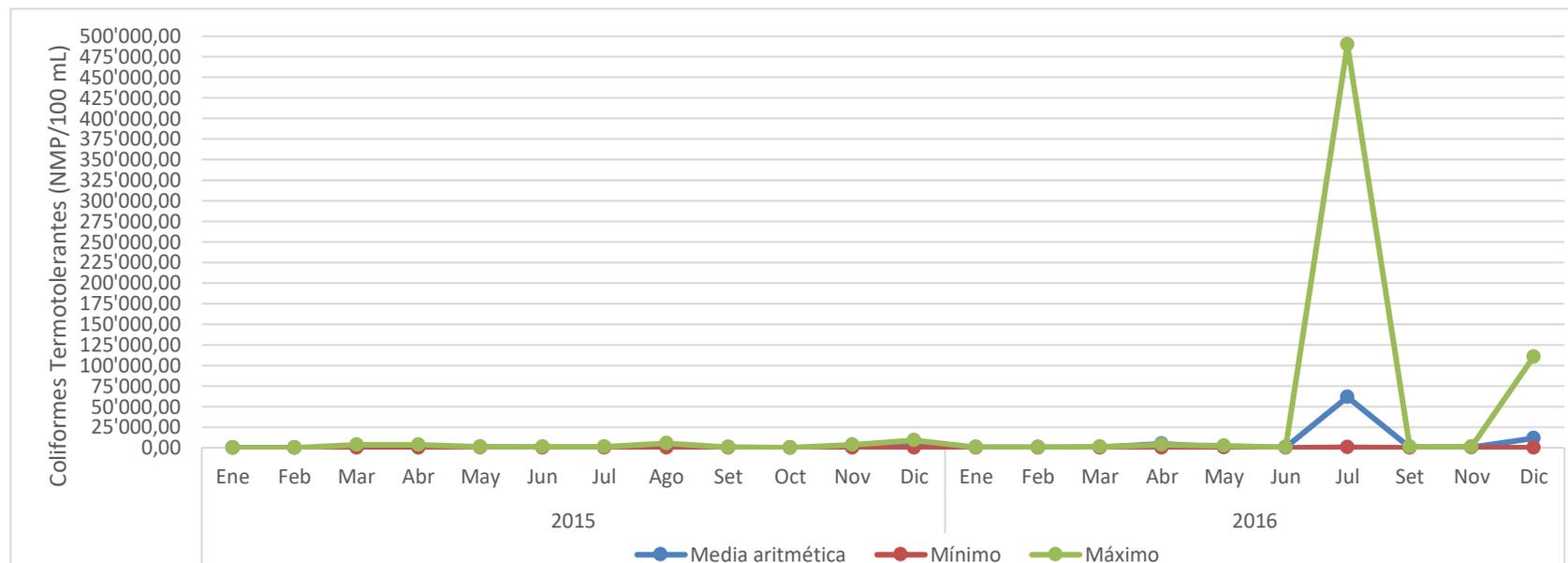
En el gráfico 24 y anexo 13, se tiene que los sólidos suspendidos totales de las aguas de la bahía de Coishco en los años 2015 y 2016, tuvo su valor más alto en julio del 2016 con 28,00 mg/L y el valor más bajo lo obtuvo en marzo y diciembre con 10,00 mg/L. Se tiene también otros puntos altos en los meses de febrero y noviembre del 2016 con 26,00 mg/L. La variabilidad de los sólidos suspendidos totales con respecto a la media aritmética es ligeramente baja, teniendo un grado de dispersión de 2,00 mg/L



**Gráfico 25. Principales medidas estadísticas de DBO<sub>5</sub> del agua en la bahía de Coishco, en los años 2015 y 2016.**

Descripción:

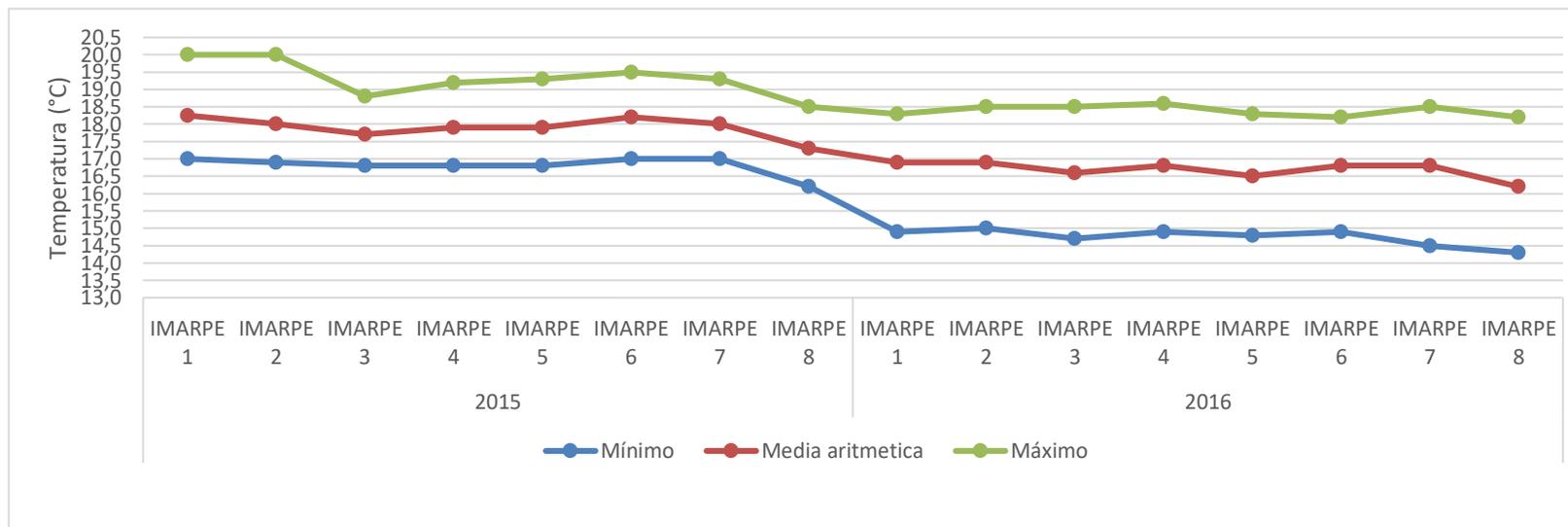
En el gráfico 25 y anexo 14, se tiene que el DBO<sub>5</sub> de las aguas de la bahía de Coishco en los 2015 y 2016, presentan sus valores más altos en el mes de enero y julio del 2016, con 5,70 y 6,30 mg/L respectivamente, y en cuanto a valores mínimos estos fueron similares en estos dos años. Es así que la dispersión de los DBO<sub>5</sub> con respecto a la media aritmética es baja.



**Gráfico 26. Principales medidas estadísticas de coliformes termotolerantes del agua en la bahía de Coishco, en los años 2015 y 2016.**

Descripción:

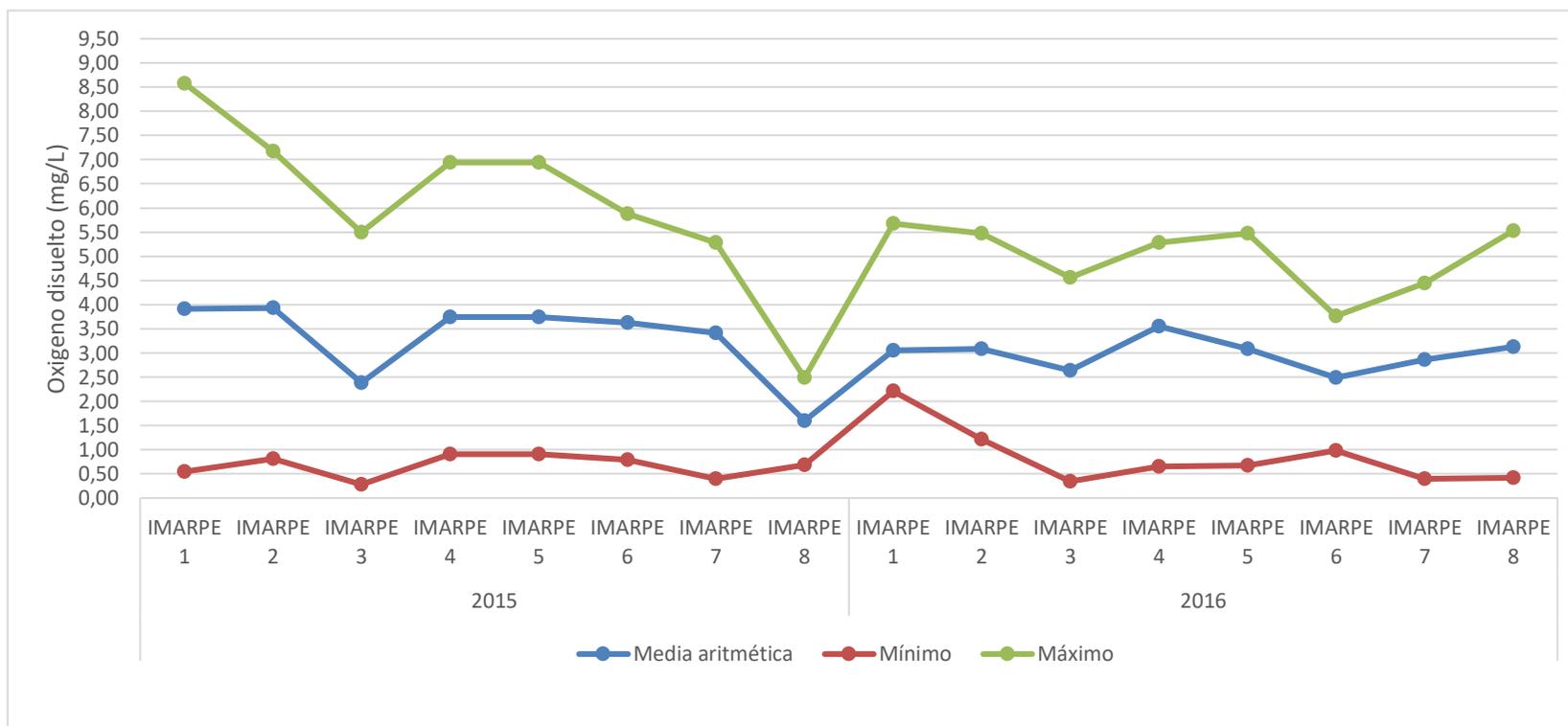
En el gráfico 26 y anexo 15, se tiene que los coliformes termotolerantes del agua en la bahía de Coishco en los 2015 y 2016, presentan su valor más alto en julio y diciembre del 2016 con 490 000,00 y 110 000,00 NMP/100 mL respectivamente, siendo el valor más bajo el registrado en el enero del 2015 y abril del 2016 con 1,80 NMP/100 mL. La dispersión de los coliformes termotolerantes con respecto a la media aritmética tiene una tendencia a aumentar debido a los valores muy bajos o muy altos registrados en estos dos años.



**Gráfico 27. Principales medidas estadísticas de la temperatura (°C) del agua según estaciones del IMARPE, bahía de Coishco, en los años 2015 y 2016.**

**Descripción:**

En el gráfico 27 y anexo 16, se observó que la temperatura en las aguas según las estaciones del IMARPE en los años 2015 y 2016, tuvo el máximo en las estaciones 1 y 2 en el 2015 con 20,0 °C y como temperatura mínima en las estaciones 6 y 8 del 2016 con 18,2 °C. Además, se nota que en el 2016 las temperaturas en todas las estaciones son similares.



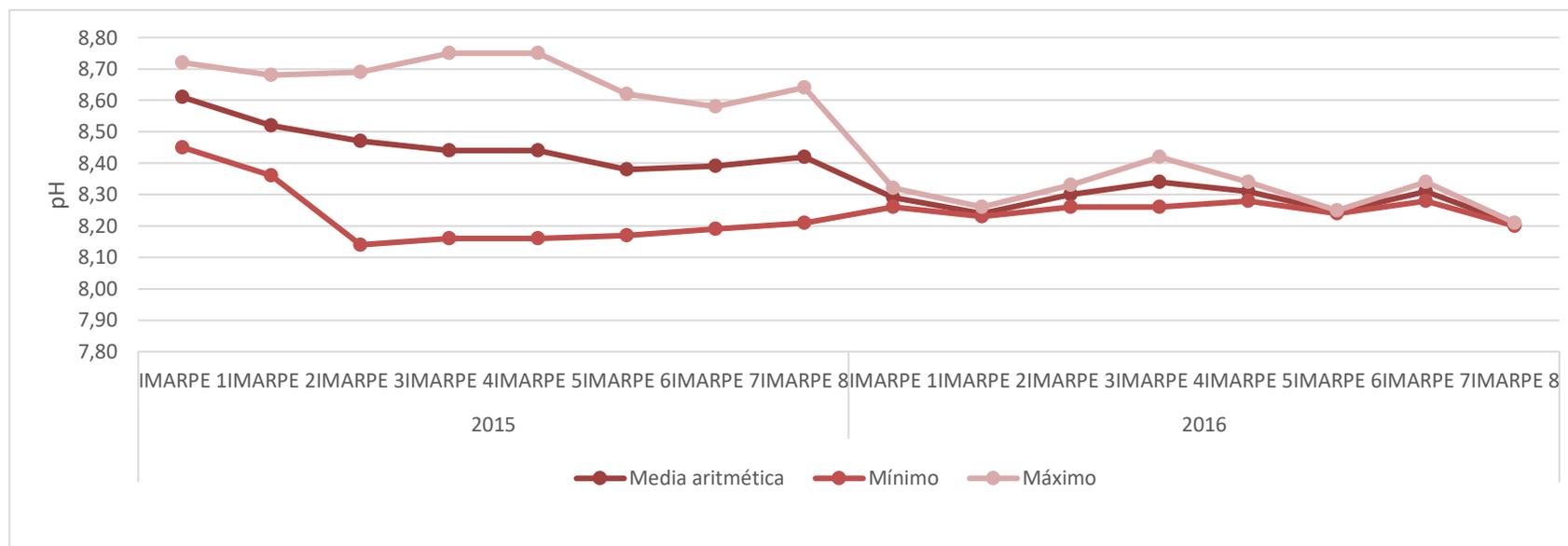
**Gráfico 28. Principales medidas estadísticas del oxígeno disuelto (monitoreo IMARPE), en los años 2015 y 2016.**

Descripción:

En el gráfico 28 y anexo 17, se observó que el oxígeno disuelto en las aguas según las estaciones del IMARPE en los años 2015 y 2016 tuvo su valor más alto en la estación 1 del 2015 con 8,58 mg/L y su valor más bajo en la estación 3 del 2015 con



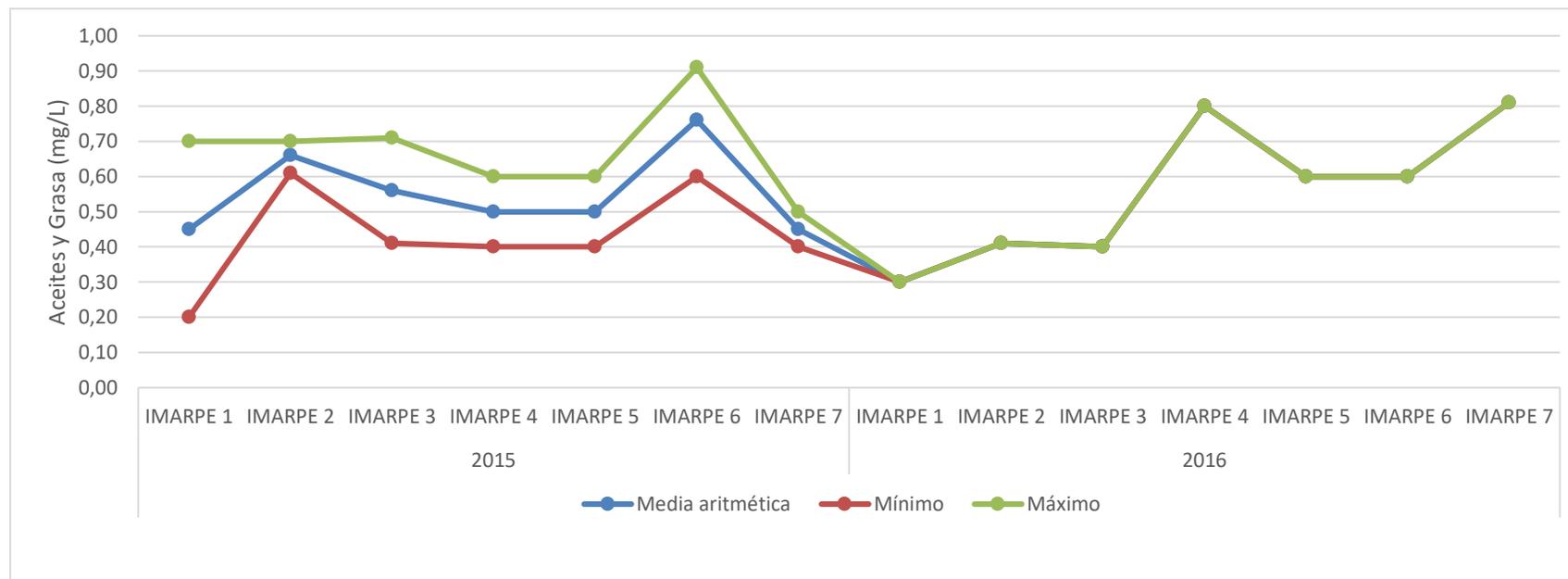
0,28 mg/L. Además, en la estación 8 del 2015 se registró una disminución notable del oxígeno disuelto con 1,60 mg/L en promedio, la tendencia para el oxígeno fue variada en cada estación.



**Gráfico 29. Principales medidas estadísticas del pH en la bahía Coishco (monitoreo IMARPE), en los años 2015 y 2016.**

Descripción:

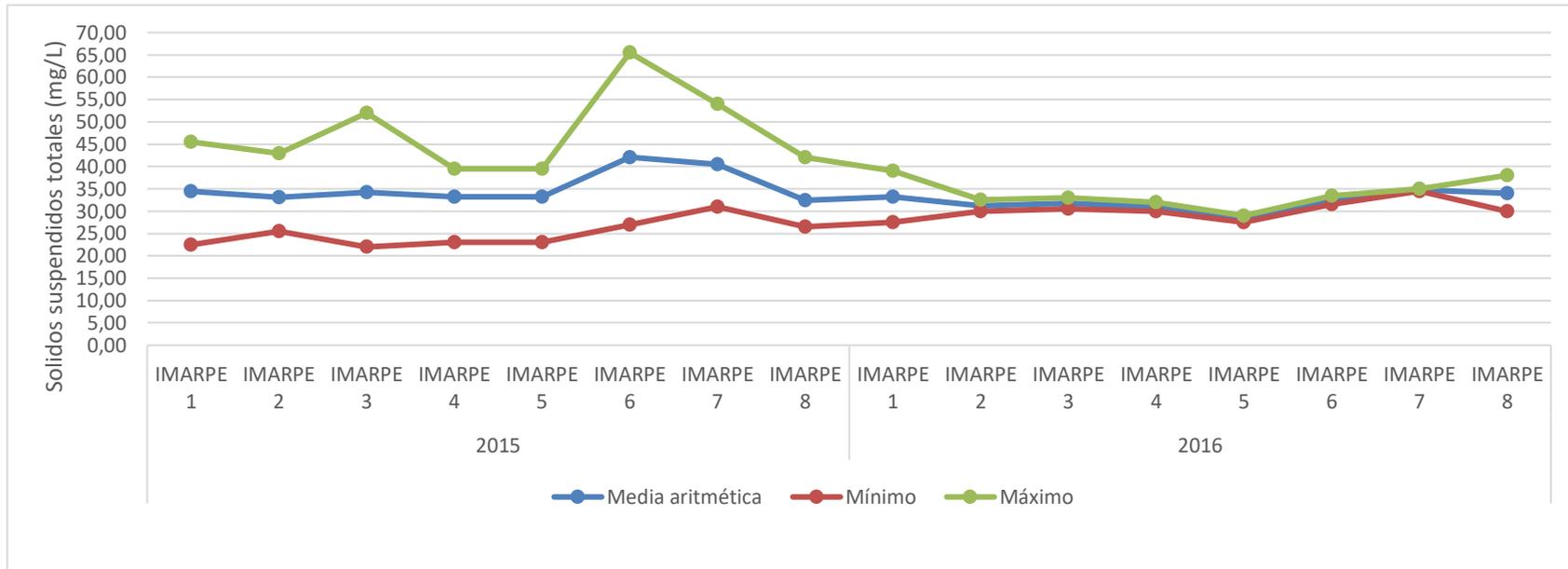
En el gráfico 29 y anexo 18, se tiene que el pH del agua según las estaciones de IMARPE en los años 2015 y 2016 ha tenido valores similares, desde la estación 1 al 8 del 2016, en el 2015 el pH tiende a la baja de manera variada, por lo que en el 2016 está tiende a estabilizarse.



**Gráfico 30. Principales medidas estadísticas de aceites y grasa del agua bahía Coishco (monitoreo IMARPE), en los años 2015 y 2016**

Descripción:

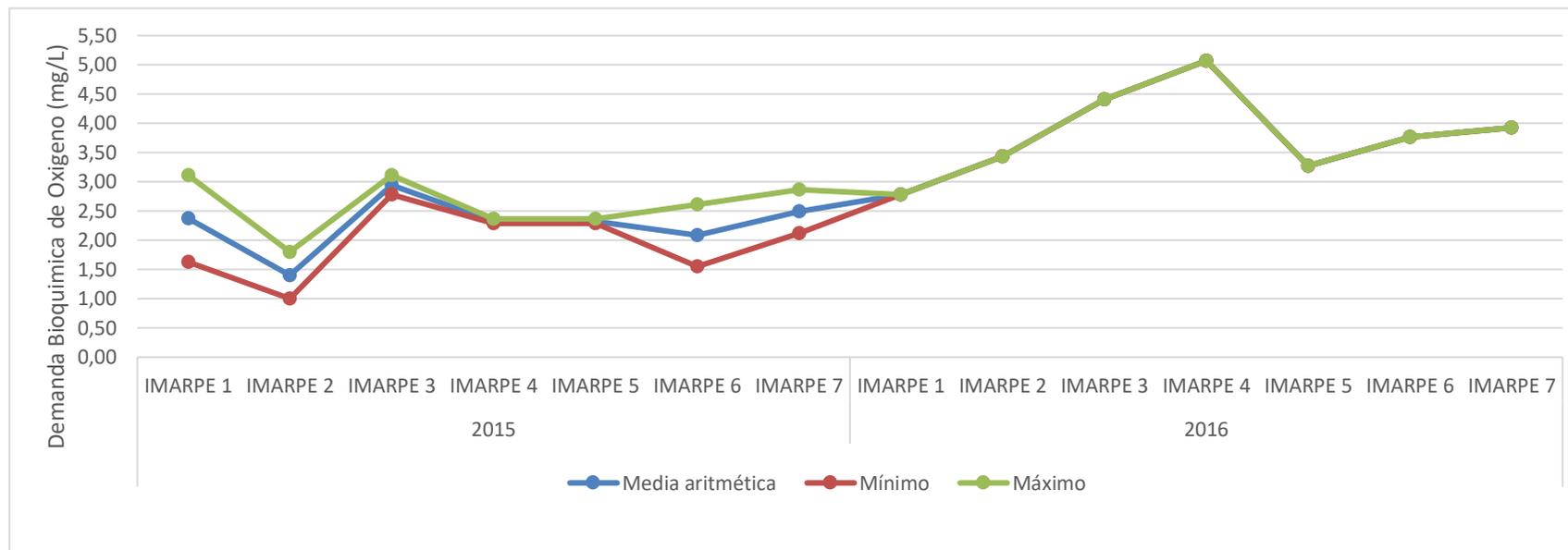
En el gráfico 30 y anexo 19, se observó que los aceites y grasa de las aguas según las estaciones de IMARPE en los años 2015 y 2016, son variadas, en la estación 6 se registró el valor más alto con de 0,91 mg/L en el 2015, para el 2016 el valor máximo fue de 0,81 mg/L.



**Gráfico 31. Principales medidas estadísticas de sólidos suspendidos totales del agua bahía Coishco (monitoreo IMARPE), en los años 2015 y 2016.**

Descripción:

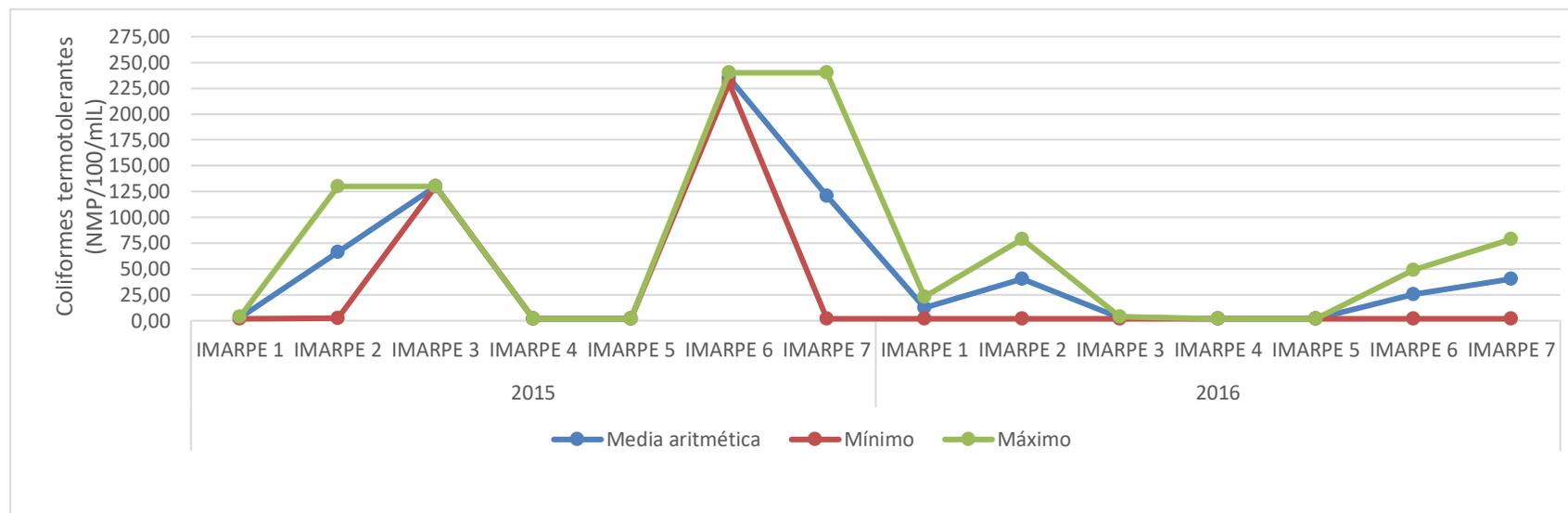
En el gráfico 31 y anexo 20, se tiene que los sólidos suspendidos totales de las aguas según estaciones de IMARPE en el 2015 y 2016, tuvo su valor más alto en la estación 6 del 2015 con 65,50 mg/L y el valor más bajo lo obtuvo en la estación 3 del 2015 con 22,00 mg/L. Para el año 2016, la cantidad de sólidos suspendidos tiende a estabilizarse en todas las estaciones.



**Gráfico 32. Principales medidas estadísticas de DBO<sub>5</sub> del agua bahía Coishco (monitoreo IMARPE), en los años 2015 y 2016.**

Descripción:

En el gráfico 32 anexo 21, se tiene que el DBO<sub>5</sub> de las aguas según las estaciones de IMARPE en los años 2015 y 2016, presentan su valor más alto en la estación 4 del 2016, con 5,07 mg/L, y en cuanto al valor mínimo se encontró en la estación 2 del 2015 con 1,80 mg/L. Además, se observa que, en el 2016, los valores de DBO<sub>5</sub> van aumentando de norte a sur de la bahía.

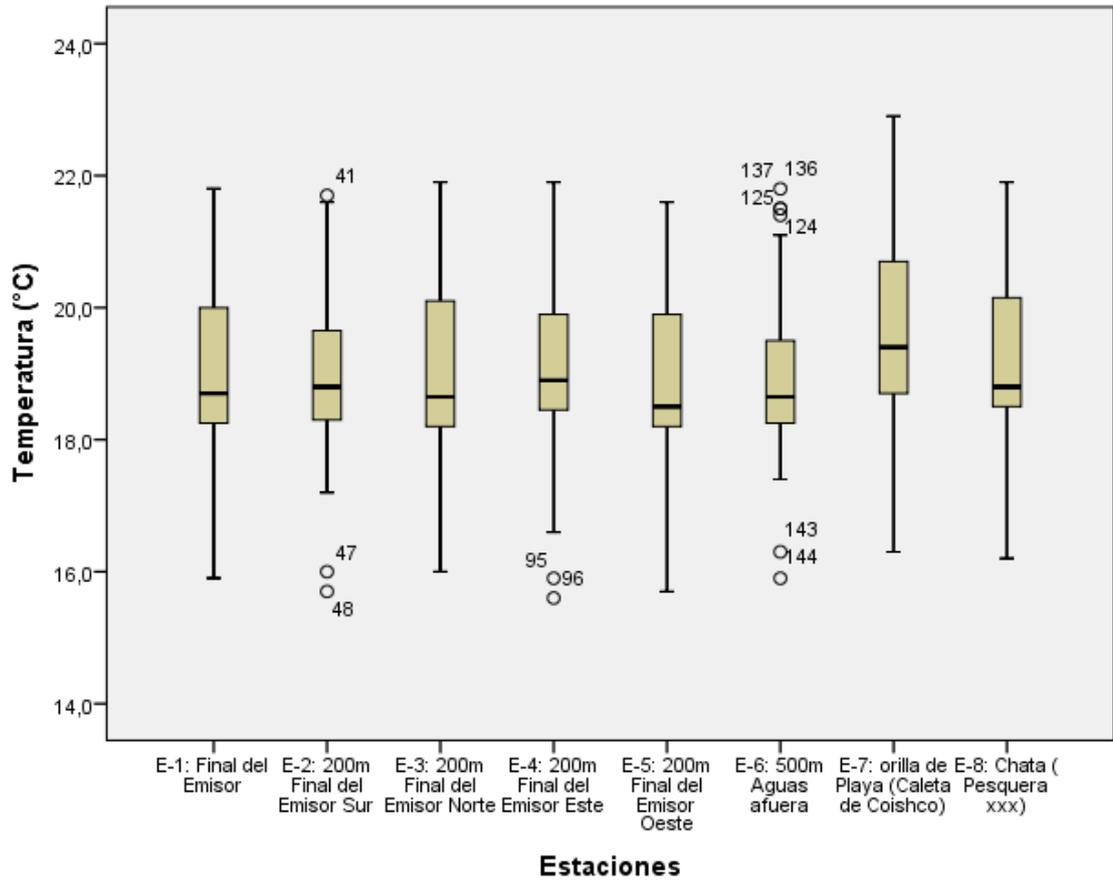


**Gráfico 33. Principales medidas estadísticas de coliformes termotolerantes del agua bahía Coishco (monitoreo IMARPE), en los años 2015 y 2016.**

Descripción:

En el gráfico 33 y anexo 22, se tiene que los coliformes termotolerantes del agua según estaciones del IMARPE en los años 2015 y 2016, presentan su valor más alto en las estaciones 6 y 7 del 2015 con 235,00 y 120,90 NMP/100 mL respectivamente. Para el año 2016 los valores de coliformes termotolerantes tienden a estabilizarse en todas las estaciones.

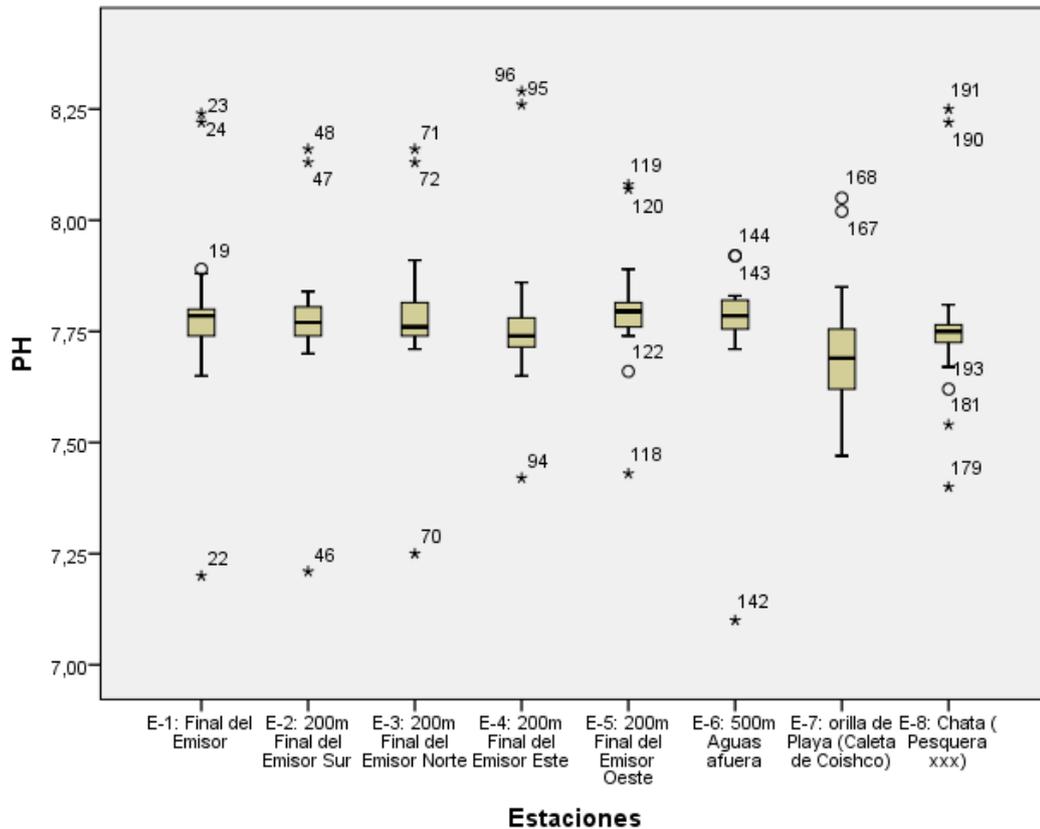
#### 4.2.1. Análisis del agua de mar de la bahía de Coishco, por estaciones de monitoreo.



**Gráfico 34. Temperatura (°C) de las aguas en la bahía de Coishco según estaciones, 2015 y 2016.**

Descripción:

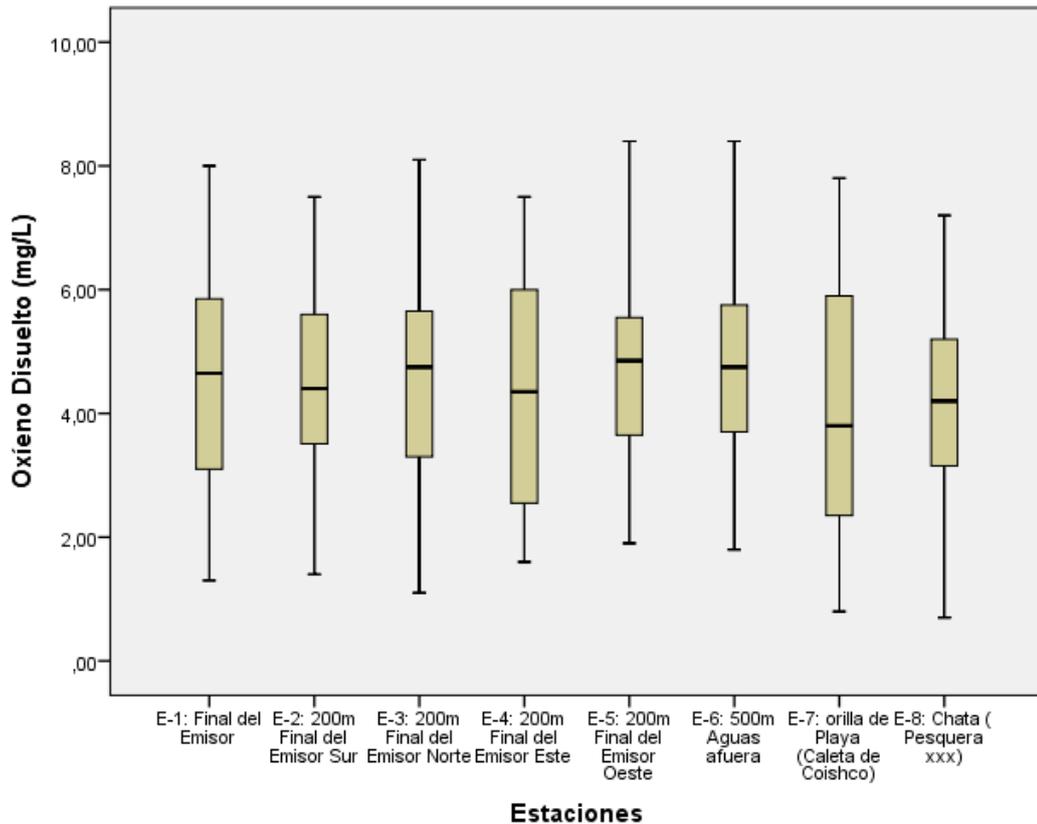
En el gráfico 34 se observó, que las temperaturas son similares en las aguas de la bahía de Coishco, teniendo un incremento en la estación 7 (orilla de la playa).



**Gráfico 35. pH de las aguas en la bahía de Coishco según estaciones, 2015 y 2016.**

Descripción:

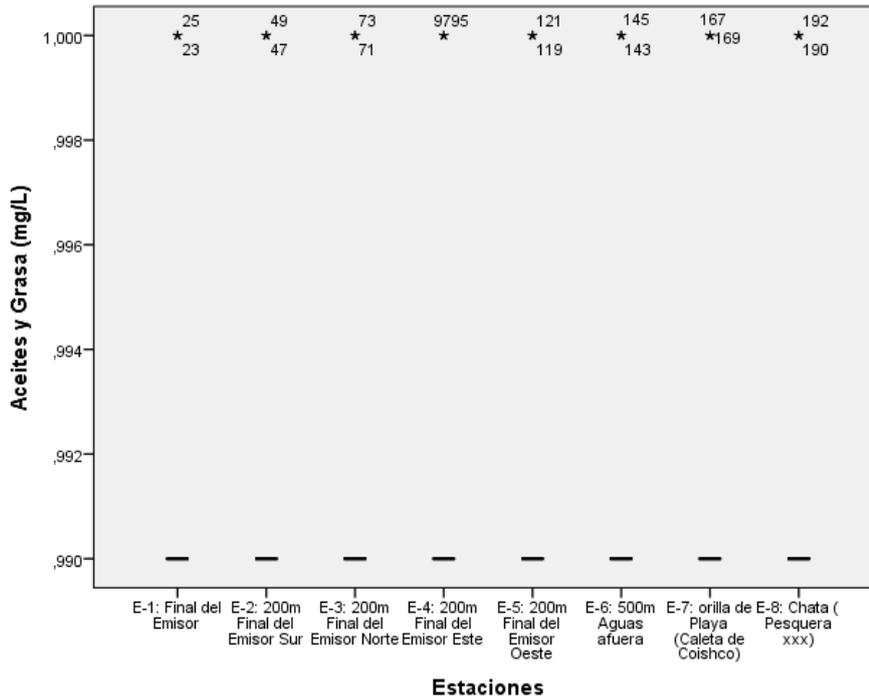
En el gráfico 35 se tiene que en la estación 7, de la orilla de playa están los valores más bajos, sin embargo, también se observaron valores altos en las demás estaciones. Pero estos valores están dentro de los estándares de calidad ambiental.



**Gráfico 36. Oxígeno disuelto en las aguas de la bahía de Coishco según estaciones, 2015 y 2016.**

Descripción:

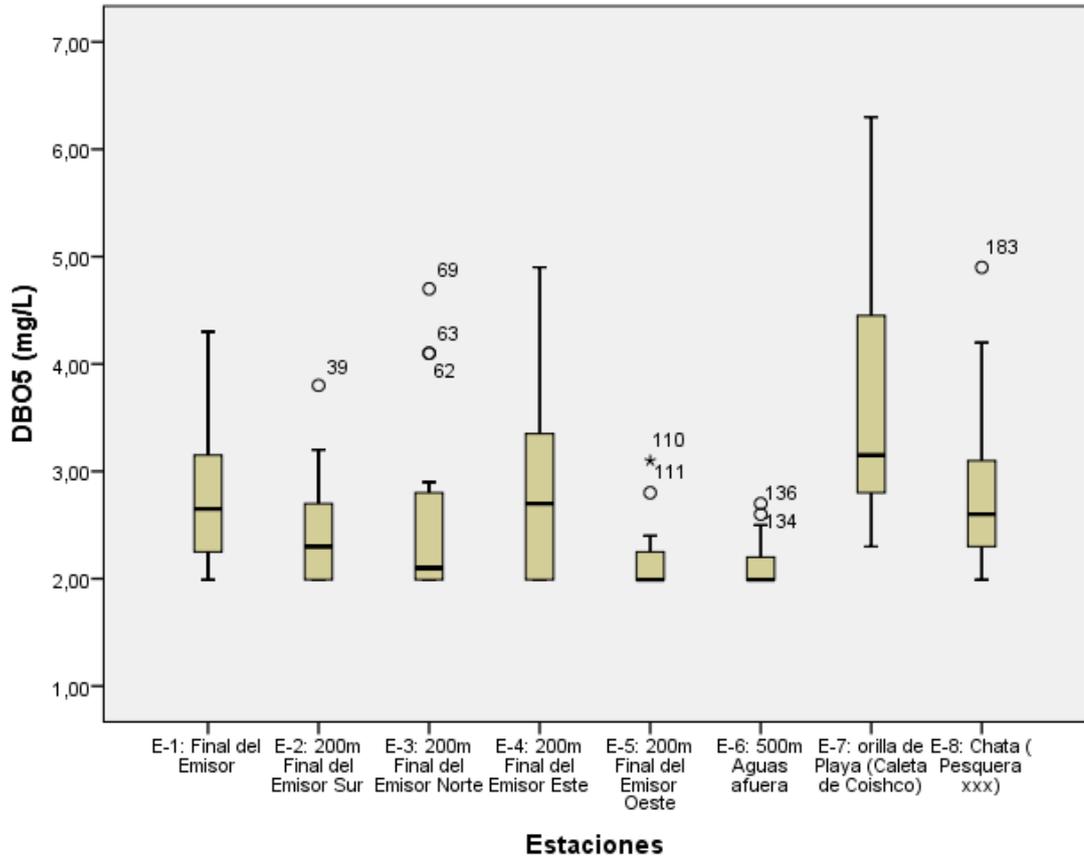
En el gráfico 36, se tiene que en la estación 7 de la orilla de playa se presentó el valor más bajo; en el resto de estaciones se presentaron concentraciones menores o iguales a 3,00 mg/L, estos valores determinados estuvieron por debajo de los estándares de calidad ambiental.



**Gráfico 37. Aceites y grasa de las aguas en la bahía de Coishco según estaciones, 2015 y 2016.**

Descripción:

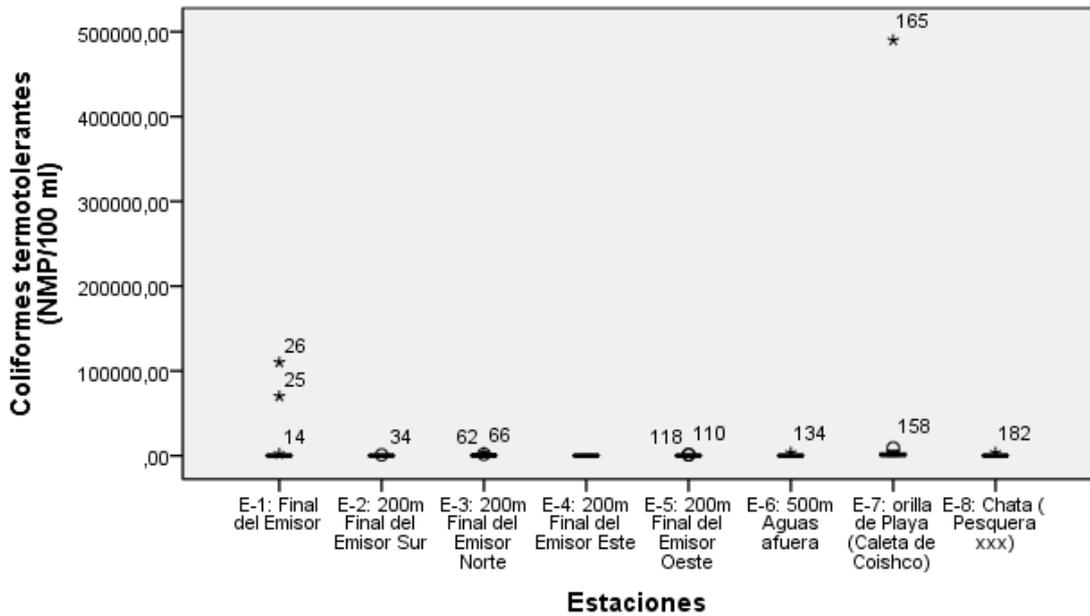
En el gráfico 37 se tiene que en las estaciones de las aguas de la bahía de Coishco, los valores menores o iguales que 1, están dentro de los estándares de calidad ambiental



**Gráfico 38. DBO<sub>5</sub> de las aguas en la bahía de Coishco según estaciones, 2015 y 2016.**

Descripción:

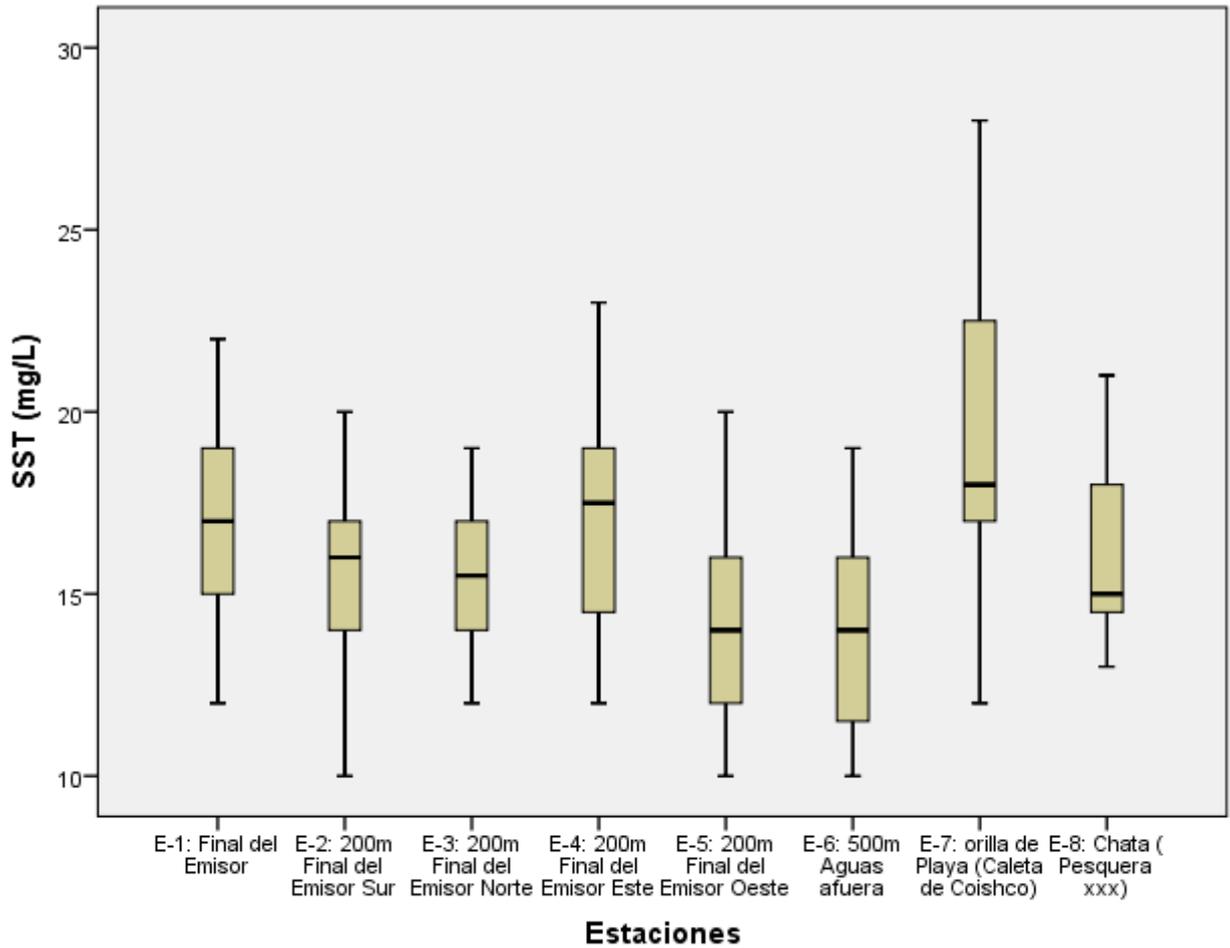
En el gráfico 38 se tiene que en la estación 7 de la orilla de playa se encontraron los valores más altos de DBO<sub>5</sub>, sin embargo, están dentro de lo permitido por los estándares de calidad ambiental.



**Gráfico 39. Coliformes termotolerantes en las aguas de la bahía de Coishco según estaciones, 2015 y 2016.**

Descripción:

En el gráfico 39 se observa que en la estación 7 de la orilla de playa se registran los valores más altos de coliformes termotolerantes y son mayores a los estándares nacionales de calidad ambiental.



**Gráfico 40. Solidos suspendidos totales en las aguas de la bahía de Coishco según estaciones, 2015 y 2016.**

Descripción:

En el gráfico 40 se observa que los valores más altos de solidos suspendidos totales se encuentran en estación 7 de la orilla de playa, sin embargo, están dentro de los estándares de calidad ambiental.

Los valores de temperatura y oxígeno disuelto presentaron sus valores más bajos en noviembre del 2016, para pH, DBO<sub>5</sub>, sólidos suspendidos totales y coliformes termotolerantes no presentaron similitud entre los meses monitoreados siendo dispersos. En cuanto al análisis por estaciones de muestreo se presentó un aumento en la estación 7 (orilla de playa) para la temperatura, pH, DBO<sub>5</sub>, sólidos suspendidos totales y coliformes termotolerantes; y al igual para esta estación presentan valores menores por debajo de los estándares de calidad ambiental para oxígeno disuelto.

Estación 7 (orilla de playa) en el análisis realizado por estaciones de monitoreo, no cumple con los ECAs, en cuando a coliformes termotolerantes y oxígeno disuelto.

La evaluación de los monitoreos realizados al agua de mar, en la estación 7 (caleta de Coishco), no cumplen con los ECAs, siendo muy superiores a estos en: coliformes termotolerantes y muy por debajo de oxígeno disuelto; permitidos por la normatividad vigente. La caleta de Coishco por tanto según la Directiva Sanitaria N° 038-MINSA/DIGESA, (Directiva Sanitaria que establece el procedimiento para la evaluación de la calidad sanitaria de las playas del litoral peruano), esta playa tiende a obtener una calificación como no saludable a regularmente saludable, según el análisis realizado en base al control de calidad microbiológica y el control de presencia de servicios higiénicos en la caleta de Coishco.

**Cuadro 12. Calificación sanitaria de la Caleta de Coishco**

<b>Criterio</b>	<b>Variable</b>	<b>Puntaje promedio</b>
<b>Control de calidad microbiológica</b>	Coliformes fecales (NMP/100 mL)	0,0
<b>Control de calidad de limpieza</b>	limpieza de playa	No recolecto datos (puntaje máximo 0,4)
	Recipientes para depósito de residuos sólidos	0,0
<b>Control de presencia de servicios higiénicos</b>	Disponibilidad de servicios higiénicos	0,0

El cuadro 12 presenta la calificación sanitaria de la caleta de Coishco como playa, según el análisis desarrollado y en base al control de calidad microbiológica, y la ausencia de Recipientes para Residuos Sólidos y ausencia de Servicios Higiénicos en la caleta de Coishco en los años 2015 y 2016. Nos da como resultado un valor menor o igual a 0,40 de puntaje, obtenido, según anexo 23.

En base la ausencia de datos no se puede dar una calificación sanitaria, según la Directiva Sanitaria N° 038-MINSA/DIGESA, en base a los datos y monitoreos realizados durante el 2015 y 2016 se precisa que la caleta de Coishco se encuentra entre una calificación de no saludable a regularmente saludable. (Cuadro 12 y anexos 23 y 24)

#### 4.3. Comparación de valores obtenidos en el cuerpo marino receptor con los estándares de calidad ambiental.

**Cuadro 13. Comparación de los valores obtenidos en las aguas de la bahía de Coishco, en los años 2015 y 2016, con los valores normados.**

Año	mes	Temperatura	Oxígeno disuelto (a) mg/L	pH	Aceites y grasas (mg/L)	Sólidos suspendidos totales (mg/L)	DOB <sub>5</sub> (mg/L)	Coliformes termotolerantes NMP/100 mL
2015	ENE	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
	FEB	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
	MAR	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
	ABR	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
	MAY	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
	JUN	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
	JUL	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
	AGO	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
	SET	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
	OCT	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
	NOV	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
	DIC	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Anormal
2016	ENE	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
	FEB	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
	MAR	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
	ABR	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Anormal

May	Normal						
Jun	Normal						
Jul	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Anormal
Set	Normal						
Nov	Normal						
Dic	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Anormal

**Descripción:**

Según los estándares nacionales, se tiene que en las aguas de la bahía de Coishco, respecto al indicador “temperatura” cumple con los estándares de calidad ambiental según D.S. N° 015-2015-MINAM (menor  $\Delta 3$ ) (Cuadro 13).

Para las cantidades del pH, oxígeno disuelto, aceites y grasa (mg/L), sólidos suspendidos totales y DBO<sub>5</sub> estos indicadores fueron normales durante todo el año 2015 y 2016, según los estándares de calidad ambiental para agua según D.S. N° 015-2015-MINAM.

En cuanto a los Coliformes termotolerantes estos son anormales en diciembre del 2015; abril, julio y diciembre del 2016.

#### 4.4. Comparación de los valores obtenidos de los efluentes con los límites máximos permisibles para la descarga de efluentes en la bahía.

**Cuadro 14. Comparación de los valores obtenidos en los efluentes finales, en los años 2015 y 2016 con los valores normados.**

Año	mes	pH	Aceites y grasa (mg/L)	Sólidos suspendidos totales (mg/L)
2015	Ene	cumple	cumple	cumple
	Feb	cumple	cumple	cumple
	Mar	cumple	cumple	cumple
	Abr	cumple	cumple	cumple
	May	cumple	cumple	cumple
	Jun	cumple	cumple	cumple
	Jul	cumple	cumple	cumple
	Ago	cumple	cumple	cumple
	Set	cumple	No cumple	cumple
	Oct	cumple	cumple	cumple
	Nov	cumple	cumple	cumple
	Dic	cumple	cumple	cumple
2016	Ene	cumple	cumple	cumple
	Feb	cumple	cumple	cumple
	Mar	cumple	cumple	cumple
	Abr	cumple	cumple	cumple
	May	cumple	cumple	cumple
	Jun	cumple	cumple	cumple
	Jul	cumple	cumple	cumple
	Set	cumple	cumple	cumple
Dic	cumple	cumple	cumple	

**Descripción:**

De acuerdo con los LMP los efluentes de la industria pesquera, el pH tiene valores normales en los 2015 y 2016. Aceites y grasa y solidos suspendidos totales no sobrepasan los límites máximos. No cumple para aceites y grasa en el mes de setiembre 2015 (Cuadro 14).

#### 4.5. Relación entre los efluentes de la industria pesquera y el agua de mar de la bahía de Coishco.

**Cuadro 15. Correlación entre la temperatura de las aguas de la bahía de Coishco y los efluentes de la industria pesquera.**

<b>Correlación</b>	
<b>Rho de Spearman</b>	<b>Temperatura efluentes de la industria pesquera</b>
<b>Temperatura aguas de bahía de Coishco</b>	0,115
<b>Sig. (bilateral)</b>	0,619
<b>R<sup>2</sup></b>	0,0132

**Descripción:**

En los resultados del cuadro 15, se tiene que la correlación es positiva mínima (0,115) entre las temperaturas de las aguas de la bahía de Coishco y los efluentes de la industria pesquera, además al obtener el coeficiente de determinación  $R^2=1,32\%$ ; indica que el cambio de la temperatura en las aguas de la bahía Coishco se debe solo en el 1,32 % al cambio de temperatura de los efluentes de la industria pesquera.

**Cuadro 16. Correlación entre el pH de las aguas de la bahía de Coishco y los efluentes de la industria pesquera.**

<b>Correlación</b>	
<b>Rho de Spearman</b>	<b>pH efluentes de la industria pesquera</b>
<b>pH aguas de bahía de Coishco</b>	0,390
<b>Sig. (bilateral)</b>	0,038*
<b>R<sup>2</sup></b>	0,152

\*La correlación es significativa al nivel en el 0,05 (bilateral)

**Descripción:**

En los resultados del cuadro 16, se tiene que la correlación entre el pH de las aguas de la bahía de Coishco y de los efluentes de la industria pesquera, están correlacionados positivamente (0,390), además al obtener el coeficiente de determinación  $R^2= 15,2 \%$  indica que el cambio del pH en las aguas de la bahía Coishco repercute, 15,2 % en el cambio de pH de los efluentes de la industria pesquera.

**Cuadro 17. Correlación entre los sólidos suspendidos totales de las aguas de la bahía de Coishco y los efluentes de la industria pesquera.**

<b>Correlación</b>	
<b>Rho de Spearman</b>	<b>Sólidos suspendidos totales efluentes de la industria pesquera</b>
<b>Sólidos suspendidos totales aguas de bahía de Coishco</b>	0,340
<b>Sig. (bilateral)</b>	0,045*
<b>R<sup>2</sup></b>	0,1156

\*La correlación es significativa al nivel en el 0,05 (bilateral)

**Descripción:**

En los resultados del cuadro 17, se tiene que la correlación entre los sólidos suspendidos totales de las aguas de la bahía de Coishco y los efluentes de la industria pesquera, están correlacionados positivamente (0,340), además al obtener el coeficiente de determinación  $R^2=11,56\%$  indica que el cambio de los sólidos suspendidos totales en las aguas de la bahía Coishco repercute, 11,56 % en el cambio de los sólidos suspendidos totales de los efluentes de la industria pesquera.

**Cuadro 18. Correlación entre los aceites y grasa de las aguas de la bahía de Coishco y los efluentes de la industria pesquera.**

<b>Correlación</b>	
<b>Rho de Spearman</b>	<b>Aceites y grasas de los efluentes de la industria pesquera</b>
<b>Aceites y grasas de las aguas de bahía de Coishco</b>	0,296
<b>Sig. (bilateral)</b>	0,130
<b>R<sup>2</sup></b>	0,0876

**Descripción:**

En los resultados del cuadro 18, se tiene que la correlación entre aceites y grasa de las aguas de la bahía de Coishco y los efluentes de la industria pesquera, están correlacionados (0,296), además al obtener el coeficiente de determinación  $R^2=8,76\%$  indica que el cambio de los aceites y grasa en las aguas de la bahía Coishco repercute, 8,76 % en el cambio de los aceites y grasa de los efluentes de la industria pesquera.

**Cuadro 19. Correlación entre las aguas de la bahía de Coishco y los efluentes de la industria pesquera para DBO<sub>5</sub>.**

<b>Correlación</b>	
<b>Rho de Spearman</b>	<b>DBO<sub>5</sub> de los efluentes de la industria pesquera</b>
<b>DBO<sub>5</sub> de las aguas de bahía de Coishco</b>	0,427
<b>Sig. (bilateral)</b>	0,033
<b>R<sup>2</sup></b>	0,1823

\*La correlación es significativa al nivel en el 0,05 (bilateral)

**Descripción:**

En los resultados del cuadro 19, se tiene que la correlación entre el DBO<sub>5</sub> de las aguas de la bahía de Coishco y de los efluentes de la industria pesquera, están correlacionados positivamente (0,427), además al obtener el coeficiente de determinación R<sup>2</sup>= 18,23 % indica que el cambio de DBO<sub>5</sub> en las aguas de la bahía Coishco repercutió, 18,23 % en el cambio del DBO<sub>5</sub> de los efluentes de la industria pesquera.

**Cuadro 20. Correlación entre coliformes termo-tolerantes de las aguas de la bahía de Coishco y los efluentes de la industria pesquera.**

<b>Correlación</b>	
<b>Rho de Spearman</b>	<b>Coliformes termotolerantes de los efluentes de la industria pesquera</b>
<b>Coliformes termotolerantes de las aguas de bahía de Coishco</b>	0,316
<b>Sig. (bilateral)</b>	0,031
<b>R<sup>2</sup></b>	0,0999

\*La correlación es significativa al nivel en el 0,05 (bilateral)

**Descripción:**

En los resultados del cuadro 20, se tiene que la correlación entre los coliformes termotolerantes de las aguas de la bahía de Coishco y los efluentes de la industria pesquera, están correlacionados positivamente (0,316), además al obtener el coeficiente de determinación  $R^2 = 9,99\%$  indica que el cambio de coliformes termotolerantes en las aguas de la bahía Coishco repercute, 9,99 % en el cambio de coliformes termotolerantes de los efluentes de la industria pesquera.

## **Temperatura**

La temperatura del agua de la bahía de Coishco en la superficie en los años 2015 y 2016, presentó el registro térmico más alto en febrero del 2016 con 22,9 °C y el valor más bajo en noviembre del 2016 con 16,7 °C, es decir en este periodo de tiempo la temperatura presentó moderada variabilidad; se observó que los registros térmicos presentaron valores similares a las estaciones que monitorea IMARPE en los años 2015 y 2016, el valor máximo de temperatura se presentó en las estaciones 1 y 2 en el 2015 con 20,0 °C y la mínima en las estaciones 6 y 8 del 2016 con 18,2 °C. Además, se observó que en el 2016 las temperaturas en todas las estaciones son similares. Según García et al., (2015, p. 440-441) los registros térmicos superficiales en la bahía de Coishco en abril y octubre del 2012 es de 19,6 °C y 15,6 °C respectivamente. Lo mismo sucede en la investigación de Tresierra et al., (2007, p. 41) en la superficie de la bahía de Coishco, presentó valores característicos en el 2002 (abril de 18,1 °C y julio 16,6°C); 2003 (febrero 19,6 °C, abril 17,1 °C y junio 15,7 °C); 2004 (febrero 17,7 °C; mayo 15,8 °C, agosto 15,4 °C y diciembre 16,1 °C), 2005 (febrero 19,3 °C, junio 16,2 °C, agosto 15,5 °C, noviembre 15,1 °C), lo cual menciona que esta bahía se presenta térmicamente homogénea, con predominio en el área de las isotermas de 16,6 °C (julio, 2002) y 15,4 °C (agosto, 2004). Estos registros térmicos concuerdan con Vásquez (2005, p. 14) donde indica que la “temperatura del agua de mar en la zona de estudio (puerto Malabrigo) fue menor en el fondo que en superficie, registrándose valores térmicos desde 15,5 °C en el fondo frente a la planta de Hayduk S.A.C en el muestreo de julio y valores de 17,3 y 16,8 °C en el mes de diciembre en la estación 3 a nivel de superficie y fondo respectivamente.”

## **Oxígeno disuelto**

El oxígeno disuelto en las aguas de la bahía de Coishco en los años 2015 y 2016, presentó su máximo valor en marzo del 2015 con 8,40 mg/L y el

más bajo en noviembre del 2016 con 0,70 mg/L. Referente a las estaciones del IMARPE en los años 2015 y 2016, su valor máximo se determinó en estación 1 del 2015 con 8,58 mg/L y su valor más bajo en la estación 3 del 2015 con 0,28 mg/L. Además, en la estación 8 del 2015 se registró una disminución notable del oxígeno disuelto con 1,60 mg/L en promedio, en el periodo evaluado la tendencia fue variada en cada estación. Además, en setiembre del 2016 ha sido también otro de los meses más altos de oxígeno disuelto con 7,80 mg/L, la tendencia fue variada en cada mes. De acuerdo a las investigaciones Vásquez (2005, p. 14) en el puerto de Malabrigo, “la mayor concentración de oxígeno disuelto en el agua, a nivel de superficie (7,28 ppm) se determinó en noviembre en la estación de muestreo 1 al sur del muelle frente al centro poblado. Anoxia total (0,00 ppm de oxígeno disuelto), se encontró en el mes de noviembre a nivel de fondo, tanto al sur del muelle como frente a las plantas de SIPESA y Hayduk S.A.C.” ; (Falcón y Yalico, 2015, p. 93-99), “el agua de mar de la Bahía de Chancay presentó valores que están muy por encima de las normas vigentes (ley de Aguas), llegando en casos extremos de 5,44, a 6,23 mg/L de oxígeno disuelto en la superficie” y (Varas, 2015, p. 11-40), analizó oxígeno disuelto presentando el valor de 0,82 mg/L; así mismo, (Carbajal et al., 2004, p. 2-3) determinó en puerto Malabrigo que “el oxígeno disuelto fluctuó entre 1,96 mg/L y 5,24 mg/L, la menor concentración fue determinada en la zona central y hacia fuera de la bahía, observándose además que las iso oxigenas superiores a 3,00 mg/L se distribuyen hacia la parte sur de la bahía” de igual manera (García et al., 2015, p.426, 430-431, 435) sucedió en la bahía de Samanco el oxígeno disuelto varió entre 7,00 y 8,20 mg/L; en Tortuga de 6,46 a 7,42 mg/L. Además, concuerda (García et al., 2015, p. 439, 442, 444- 445) evaluó “entre abril y octubre 2012, la línea costera y las bahías de Coishco, El Ferrol, Samanco, Tortuga, Casma, Huarmey y Caleta Culebras y los ríos Santa, Lacramarca, Samanco, Casma, Culebras y Huarmey. En abril el oxígeno disuelto presentó valores >5,00 mg/L en toda

el área a excepción de la bahía Coishco (3,72 mg/L); en octubre la concentración más alta estuvo en Samanco (7,51mg/L) y la más baja en Huarmey (2,53 mg/L).” Además, estos autores realizaron la toma de muestras en los periodos de veda y de la actividad pesquera en lugares estratégicos representativos. Los valores encontrados de oxígeno disuelto exceden y no cumplen con el DS N° 015-2015-MINAM, (categoría 2).

## **pH**

El pH del agua en la bahía de Coishco en los años 2015 y 2016 ha tenido valores similares, a excepción del mes de setiembre del 2016 donde su valor mínimo fue de 7,10 unidades y en noviembre del 2016 se encontró su valor más alto con 8,29 unidades. Comparado con las estaciones de IMARPE en los años 2015 y 2016 ha tenido valores similares, desde la estación 1 al 8 según se muestra en gráfico 22 y gráfico 29. (García et al., 2015, p. 439, 442, 444- 445) evaluó “entre abril y octubre 2012, la línea costera y las bahías de Coishco, El Ferrol, Samanco, Tortuga, Casma (7,35 unidades en abril), Huarmey y Caleta Culebras y los ríos Santa, Lacramarca, Casma, Culebras, Huarmey y Samanco (8,93 unidades abril), el pH presentó una relación directamente proporcional con el oxígeno”.

## **Aceites y grasa**

En el gráfico 23, se observa que los aceites y grasa de las aguas de la bahía de Coishco en los años 2015 y 2016, son iguales, es decir la dispersión de los aceites y grasa es nula con respecto a la media aritmética, siendo el valor máximo de 1,00 mg/L en los meses de noviembre y diciembre del 2016 y el valor de 0,99 mg/L en el resto de los meses. Además, comparado con las estaciones en las aguas de bahía Coishco de IMARPE del año 2015 y 2016 son variadas, en la estación 6 se registró el valor más alto con de 0,91 mg/L en el 2015, para el 2016 los valores van en aumento desde la zona norte hacia el extremo sur del área

evaluada, donde se localizó el valor máximo de 0,81 mg/L, según el gráfico 30. Así mismo (García et al., 2015, p.426, 430-431, 435) sucedió en la bahía de Samanco y Tortuga, los aceites y grasa fueron >1,00 mg/L superando los Estándares nacionales de calidad ambiental (ECA) categoría 4. En tanto para (Varas, 2016, p. 11-40) en “el mes de junio (periodo de producción) acompañado de 1,33 mg/L de aceites y grasa (AyG), debido a la intensa actividad industrial, excediendo los ECA (30,00 mg/L y 1,00 mg/L para SST y AyG respectivamente)”.

### **Demanda bioquímica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>)**

En gráfico 25, se tiene que el DBO<sub>5</sub> de las aguas de la bahía de Coishco en los años 2015 y 2016, presentaron sus valores más altos en el mes de enero y julio del 2016, con 5,70 y 6,30 mg/L respectivamente, y en cuanto a los valores mínimos estos fueron similares en estos dos años. Estos resultados son similares a los que presenta IMARPE en el gráfico 32, se tiene que el DBO<sub>5</sub> en los años 2015 y 2016, presentan su valor más alto en la estación 4 del 2016, con 5,07 mg/L, y el más bajo en la estación 2 del 2015 con 1,80 mg/L. Además, se observa que, en el 2016, los valores de DBO<sub>5</sub> van incrementándose de norte a sur. De acuerdo con (Falcón y Yalico, 2015, p. 93-99) el “agua de mar de la bahía de Chancay presentó valores de 55,40 a 120,00 mg/L de DBO<sub>5</sub> en superficie”, (Carbajal et al., 2004, p. 2-3) en puerto Malabrigo determinó el valor de la demanda bioquímica de oxígeno de 45,83 mg/L, este valor se encuentran fuera de los resultados de ECA (Categoría 4), que a diferencia de la bahía de Coishco, la DBO<sub>5</sub> es menor.

### **Sólidos suspendidos totales (SST).**

En el gráfico 24, se tiene que los sólidos suspendidos totales de las aguas de la bahía de Coishco en los 2015 y 2016, presentó su valor más alto en julio del 2016 con 28,00 mg/L y el valor más bajo se encontraron en marzo y diciembre con 10,00 mg/L. Se tiene también otros puntos altos en los

meses de febrero y noviembre del 2016 con 26,00 mg/L. Difiere de los resultados mencionados a lo que representa IMARPE en el gráfico 31, se tiene que los sólidos suspendidos totales de las aguas según estaciones en el 2015 y 2016, tuvo su valor más alto en la estación 6 del 2015 con 65,5 mg/L y el valor más bajo lo obtuvo en la estación 3 del 2015 con 22,00 mg/L. Para el año 2016, la cantidad de sólidos suspendidos tiende a estabilizarse en todas las estaciones. Además de las investigaciones de (Falcón y Yalico, 2015, p. 93-99), El agua de mar de la bahía de Chancay presentó valores de 16,25 a 32,80 mg/L de sólidos suspendidos totales en superficie y de 105,47 a 110,70 mg/L de SST en fondo. Así mismo (García et al., 2015, p.426, 430-431, 435) sucedió que en la bahía de Samanco “los sólidos suspendidos totales fueron 37,00 mg/L y en Tortuga 33,28 mg/L”; lo mismo (García et al., 2015, p. 439, 442, 444- 445) evaluó “en abril y octubre los agentes contaminantes de sólidos suspendidos totales presentaron valores > 30,00 mg/L en las bahías Coishco, El Ferrol y Tortuga, superando lo permitido por los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, categoría 4”.

### **Coliformes termotolerantes**

En el gráfico 26, se tiene que los coliformes termo-tolerantes del agua en la bahía de Coishco en los 2015 y 2016, presentaron su valor más alto en julio y diciembre del 2016 con 490 000 y 110 000 NMP/100 mL respectivamente, siendo el valor más bajo el registrado en enero del 2015 y abril del 2016 con 1,80 NMP/100 mL. Difiere de los resultados de IMARPE con el gráfico 33, donde se observó que los coliformes termotolerantes del agua según estaciones en los años 2015 y 2016, presentan su valor más alto en las estaciones 6 y 7 del 2015 con 235,00 y 120,90 NMP /100 mL respectivamente. Para el año 2016 los valores de coliformes termotolerantes tienden a estabilizarse en todas las estaciones.

En cuanto a coliformes termotolerantes estos presentaron un aumento en 19 704,00 NMP/100 mL, en los meses de diciembre del 2015, abril, julio y diciembre del 2016, respecto a los otros meses.

Sánchez, Blas y Chau (2010, p. 165) mencionan que: en las bahías del Callao y El Ferrol-Chimbote, que las altas concentraciones de cargas contaminantes que provienen principalmente de las aguas residuales domésticas e industriales, alcanzan altos valores de coliformes totales y termotolerantes, muy por encima de los estándares de calidad de aguas costeras, según la normativa vigente en el país.

## **CAPITULO V**

### **5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1. CONCLUSIONES**

- La influencia del efluente de la industria pesquera afectó negativamente a las aguas de la bahía de Coishco: para temperatura en 1,32 %, para pH en 15,2 %, para sólidos suspendidos totales en 11,56 %, para aceites y grasa en 8,76 %, para demanda bioquímica de oxígeno en 18,23 % y para coliformes termotolerantes en 9,99 %; durante los años 2015 y 2016.
- Las características físicas, químicas y biológicas de los efluentes presentaron baja variabilidad y dispersión, durante los años 2015 y 2016.
- Las aguas de la bahía de Coishco presentaron características similares durante los años 2015 y 2016 para temperatura, pH, aceites y grasa, oxígeno disuelto, DBO<sub>5</sub> y sólidos suspendidos totales.
- El efluente de la industria pesquera, de la bahía de Coishco cumple con los límites máximos permisibles según los DS. 010-2008-PRODUCE, y su modificatoria D.S. 010-2018-MINAN, para pH y sólidos suspendidos totales, excepto para aceites y grasa que no cumplieron en setiembre del 2016.
- Las aguas de la bahía de Coishco, durante el 2015 y 2016, cumplieron con los estándares nacionales de calidad ambiental para agua (según DS.15-2015-MINAM), para temperatura, pH, oxígeno disuelto, aceites y grasas, sólidos suspendidos totales y DBO<sub>5</sub>, excepto para los coliformes termotolerantes que no cumplieron en diciembre del 2015, abril, julio y diciembre del 2016.

- El litoral costero de la caleta de Coishco, no es apta como actividad recreacional (balneario), presentó una alta carga microbiana por el borde costero, durante el 2015 y 2016.
- La bahía de Coishco se encuentra impactada por restos orgánicos provenientes de las actividades humanas, con elevados valores de materia orgánica total por inmediaciones de isla Santa, la zona central y sur de la bahía, debido al pasivo ambiental de más de una década de vertimientos antropogénicos, donde el sedimento marino presentó textura de fango y en algunos casos con ligero olor a sulfuros.

## 5.2. RECOMENDACIONES

- Desarrollar acciones de sensibilización sobre impacto ambientales a empresarios, armadores, autoridades locales y regionales, trabajadores, estudiantes; así como a representantes de la sociedad civil organizada y la población en general a través de una intensiva y eficaz educación ambiental a todo nivel; el fin es, generar el cambio de percepción, desde aquel que considera a la empresa pesquera como la que depreda los recursos, daña el ambiente, genera impactos negativos en los factores ambientales del ecosistema y, específicamente al entorno en el que se ubica; por otra que, en adecuadas condiciones de procesamiento, no genera contaminación, no daña el ambiente y más bien contribuye a su cuidado.
- Ejecutar monitoreos ambientales sistemáticos de las condiciones del agua de mar, propiciando la intervención de las empresas pesqueras y la Municipal Distrital de Coishco.
- Investigar la relación entre los meses de afluencia de temporada de pesca (anchoveta y samasa), con la calidad de agua en la bahía.
- Ejecutar investigaciones en mitigación y disminución de impacto ambiental en la bahía de Coishco, al igual desarrollar planes de concientización.
- Investigar sobre la influencia de las aguas residuales industriales y antropogénicos en el cuerpo marino receptor. en cuanto a la flora y fauna habitable en la bahía.
- Las playas de la caleta de Coishco, no está apta para la actividad recreacional y turística.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Alva R. J. (2009). Calidad de recepción de materia prima y aumento de eficiencia en recuperación de aceite a partir del agua de bombeo en una planta pesquera. Pontificia universidad católica del Perú. Lima. Perú
- Caballero, A., Landa, A. (2014). Análisis químico proximal del agua de bombeos evacuados al cuerpo marino receptor de las plantas harineras de Chancay y puerto Supe. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Huacho. Perú.
- Cabrera, C. C., Gómez, E., Maldonado, D. M., Arévalo, G. W., Pacheco, A. W., Giraldo, V. A., Quispe, V. J. (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.
- Centurión Robles, I., Ganoza Rivas, E. y Torres Rocha, M. (2013). Propuesta de mejora en el control de efluentes de una planta pesquera.
- D.S 015-2015 MINAM. (2015). Modifican los estándares nacionales de calidad ambiental para agua y establecen disposiciones complementarias para su aplicación. El peruano, 19 de diciembre de 2015. Lima. Perú.
- D.S 031-2010-SA. (2010). Reglamento de la calidad del agua para consumo humano. Dirección general de salud ambiental. Perú
- D.S N° 010-2008-PRODUCE. (2008). Límites máximos permisibles (LMP) para la industria de harina y aceite de pescado y normas complementarias. Perú.

- D.S N° 010-2018-MINAM. (2018). Aprueban límites máximos permisibles para efluentes de los establecimientos industriales pesqueros de consumo humano directo e indirecto
- 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.
- Directiva Sanitaria N° 038-MINSA/DIGESA, (2010). Directiva sanitaria que establece el procedimiento para la evaluación de la calidad sanitaria de las playas del litoral peruano. Lima. Perú.
- Falcon, A. Yalico, C. (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.
- 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. p. 18-34.
- García, V., Orozco, R., Gonzales, I., Flores, G. (2015). Calidad ambiental de las bahías Samanco y Tortuga, Ancash, Perú: 2010-2011. Instituto del mar peruano. Perú.
- García, V., Rubio, J., Sánchez, G., Sánchez, S., Orozco, R., Huerto, M., Cervantes, C. (2015). Calidad del ambiente marino y costero en la región Ancash, 2012. Instituto del mar peruano. Perú.
- Palacios, C. J. (2010-211). Análisis de descargas de pescado pesquera Centromar S.A. Universidad de Guayaquil. Ecuador.
- Paredes, P. (2014). Producción más limpia y el manejo de efluentes en plantas de harina y aceite de pescado. Industrial Data, 17(2).
- R.J. 030-2016-ANA. (2016). Clasificación del cuerpo de agua marino – costero. Perú

- R.M. 061-2016-PRODUCE (2016). Protocolo para el monitoreo de los efluentes de los establecimientos industriales pesqueros de consumo humano directo e indirecto. Perú.
- R. M. 178-2014-MINAM. (2014). Decreto supremo que aprueba los límites máximos permisibles (LMP) de efluentes para la industria pesquera de consumo humano directo (enlatado, congelado, curado y concentrado proteico). Perú.
- R.M. 293-2013-PRODUCE. (2013). Protocolo para el monitoreo de efluentes y cuerpo hídrico receptor. Lima. Perú.
- R.M. 290-2015-PRODUCE. 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.
- Resolución Jefatural 010 (2016). Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales. El peruano, 11 de enero de 2016. Lima. Perú.
- Sánchez, R. G., Blas, L. N. y Chau, F. G. (2010). Informe Nacional sobre el estado del Ambiente Marino del Perú. Perú.
- Tresierra, A., García V., Huerto M., Berrú P., Reyes D., Cervantes C. (2007). Recursos vivos y ambiente de las bahías Coishco, El Ferrol y Samanco de la Región Ancash, Perú: 2001-2005. Instituto del mar peruano. Perú.
- Vásquez, A., (2005). Impacto de la industria pesquera sobre el sistema marino litoral de puerto Malabrigo; mayo- diciembre del 2003. Universidad nacional de Trujillo. Perú
- Varas, L., (2016). Impacto de la emisión de efluentes líquidos de la industria pesquera en el mar de puerto Malabrigo, distrito de Rázuri, ascope-2015. Universidad nacional de Trujillo. Perú

## **ANEXOS**

## ANEXO 1

### Parámetros monitoreados en efluente de la Industria Pesquera de consumo Humano directo e indirecto

Parámetros de efluente residuales industriales de CHI	Parámetros de efluentes residuales industriales de CHD		Unidad de medida
	Que viertan a un cuerpo receptor marino o continental	Que viertan a red de alcantarillado (D,S, N° 021-2009, VIVIENDA)	
Caudal (Q)	Caudal (Q)		m <sup>3</sup> /s
Temperatura (T)	Temperatura (T)		°C
pH	pH		-
Coliformes termoloreantes (*)	Coliformes termoloreantes (*) y (**)		NMP/100mL
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )		mg/L
Demanda Química de Oxígeno (DQO) (***)	Demanda Química de Oxígeno (DQO)		mg/L
Aceites y Grasas (A y G)	Aceites y grasas (AyG)		mg/L
Solidos suspendidos totales (SST)	Solidos suspendidos totales (SST)		

\*Plantas de CHI y CHD que descargan los efluentes domésticos tratados a un medio natural, Las plantas que tengan sistema de tratamiento biológico de efluentes residuales domésticos (PTAR) no monitorearan dicho parámetro,

\*\* Los EIP de CHI Y CHD que descargan sus efluentes domésticos tratados a la red del alcantarillado deben considerar los parámetros establecidos por el ministerio de vivienda, construcción y saneamiento,

\*\*\* Plantas de Reaprovechamiento

Nota: R,M, 061-2016-PRODUCE

## ANEXO 2

**Requerimientos para el muestreo de efluentes para la actividad de consumo humano directo e indirecto.**

Parámetro	Volumen requerido	Tipo de envase	preservación	Tipo máximo de conservación
temperatura		A/B	-	Análisis in situ
pH	50 mL	A/B	-	Análisis in situ
Caudal	m <sup>3</sup> /s (estimado)			
DBO <sub>5</sub>	250-500 mL	A/B	Refrigerado a 4 °C	24 horas
Coliformes termotolerantes	500 mL	* A/B	Refrigerado a 4 °C	24 horas
DQO	500 mL	A/B	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (1:1) pH<2 2,5 ml/0,5L Muestra refrigerada a 4 °C	24 horas
Sólidos suspendidos totales	500 mL	A	Refrigerado a 4 °C	72 horas
Aceites y Grasas	1000 mL	C	HCl (1:1) pH<2 2,5 ml/0,5L Muestra refrigerada a 4 °C	72 horas

: Frascos de plástico con boca ancha,

B: Frascos de vidrio con boca ancha,

C: Frasco de vidrio ámbar con boca ancha,

(1:1) Se puede usar el H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> en la misma concentración de HCl,

\*Los frascos/envases serán esterilizados,

Nota: R,M, 061-2016-PRODUCE

### ANEXO 3

#### Frecuencia de monitoreo de Parámetros de efluentes de Industria Pesquera de consumo Humano indirecto

Toma de muestra	Frecuencia de monitoreo de efluentes		Plazo de presentación de informe técnico a PRODUCE y OEFA (*)	Informe anual consolidado	
	DHAP	PHRRH			
	VEDA	PRODUCCION			
Punto de muestreo (determinar código de muestreo geo-referenciado)	Efluentes industriales del proceso	Uno	Un monitoreo mensual con descarga de materia prima	30 días hábiles posteriores al Monitoreo	<b>DHAP:</b> A 60 días hábiles posteriores a la culminación de la segunda temporada de pesca del año, (1) <b>PHRRH:</b> A60 días hábiles posteriores a la culminación de la segunda temporada de pesca del año, (1)
	Efluente de limpieza y mantenimiento	después de cada temporada de pesca			
	Efluente de la columna barométrica (CB)		Un monitoreo al finalizar cada temporada de pesca en EIP que descargan CB en forma independiente		

DHAP: Plantas de Harina y Aceite de Pescado

PHRRH: Plantas de Harina de Reaprovechamiento de Recursos Hidrobiológicos



Informe técnico: debe contener la evaluación de los resultados de análisis y adjuntar el informe de ensayo del laboratorio,  
\* El reporte de monitoreo se presentaran en versión impresa y digital,  
Nota: R,M, 061-2016-PRODUCE

#### ANEXO 4

### Frecuencia de monitoreo de Parámetros de efluentes de Industria Pesquera de consumo Humano directo

TOMA DE MUESTRA		Frecuencia de monitoreo de efluentes	Plazo de presentación de informe técnico a PRODUCE Y OEFA (**)	Informe Consolidado
Punto de muestreo (determinar código de muestreo geo-referenciado)	Efluentes industriales del proceso de CHD que viertan a un cuerpo natural,	Semestral*	30 días hábiles de concluido el semestre	A 60 días hábiles de concluido el año
	Efluentes industriales del proceso de CDH con PHRC, que viertan a un cuerpo natural	Trimestral	30 días hábiles concluido el trimestre	
	Efluentes industriales del proceso de CHD y PHRC que viertan a la red de alcantarillado,	De acuerdo a norma específica de VIVIENDA	De acuerdo a norma específica de VIVIENDA	

\*Los EIP de CHD con licencia de operación vigente que no operen por falta de materia prima, deberán presentar a PRODUCE en forma individual el informe de registro de recepción de materia prima correspondiente,

PHRC: Plantas de Harina Residual accesoria a la actividad de CHD, Informe técnico: debe contener la evaluación de los resultados de análisis y adjuntar el informe de ensayo del laboratorio

\*\*el reporte de monitoreo se presentará en versión impresa y digital,

Nota: R,M, 061-2016-PRODUCE

## ANEXO 5

### Muestreo del agua de la bahía de Coishco,

Estación N°	Fecha	Hora	Profundidad (m)	Temperatura (°C)	pH	Oxígeno Disuelto (mg/L)	SST (mg/L)	Aceites y grasa (mg/L)	DBO <sub>5</sub> (mg/L)	Coliformes termotolerantes (NMP/100 ml)
E-1: Final del Emisor	14/01/2015	11:05	Superficie	17,8	7,84	5,30	14,00	0,99	2,40	1,80
E-2: 200m Final del Emisor Sur	14/01/2015	11:13	Superficie	17,6	7,83	5,50	10,00	0,99	2,20	4,50
E-3: 200m Final del Emisor Norte	14/01/2015	10:55	Superficie	17,8	7,83	5,20	14,00	0,99	1,99	4,50
E-4: 200m Final del Emisor Este	14/01/2015	11:22	Superficie	17,8	7,85	5,60	12,00	0,99	2,40	1,80
E-5: 200m Final del Emisor Oeste	14/01/2015	10:45	Superficie	17,5	7,81	5,20	10,00	0,99	1,99	2,00
E-6: 500m Aguas afuera	14/01/2015	10:30	Superficie	17,6	7,83	5,60	10,00	0,99	1,99	2,00
E-7: orilla de Playa (Caleta de Coishco)	14/01/2015	11:50	Superficie	18,6	7,77	5,20	17,00	0,99	2,30	33,00
E-8: Chata ( Pesquera xxx)	14/01/2015	11:35	Superficie	17,8	7,81	5,30	13,00	0,99	2,20	4,00
E-1: Final del Emisor	5/02/2015	11:10	Superficie	21,7	7,79	6,80	21,00	0,99	2,80	13,00
E-2: 200m Final del Emisor Sur	5/02/2015	11:22	Superficie	21,5	7,84	7,10	19,00	0,99	2,40	2,00
E-3: 200m Final del Emisor Norte	5/02/2015	10:55	Superficie	21,5	7,80	7,30	19,00	0,99	2,90	4,50
E-4: 200m Final del Emisor Este	5/02/2015	11:35	Superficie	21,9	7,78	7,30	23,00	0,99	2,80	7,80
E-5: 200m Final del Emisor Oeste	5/02/2015	10:42	Superficie	21,6	7,84	6,50	20,00	0,99	1,99	23,00
E-6: 500m Aguas afuera	5/02/2015	10:30	Superficie	21,5	7,80	7,00	18,00	0,99	1,99	2,00
E-7: orilla de Playa (Caleta de Coishco)	5/02/2015	11:59	Superficie	21,9	7,73	7,20	26,00	0,99	3,10	23,00
E-8: Chata ( Pesquera xxx)	5/02/2015	11:48	Superficie	21,6	7,76	6,80	21,00	0,99	2,70	4,50

E-1: Final del Emisor	21/03/2015	10:41	Superficie	21,5	7,77	8,00	19,00	0,99	2,10	49,00
E-2: 200m Final del Emisor Sur	21/03/2015	10:53	Superficie	21,3	7,81	7,50	20,00	0,99	1,99	23,00
E-3: 200m Final del Emisor Norte	21/03/2015	10:29	Superficie	21,4	7,79	8,10	19,00	0,99	1,99	33,00
E-4: 200m Final del Emisor Este	21/03/2015	11:10	Superficie	21,7	7,74	7,50	19,00	0,99	1,99	49,00
E-5: 200m Final del Emisor Oeste	21/03/2015	10:18	Superficie	21,5	7,80	8,40	18,00	0,99	1,99	4,50
E-6: 500m Aguas afuera	21/03/2015	10:05	Superficie	21,4	7,77	8,40	17,00	0,99	1,99	23,00
E-7: orilla de Playa (Caleta de Coishco)	21/03/2015	11:32	Superficie	21,7	7,70	6,60	23,00	0,99	2,70	3300,00
E-8: Chata ( Pesquera xxx)	21/03/2015	11:21	Superficie	21,3	7,73	7,20	21,00	0,99	2,30	23,00
E-1: Final del Emisor	11/04/2015	10:39	Superficie	18,5	7,73	3,60	22,00	0,99	3,20	49,00
E-2: 200m Final del Emisor Sur	11/04/2015	10:48	Superficie	18,6	7,74	4,30	17,00	0,99	2,50	23,00
E-3: 200m Final del Emisor Norte	11/04/2015	10:28	Superficie	18,5	7,73	4,20	16,00	0,99	2,80	33,00
E-4: 200m Final del Emisor Este	11/04/2015	10:53	Superficie	18,7	7,72	3,10	20,00	0,99	2,90	49,00
E-5: 200m Final del Emisor Oeste	11/04/2015	10:18	Superficie	18,3	7,76	4,50	16,00	0,99	2,20	4,50
E-6: 500m Aguas afuera	11/04/2015	10:00	Superficie	18,4	7,75	4,90	16,00	0,99	1,99	23,00
E-7: orilla de Playa (Caleta de Coishco)	11/04/2015	11:15	Superficie	19	7,63	3,80	24,00	0,99	3,70	3300,00
E-8: Chata ( Pesquera xxx)	11/04/2015	11:03	Superficie	18,6	7,75	3,70	16,00	0,99	2,90	23,00
E-1: Final del Emisor	8/05/2015	10:39	Superficie	18,5	7,73	4,80	21,00	0,99	2,90	170,00
E-2: 200m Final del Emisor Sur	8/05/2015	10:48	Superficie	18,7	7,74	4,30	17,00	0,99	1,99	130,00
E-3: 200m Final del Emisor Norte	8/05/2015	10:28	Superficie	18,4	7,73	4,80	16,00	0,99	1,99	540,00
E-4: 200m Final del Emisor Este	8/05/2015	10:53	Superficie	18,8	7,72	4,30	19,00	0,99	3,30	240,00
E-5: 200m Final del Emisor Oeste	8/05/2015	10:18	Superficie	18,3	7,76	5,20	16,00	0,99	1,99	240,00
E-6: 500m Aguas afuera	8/05/2015	10:00	Superficie	18,3	7,73	5,10	15,00	0,99	1,99	130,00

E-7: orilla de Playa (Caleta de Coishco)	8/05/2015	11:15	Superficie	19,3	7,71	3,30	20,00	0,99	4,70	920,00
E-8: Chata ( Pesquera xxx)	8/05/2015	11:03	Superficie	18,8	7,75	4,20	17,00	0,99	2,90	240,00
E-1: Final del Emisor	23/06/2015	12:49	Superficie	18,6	7,75	4,20	22,00	0,99	2,40	33,00
E-2: 200m Final del Emisor Sur	23/06/2015	13:55	Superficie	18,9	7,77	3,90	19,00	0,99	1,99	240,00
E-3: 200m Final del Emisor Norte	23/06/2015	09:21	Superficie	18,3	7,74	4,30	17,00	0,99	2,10	350,00
E-4: 200m Final del Emisor Este	23/06/2015	13:09	Superficie	19,1	7,70	3,80	18,00	0,99	2,80	240,00
E-5: 200m Final del Emisor Oeste	23/06/2015	12:28	Superficie	18,5	7,78	4,70	14,00	0,99	1,99	23,00
E-6: 500m Aguas afuera	23/06/2015	12:18	Superficie	18,2	7,71	4,50	11,00	0,99	1,99	33,00
E-7: orilla de Playa (Caleta de Coishco)	23/06/2015	13:27	Superficie	19,8	7,68	3,50	17,00	0,99	3,50	920,00
E-8: Chata ( Pesquera xxx)	23/06/2015	13:18	Superficie	19,4	7,74	4,30	18,00	0,99	2,60	350,00
E-1: Final del Emisor	8/07/2015	11:25	Superficie	18,7	7,80	5,40	18,00	0,99	2,50	170,00
E-2: 200m Final del Emisor Sur	8/07/2015	11:41	Superficie	18,9	7,78	4,10	18,00	0,99	1,99	240,00
E-3: 200m Final del Emisor Norte	8/07/2015	11:15	Superficie	18,7	7,76	5,70	15,00	0,99	1,99	130,00
E-4: 200m Final del Emisor Este	8/07/2015	11:33	Superficie	18,9	7,78	6,90	18,00	0,99	2,70	130,00
E-5: 200m Final del Emisor Oeste	8/07/2015	11:08	Superficie	18,6	7,80	5,00	15,00	0,99	1,99	79,00
E-6: 500m Aguas afuera	8/07/2015	11:00	Superficie	18,6	7,81	4,40	13,00	0,99	1,99	2,00
E-7: orilla de Playa (Caleta de Coishco)	8/07/2015	11:57	Superficie	19,4	7,70	4,40	18,00	0,99	3,10	920,00
E-8: Chata ( Pesquera xxx)	8/07/2015	11:49	Superficie	18,8	7,76	4,10	15,00	0,99	2,40	140,00
E-1: Final del Emisor	13/08/2015	12:29	Superficie	18,3	7,79	5,30	15,00	0,99	1,99	220,00
E-2: 200m Final del Emisor Sur	13/08/2015	12:15	Superficie	18,5	7,80	5,10	13,00	0,99	1,99	920,00
E-3: 200m Final del Emisor Norte	13/08/2015	12:22	Superficie	18,5	7,78	5,60	13,00	0,99	1,99	240,00

E-4: 200m Final del Emisor Este	13/08/2015	12:36	Superficie	18,7	7,77	5,10	15,00	0,99	1,99	33,00
E-5: 200m Final del Emisor Oeste	13/08/2015	12:07	Superficie	18,5	7,80	5,80	11,00	0,99	1,99	170,00
E-6: 500m Aguas afuera	13/08/2015	12:00	Superficie	18,4	7,82	5,60	11,00	0,99	1,99	350,00
E-7: orilla de Playa (Caleta de Coishco)	13/08/2015	12:50	Superficie	18,8	7,74	4,80	17,00	0,99	2,80	5400,00
E-8: Chata ( Pesquera xxx)	13/08/2015	12:43	Superficie	18,4	7,80	4,90	14,00	0,99	1,99	49,00
E-1: Final del Emisor	11/09/2015	10:45	Superficie	18,4	7,80	4,50	12,00	0,99	1,99	170,00
E-2: 200m Final del Emisor Sur	11/09/2015	10:55	Superficie	18,3	7,72	4,70	14,00	0,99	1,99	79,00
E-3: 200m Final del Emisor Norte	11/09/2015	10:38	Superficie	18,4	7,91	4,70	12,00	0,99	1,99	79,00
E-4: 200m Final del Emisor Este	11/09/2015	02:24	Superficie	18,4	7,86	4,40	13,00	0,99	1,99	130,00
E-5: 200m Final del Emisor Oeste	11/09/2015	08:24	Superficie	18,5	7,82	4,70	11,00	0,99	1,99	130,00
E-6: 500m Aguas afuera	11/09/2015	10:25	Superficie	19,1	7,83	4,10	14,00	0,99	2,20	170,00
E-7: orilla de Playa (Caleta de Coishco)	11/09/2015	11:30	Superficie	19,7	7,53	3,80	14,00	0,99	2,70	540,00
E-8: Chata ( Pesquera xxx)	11/09/2015	11:21	Superficie	18,8	7,40	4,30	13,00	0,99	2,30	49,00
E-1: Final del Emisor	6/10/2015	10:40	Superficie	17,8	7,76	6,20	15,00	0,99	1,99	4,50
E-2: 200m Final del Emisor Sur	6/10/2015	10:31	Superficie	17,9	7,77	5,90	14,00	0,99	1,99	4,50
E-3: 200m Final del Emisor Norte	6/10/2015	10:48	Superficie	17,9	7,76	6,50	15,00	0,99	1,99	11,00
E-4: 200m Final del Emisor Este	6/10/2015	10:57	Superficie	17,7	7,75	6,10	16,00	0,99	1,99	7,80
E-5: 200m Final del Emisor Oeste	6/10/2015	10:23	Superficie	17,9	7,74	5,70	14,00	0,99	1,99	7,80
E-6: 500m Aguas afuera	6/10/2015	10:15	Superficie	17,8	7,76	5,90	15,00	0,99	1,99	17,00
E-7: orilla de Playa (Caleta de Coishco)	6/10/2015	11:18	Superficie	18,6	7,61	4,90	17,00	0,99	2,40	4,50
E-8: Chata ( Pesquera xxx)	6/10/2015	11:10	Superficie	18,1	7,74	5,30	15,00	0,99	2,20	7,80

E-1: Final del Emisor	21/11/2015	11:26	Superficie	21,3	7,65	4,20	19,00	0,99	3,10	63,00
E-2: 200m Final del Emisor Sur	21/11/2015	11:31	Superficie	21,3	7,70	4,50	17,00	0,99	2,70	33,00
E-3: 200m Final del Emisor Norte	21/11/2015	11:16	Superficie	21,4	7,74	4,10	17,00	0,99	2,10	47,00
E-4: 200m Final del Emisor Este	21/11/2015	11:38	Superficie	21,6	7,68	3,80	20,00	0,99	3,40	70,00
E-5: 200m Final del Emisor Oeste	21/11/2015	11:20	Superficie	21,3	7,76	4,70	15,00	0,99	2,30	6,80
E-6: 500m Aguas afuera	21/11/2015	11:10	Superficie	21,1	7,79	4,70	16,00	0,99	2,30	26,00
E-7: orilla de Playa (Caleta de Coishco)	21/11/2015	11:54	Superficie	22,4	7,56	3,10	26,00	0,99	5,20	3500,00
E-8: Chata ( Pesquera xxx)	21/11/2015	11:46	Superficie	21,3	7,54	3,80	21,00	0,99	3,10	22,00
E-1: Final del Emisor	6/12/2015	11:26	Superficie	18,8	7,72	2,10	17,00	0,99	3,60	2200,00
E-2: 200m Final del Emisor Sur	6/12/2015	11:31	Superficie	18,6	7,74	2,90	15,00	0,99	3,20	130,00
E-3: 200m Final del Emisor Norte	6/12/2015	11:16	Superficie	18,8	7,74	2,40	15,00	0,99	4,10	1700,00
E-4: 200m Final del Emisor Este	6/12/2015	11:38	Superficie	18,9	7,68	1,80	18,00	0,99	4,90	46,00
E-5: 200m Final del Emisor Oeste	6/12/2015	11:20	Superficie	18,4	7,74	2,70	14,00	0,99	3,10	1100,00
E-6: 500m Aguas afuera	6/12/2015	11:10	Superficie	18,5	7,74	2,70	14,00	0,99	2,70	3500,00
E-7: orilla de Playa (Caleta de Coishco)	6/12/2015	11:54	Superficie	19,2	7,62	1,20	19,00	0,99	5,20	9200,00
E-8: Chata ( Pesquera xxx)	6/12/2015	11:46	Superficie	18,6	7,73	1,70	15,00	0,99	4,20	3500,00
E-1: Final del Emisor	5/01/2016	12:10	Superficie	19,7	7,79	2,10	18,00	0,99	4,20	240,00
E-2: 200m Final del Emisor Sur	5/01/2016	11:46	Superficie	19,4	7,76	2,40	17,00	0,99	3,80	540,00
E-3: 200m Final del Emisor Norte	5/01/2016	11:54	Superficie	19,8	7,71	2,10	17,00	0,99	4,10	540,00
E-4: 200m Final del Emisor Este	5/01/2016	12:02	Superficie	19,7	7,73	1,90	19,00	0,99	4,90	540,00
E-5: 200m Final del Emisor Oeste	5/01/2016	11:38	Superficie	19,8	7,78	2,40	16,00	0,99	2,80	540,00
E-6: 500m Aguas afuera	5/01/2016	11:30	Superficie	19,3	7,78	2,40	16,00	0,99	2,50	17,00

E-7: orilla de Playa (Caleta de Coishco)	5/01/2016	12:28	Superficie	20,1	7,79	0,90	23,00	0,99	5,70	350,00
E-8: Chata ( Pesquera xxx)	5/01/2016	12:20	Superficie	19,9	7,74	2,60	18,00	0,99	4,90	350,00
E-1: Final del Emisor	18/02/2016	10:48	Superficie	21,6	7,75	5,30	16,00	0,99	3,20	79,00
E-2: 200m Final del Emisor Sur	18/02/2016	10:30	Superficie	21,6	7,78	5,30	17,00	0,99	2,80	79,00
E-3: 200m Final del Emisor Norte	18/02/2016	10:37	Superficie	21,8	7,75	5,40	17,00	0,99	2,40	130,00
E-4: 200m Final del Emisor Este	18/02/2016	10:52	Superficie	21,7	7,72	5,90	15,00	0,99	2,50	49,00
E-5: 200m Final del Emisor Oeste	18/02/2016	10:22	Superficie	21,5	7,80	5,40	17,00	0,99	2,30	110,00
E-6: 500m Aguas afuera	18/02/2016	10:15	Superficie	21,5	7,82	6,10	18,00	0,99	2,60	79,00
E-7: orilla de Playa (Caleta de Coishco)	18/02/2016	11:00	Superficie	22,9	7,66	5,80	18,00	0,99	3,20	350,00
E-8: Chata ( Pesquera xxx)	18/02/2016	11:10	Superficie	21,8	7,72	5,00	15,00	0,99	2,70	1,80
E-1: Final del Emisor	10/03/2016	10:54	Superficie	21,8	7,79	6,00	14,00	0,99	2,80	33,00
E-2: 200m Final del Emisor Sur	10/03/2016	10:46	Superficie	21,7	7,77	5,60	13,00	0,99	1,99	49,00
E-3: 200m Final del Emisor Norte	10/03/2016	11:02	Superficie	21,9	7,76	6,00	13,00	0,99	1,99	170,00
E-4: 200m Final del Emisor Este	10/03/2016	11:10	Superficie	21,5	7,74	6,10	15,00	0,99	1,99	33,00
E-5: 200m Final del Emisor Oeste	10/03/2016	10:38	Superficie	21,6	7,81	6,10	12,00	0,99	1,99	23,00
E-6: 500m Aguas afuera	10/03/2016	10:30	Superficie	21,8	7,79	6,90	10,00	0,99	1,99	49,00
E-7: orilla de Playa (Caleta de Coishco)	10/03/2016	11:25	Superficie	22,4	7,70	6,00	17,00	0,99	2,90	920,00
E-8: Chata ( Pesquera xxx)	10/03/2016	11:32	Superficie	21,9	7,76	5,50	14,00	0,99	2,40	240,00
E-1: Final del Emisor	18/04/2016	10:54	Superficie	19,2	7,88	5,70	13,00	0,99	2,60	33,00
E-2: 200m Final del Emisor Sur	18/04/2016	10:46	Superficie	18,9	7,80	5,60	17,00	0,99	2,40	33,00
E-3: 200m Final del Emisor Norte	18/04/2016	11:02	Superficie	19,2	7,84	5,10	14,00	0,99	2,30	3500,00

E-4: 200m Final del Emisor Este	18/04/2016	11:10	Superficie	19,4	7,71	5,50	14,00	0,99	2,30	4,00
E-5: 200m Final del Emisor Oeste	18/04/2016	10:38	Superficie	18,9	7,84	5,20	15,00	0,99	1,99	7,80
E-6: 500m Aguas afuera	18/04/2016	10:30	Superficie	18,8	7,82	4,80	13,00	0,99	2,20	1,80
E-7: orilla de Playa (Caleta de Coishco)	18/04/2016	11:25	Superficie	20,5	7,82	6,10	16,00	0,99	2,70	17,00
E-8: Chata ( Pesquera xxx)	18/04/2016	11:32	Superficie	18,9	7,67	5,10	17,00	0,99	2,30	11,00
E-1: Final del Emisor	14/05/2016	09:22	Superficie	20,3	7,89	6,10	15,00	0,99	2,30	350,00
E-2: 200m Final del Emisor Sur	14/05/2016	09:15	Superficie	19,9	7,84	6,00	14,00	0,99	1,99	540,00
E-3: 200m Final del Emisor Norte	14/05/2016	09:30	Superficie	20,4	7,88	5,70	15,00	0,99	1,99	540,00
E-4: 200m Final del Emisor Este	14/05/2016	09:37	Superficie	20,1	7,79	5,60	15,00	0,99	1,99	540,00
E-5: 200m Final del Emisor Oeste	14/05/2016	09:08	Superficie	20	7,89	5,30	13,00	0,99	1,99	540,00
E-6: 500m Aguas afuera	14/05/2016	09:00	Superficie	19,7	7,79	5,30	14,00	0,99	1,99	350,00
E-7: orilla de Playa (Caleta de Coishco)	14/05/2016	09:50	Superficie	20,9	7,85	7,10	18,00	0,99	2,90	2400,00
E-8: Chata ( Pesquera xxx)	14/05/2016	09:45	Superficie	20,4	7,78	6,40	15,00	0,99	2,40	350,00
E-1: Final del Emisor	24/06/2016	11:43	Superficie	19,2	7,78	3,10	19,00	0,99	2,70	280,00
E-2: 200m Final del Emisor Sur	24/06/2016	10:35	Superficie	19	7,74	3,50	14,00	0,99	2,40	350,00
E-3: 200m Final del Emisor Norte	24/06/2016	10:49	Superficie	19,4	7,75	3,20	16,00	0,99	2,90	540,00
E-4: 200m Final del Emisor Este	24/06/2016	10:56	Superficie	19	7,73	2,50	18,00	0,99	2,70	350,00
E-5: 200m Final del Emisor Oeste	24/06/2016	10:28	Superficie	18,8	7,76	3,70	14,00	0,99	2,20	350,00
E-6: 500m Aguas afuera	24/06/2016	10:20	Superficie	18,8	7,78	3,90	12,00	0,99	2,20	21,00
E-7: orilla de Playa (Caleta de Coishco)	24/06/2016	11:21	Superficie	19,4	7,56	2,40	19,00	0,99	4,70	240,00
E-8: Chata ( Pesquera xxx)	24/06/2016	11:05	Superficie	18,3	7,68	3,90	14,00	0,99	3,10	280,00

E-1: Final del Emisor	8/07/2016	08:59	Superficie	18,7	7,77	3,10	20,00	0,99	4,30	170,00
E-2: 200m Final del Emisor Sur	8/07/2016	08:50	Superficie	18,5	7,74	3,70	18,00	0,99	3,20	350,00
E-3: 200m Final del Emisor Norte	8/07/2016	09:07	Superficie	18,6	7,76	2,90	18,00	0,99	4,70	330,00
E-4: 200m Final del Emisor Este	8/07/2016	09:16	Superficie	18,6	7,75	2,60	17,00	0,99	4,30	350,00
E-5: 200m Final del Emisor Oeste	8/07/2016	08:40	Superficie	18,4	7,77	3,60	18,00	0,99	2,40	460,00
E-6: 500m Aguas afuera	8/07/2016	08:20	Superficie	18,7	7,77	3,80	19,00	0,99	2,30	140,00
E-7: orilla de Playa (Caleta de Coishco)	8/07/2016	09:38	Superficie	18,4	7,63	1,90	28,00	0,99	6,30	490000,00
E-8: Chata ( Pesquera xxx)	8/07/2016	09:25	Superficie	18,6	7,77	2,70	20,00	0,99	3,40	170,00
E-1: Final del Emisor	8/08/2016		Superficie							
E-2: 200m Final del Emisor Sur	8/08/2016		Superficie							
E-3: 200m Final del Emisor Norte	8/08/2016		Superficie							
E-4: 200m Final del Emisor Este	8/08/2016		Superficie							
E-5: 200m Final del Emisor Oeste	8/08/2016		Superficie							
E-6: 500m Aguas afuera	8/08/2016		Superficie							
E-7: orilla de Playa (Caleta de Coishco)	8/08/2016		Superficie							
E-8: Chata ( Pesquera xxx)	8/08/2016		Superficie							
E-1: Final del Emisor	8/09/2016	09:44	Superficie	17	7,20	6,40	12,00	0,99	1,99	70,00
E-2: 200m Final del Emisor Sur	8/09/2016	10:02	Superficie	17,2	7,21	5,70	12,00	0,99	1,99	49,00
E-3: 200m Final del Emisor Norte	8/09/2016	09:36	Superficie	17,7	7,25	5,50	14,00	0,99	1,99	79,00
E-4: 200m Final del Emisor Este	8/09/2016	09:52	Superficie	16,6	7,42	6,70	14,00	0,99	1,99	79,00
E-5: 200m Final del Emisor Oeste	8/09/2016	09:28	Superficie	17,1	7,43	6,10	11,00	0,99	1,99	1300,00
E-6: 500m Aguas afuera	8/09/2016	09:20	Superficie	17,4	7,10	6,00	11,00	0,99	1,99	49,00

E-7: orilla de Playa (Caleta de Coishco)	8/09/2016	10:10	Superficie	18,1	7,47	7,80	15,00	0,99	2,80	46,00
E-8: Chata ( Pesquera xxx)	8/09/2016	10:17	Superficie	16,6	7,45	6,50	12,00	0,99	1,99	280,00
E-1: Final del Emisor	8/10/2016		Superficie							
E-2: 200m Final del Emisor Sur	8/10/2016		Superficie							
E-3: 200m Final del Emisor Norte	8/10/2016		Superficie							
E-4: 200m Final del Emisor Este	8/10/2016		Superficie							
E-5: 200m Final del Emisor Oeste	8/10/2016		Superficie							
E-6: 500m Aguas afuera	8/10/2016		Superficie							
E-7: orilla de Playa (Caleta de Coishco)	8/10/2016		Superficie							
E-8: Chata ( Pesquera xxx)	8/10/2016		Superficie							
E-1: Final del Emisor	22/11/2016	07:56	Superficie	16,1	8,22	3,10	18,00	1,00	3,10	170,00
	22/11/2016		Fondo	15,9	8,24	1,70	17,00	-	2,60	170,00
E-2: 200m Final del Emisor Sur	22/11/2016	07:47	Superficie	16	8,13	3,30	17,00	1,00	2,70	220,00
	22/11/2016		Fondo	15,7	8,16	1,40	15,00	-	2,90	170,00
E-3: 200m Final del Emisor Norte	22/11/2016	08:04	Superficie	16,4	8,16	3,40	18,00	1,00	2,80	170,00
	22/11/2016		Fondo	16	8,13	1,10	16,00	-	2,40	920,00
E-4: 200m Final del Emisor Este	22/11/2016	08:13	Superficie	15,9	8,26	2,10	19,00	1,00	3,90	540,00
	22/11/2016		Fondo	15,6	8,29	1,60	19,00	-	3,40	350,00
E-5: 200m Final del Emisor Oeste	22/11/2016	07:39	Superficie	16,1	8,08	3,80	15,00	1,00	2,30	350,00
	22/11/2016		Fondo	15,7	8,07	1,90	13,00	-	1,99	130,00
E-6: 500m Aguas afuera	22/11/2016	07:30	Superficie	16,3	7,92	3,60	16,00	1,00	1,99	240,00
	22/11/2016		Fondo	15,9	7,92	1,80	13,00	-	1,99	220,00

E-7: orilla de Playa (Caleta de Coishco)	22/11/2016	08:25	Superficie	16,7	8,02	2,30	22,00	1,00	4,20	920,00
	22/11/2016		Fondo	16,3	8,05	0,80	19,00	-	3,60	280,00
E-8: Chata ( Pesquera xxx)	22/11/2016	08:32	Superficie	16,6	8,22	2,80	17,00	1,00	3,30	240,00
	22/11/2016		Fondo	16,2	8,25	0,70	18,00	-	3,70	350,00
E-1: Final del Emisor	10/12/2016	11:30	Superficie	19,1	7,80	3,50	16,00	1,00	3,40	70000,00
	10/12/2016		Fondo	18,2	7,68	1,30	15,00	-	2,20	110000,00
E-2: 200m Final del Emisor Sur	10/12/2016	11:38	Superficie	19,2	7,78	3,50	14,00	1,00	2,40	280,00
	10/12/2016		Fondo	18,3	7,72	1,70	13,00	-	2,20	540,00
E-3: 200m Final del Emisor Norte	10/12/2016	05:16	Superficie	19	7,79	3,80	15,00	1,00	2,40	240,00
	10/12/2016		Fondo	18,1	7,73	2,20	13,00	-	2,10	280,00
E-4: 200m Final del Emisor Este	10/12/2016	11:02	Superficie	19,5	7,77	3,70	13,00	1,00	3,20	70,00
	10/12/2016		Fondo	18,5	7,65	1,90	13,00	-	2,30	350,00
E-5: 200m Final del Emisor Oeste	10/12/2016	11:14	Superficie	19	7,79	3,50	12,00	1,00	1,99	31,00
	10/12/2016		Fondo	18,1	7,66	2,30	12,00	-	1,99	49,00
E-6: 500m Aguas afuera	10/12/2016	11:06	Superficie	19	7,78	3,40	12,00	1,00	1,99	31,00
	10/12/2016		Fondo	18,3	7,73	2,30	10,00	-	1,99	46,00
E-7: orilla de Playa (Caleta de Coishco)	10/12/2016	12:03	Superficie	19,6	7,67	2,60	17,00	1,00	3,40	33,00
	10/12/2016		Fondo	19,1	7,62	1,90	12,00	-	3,10	70,00
E-8: Chata ( Pesquera xxx)	10/12/2016	11:54	Superficie	19,2	7,76	3,50	15,00	1,00	2,60	79,00
	10/12/2016		Fondo	18,6	7,62	1,80	13,00	-	2,30	33,00
IMARPE 1	14/04/2015		superficie	20	8,66	8,58	31,00	0,20	1,63	1,80
	14/04/2015	11:14	medio	18,8		2,55				
	14/04/2015		fondo	18,1	8,72	3,52	39,00			

IMARPE 2	14/04/2015	superficie	20	8,68	7,17	28,00	0,70	1,80	1,80
	14/04/2015	11:50	medio	18		2,78			
	14/04/2015	fondo	17,8	8,64	4,32	43,00			
IMARPE 3	14/04/2015	superficie	18,8	8,69	5,50	22,00	0,70	3,11	130,00
	14/04/2015	09:47	medio	18,4		4,00			
	14/04/2015	fondo	17,1	8,62	0,89	38,00			
IMARPE 4	14/04/2015	superficie	19,2	8,75	6,94	33,00	0,40	2,29	1,80
	14/04/2015	10:33	medio	18,7		5,26			
	14/04/2015	fondo	17,6	8,61	1,81	38,00			
IMARPE 5	14/04/2015	superficie	19,3	8,68	5,47	30,00	0,20	1,88	2,00
	14/04/2015	08:44	medio	18,4		4,44			
	14/04/2015	fondo	17,4	8,64	1,01	37,00			
IMARPE 6	14/04/2015	superficie	19,5	8,62	5,88	44,00	0,90	2,61	240,00
	14/04/2015	13:08	medio	18,5		5,68			
	14/04/2015	fondo	18,1	8,53	2,10	66,00			
IMARPE 7	14/04/2015	superficie	19,3	8,58	5,28	42,00	0,50	2,12	240,00
	14/04/2015	13:52	medio	18,3		4,24			
	14/04/2015	fondo	17,7	8,58	3,34	54,00			
IMARPE 8	14/04/2015	superficie	18,5	8,64	2,14	32,00	...		
	14/04/2015	07:27	medio	17,9		1,89			
	14/04/2015	fondo	17,2	8,61	1,32	42,00			
IMARPE 1	3/11/2015	superficie	18,3	8,60	5,68	3,00	0,70	3,11	4,00
	3/11/2015	10:59	medio	17,3		2,55			

	3/11/2015		fondo	17	8,45	0,55	6,00			
IMARPE 2	3/11/2015		superficie	18,1	8,38	5,17	26,00	0,61	1,00	130,00
	3/11/2015	11:46	medio	17,2		3,31				
	3/11/2015		fondo	16,9	8,36	0,81	36,00			
IMARPE 3	3/11/2015		superficie	17,7	8,44	2,15	25,00	0,41	2,78	130,00
	3/11/2015	09:04	medio	17,4		1,49				
	3/11/2015		fondo	16,8	8,14	0,28	52,00			
IMARPE 4	3/11/2015		superficie	17,9	8,24	5,14	23,00	0,60	2,36	1,80
	3/11/2015	10:04	medio	17,3		2,36				
	3/11/2015		fondo	16,8	8,16	0,91	40,00			
IMARPE 5	3/11/2015		superficie	17,7	8,12	4,51	26,00	0,33	1,55	1,80
	3/11/2015	08:06	medio	17,7		3,31				
	3/11/2015		fondo	16,8	8,10	0,54	49,00			
IMARPE 6	3/11/2015		superficie	18,2	8,20	4,11	27,00	0,60	1,55	230,00
	3/11/2015	12:40	medio	17,8		3,21				
	3/11/2015		fondo	17	8,17	0,79	33,00			
IMARPE 7	3/11/2015		superficie	18	8,19	4,03	31,00	0,40	2,86	1,80
	3/11/2015	13:28	medio	17,9		3,18				
	3/11/2015		fondo	17	8,19	0,40	35,00			
IMARPE 8	3/11/2015		superficie	17,1	8,22	2,49	29,00	...		
	3/11/2015	06:52	medio	17,1		1,08				
	3/11/2015		fondo	16,2	8,21	0,69	27,00			
IMARPE 1	9/05/2016	12:18	superficie	18,3		2,77	39,00	0,30	2,78	1,80

	9/05/2016		medio	18,1	2,67			
	9/05/2016		fondo	17,8	2,21	28,00		
IMARPE 2	9/05/2016		superficie	18,5	3,87	30,00	0,41	3,43
	9/05/2016	13:09	medio	18,3	2,71			1,80
	9/05/2016		fondo	17,7	1,22	33,00		
IMARPE 3	9/05/2016		superficie	18,5	4,56	31,00	0,40	4,41
	9/05/2016	10:16	medio	18,2	3,25			1,80
	9/05/2016		fondo	17,2	0,34	33,00		
IMARPE 4	9/05/2016		superficie	18,6	4,72	32,00	0,80	5,07
	9/05/2016	11:14	medio	18,4	3,02			1,80
	9/05/2016		fondo	17,7	0,65	30,00		
IMARPE 5	9/05/2016		superficie	18,3	5,47	28,00	0,60	3,27
	9/05/2016	09:13	medio	17,8	3,12			1,80
	9/05/2016		fondo	17,4	0,67	29,00		
IMARPE 6	9/05/2016		superficie	18,2	2,94	34,00	0,60	3,76
	9/05/2016	14:09	medio	18,1	2,67			<1,8
	9/05/2016		fondo	17,9	2,10	32,00		
IMARPE 7	9/05/2016		superficie	18,5	4,31	35,00	0,81	3,92
	9/05/2016	14:54	medio	18,2	3,18			1,80
	9/05/2016		fondo	17,3	0,40	35,00		
IMARPE 8	9/05/2016		superficie	18,2	5,53	30,00	...	
	9/05/2016	07:40	medio	17,9	3,37			
	9/05/2016		fondo	17	0,42	38,00		

IMARPE 1	5/11/2016	superficie	16,8	8,32	5,68	1,00	23,00
	5/11/2016 09:31	medio	15,4		2,55		
	5/11/2016	fondo	14,9	8,26	2,41		
IMARPE 2	5/11/2016	superficie	16,2	8,26	5,48	1,63	79,00
	5/11/2016 01:26	medio	15,4		2,98		
	5/11/2016	fondo	15	8,23	2,23		
IMARPE 3	5/11/2016	superficie	15,5	8,33	3,08	1,00	4,00
	5/11/2016 08:03	medio	15,3		2,71		
	5/11/2016	fondo	14,7	8,26	1,92		
IMARPE 4	5/11/2016	superficie	15,8	8,42	5,28	1,00	1,80
	5/11/2016 08:52	medio	15,5		4,46		
	5/11/2016	fondo	14,9	8,26	3,17		
IMARPE 5	5/11/2016	superficie	15,5	8,34	4,24	1,00	1,80
	5/11/2016 07:17	medio	15,4		3,84		
	5/11/2016	fondo	14,8	8,28	1,14		
IMARPE 6	5/11/2016	superficie	15,9	8,25	3,76	1,00	49,00
	5/11/2016 11:52	medio	15,5		2,47		
	5/11/2016	fondo	14,9	8,24	0,98		
IMARPE 7	5/11/2016	superficie	16,2	8,34	4,44	1,79	79,00
	5/11/2016 13:10	medio	15,9		3,24		
	5/11/2016	fondo	14,5	8,28	1,60		
IMARPE 8	5/11/2016	superficie	14,9	8,21	3,73		
	5/11/2016 06:11	medio	14,8		3,10		

5/11/2016

fondo

14,3

8,20

2,64

---



## ANEXO 7

### Resultados estadísticos de efluentes de la industria pesquera, en los años 2015 y 2016, Coishco

		Temperatura (°C)																					
Medidas estadísticas	2015												2016										
	En e	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	En e	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Set	Nov	Dic	
	21,7	16	16,8	19,8	18,7	17,5	18,9	18,7	20,2	19,7	21,2	19,7	22,7	23,9	23,6	26,1	24,7	22,7	18,5	24,4	18,6	18,6	
<b>Media aritmética</b>	19,075												22,380										
<b>Mediana</b>	19,3												23,15										
<b>Mínimo</b>	16												18,5										
<b>Máximo</b>	21,7												26,1										
		pH																					
Medidas estadísticas	2015												2016										
	En e	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	En e	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Set	Nov	Dic	
	7,02	7,04	7,11	6,12	5,88	7,23	7,08	7,1	7,08	7,65	6,25	5,32	5,87	7,43	7,51	7,4	7,59	5,93	5,54	7,15	6,58	6,58	
<b>Media aritmética</b>	6,74												6,758										
<b>Mediana</b>	7,06												6,865										
<b>Mínimo</b>	5,32												5,54										
<b>Máximo</b>	7,65												7,59										
		Aceites y grasa (mg/L)																					
Medidas estadísticas	2015												2016										
	En e	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Set	Nov	Dic	
	92,00	44,00	36,00	188,00	145,00	33,00	41,00	356,00	1055,00	22,00	63,00	42,00	215,00	31,00	2,00	13,00	45,00	71,00	43,00	2,00	10,00	82,00	

<b>Media aritmética</b>	176,42											51,40										
<b>Mediana</b>	53,50											37,00										
<b>Mínimo</b>	22,00											2,00										
<b>Máximo</b>	1055,00											215,00										
<b>Medidas estadísticas</b>	<b>Sólidos suspendidos totales (mg/L)</b>																					
	<b>2015</b>											<b>2016</b>										
	<b>En e</b>	<b>Fe b</b>	<b>M ar</b>	<b>Ab r</b>	<b>Ma y</b>	<b>J un</b>	<b>Ju l</b>	<b>Ag o</b>	<b>Se t</b>	<b>O ct</b>	<b>No v</b>	<b>Di c</b>	<b>En e</b>	<b>Fe b</b>	<b>M ar</b>	<b>A br</b>	<b>Ma y</b>	<b>Ju n</b>	<b>Jul</b>	<b>Se t</b>	<b>No v</b>	<b>Dic</b>
13	69	10	61	25	14	27	62	15	48	18	13	42	54	24	48	56	21	28	11,	13	21	
0,0	5,0	,0	0,0	6,0	,0	,0	0,0	3,0	,0	8,0	8,0	0,0	,0	,0	,0	,0	0,0	8,0	00	4,0	6,0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Media aritmética</b>	240,75											146,10										
<b>Mediana</b>	145,5											95,00										
<b>Mínimo</b>	10,00											11,00										
<b>Máximo</b>	695,00											420,00										
<b>Medi das estad ística s</b>	<b>DOB<sub>5</sub> (mg/L)</b>																					
	<b>2015</b>											<b>2016</b>										
	<b>En e</b>	<b>Fe b</b>	<b>Ma r</b>	<b>Abr</b>	<b>Ma y</b>	<b>Ju n</b>	<b>Jul</b>	<b>Ag o</b>	<b>Se t</b>	<b>Oc t</b>	<b>No v</b>	<b>D i c</b>	<b>Ene</b>	<b>Fe b</b>	<b>M ar</b>	<b>A br</b>	<b>Ma y</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Se t</b>	<b>No v</b>	<b>Dic</b>
76	78	49	148	113	41	39	47	15	45	68	1	112	40	64	62	19	212	308	17	109	196	
0,0	0,0	4,0	0,0	2,0	8,0	0,0	0,0	3,0	2,0	1,0	9	6,0	9,0	,0	,0	6,0	0,0	3,0	5,0	5,0	4,0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<b>Media aritmética</b>	602,475											1029,40										
<b>Mediana</b>	482,00											752,00										
<b>Mínimo</b>	19,70											62,00										

Máximo	1480,00												3083,00										
	Medias estadísticas	Coliformes termotolerantes NMP/100 mL																					
		2015												2016									
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Set	Nov	Dic	
	1,0	1,8	790,00	24000,00	17000,00	110,00	1,8	1,8	1700,00	23,0	490,00	11000,00	1,8	1,8	1,8	1,8	170,00	40,0	460,00	16000,00	130,00	92000,00	
Media aritmética	544244,18												252764,72										
Media	3000,00												670,00										
Mínimo	1,80												1,80										
Máximo	2400000,00												1600000,00										

## ANEXO 8

### Muestreo de efluentes de empresa pesquera,

Se recogieron muestras del efluente de una industria pesquera, de la zona estudiada,



Fotografías tomadas in situ, (Muestreo de los efluentes)

## ANEXO 9

Principales medidas estadísticas de la temperatura (°C) del agua en la bahía de Coishco, en los años 2015 y 2016.

Medidas estadísticas	Temperatura (°C)																					
	2015												2016									
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agosto	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Set	Nov	Dic
<b>Media aritmética</b>	17,81	21,65	21,48	18,58	18,64	18,85	18,83	18,51	18,70	17,96	21,46	18,73	19,71	21,80	21,83	19,23	20,21	18,99	18,56	17,30	16,09	18,80
<b>Mediana</b>	17,80	21,60	21,45	18,55	18,60	18,75	18,75	18,50	18,45	17,90	21,30	18,70	19,75	21,65	21,80	19,05	20,20	19,00	18,60	17,20	16,05	19,00
<b>Desviación estándar</b>	0,34	0,17	0,16	0,21	0,34	0,56	0,26	0,16	0,48	0,28	0,40	0,25	0,26	0,46	0,27	0,55	0,37	0,36	0,12	0,49	0,32	0,50
<b>Mínimo</b>	17,50	21,50	21,30	18,30	18,30	18,20	18,60	18,30	18,30	17,70	21,10	18,40	19,30	21,50	21,50	18,80	19,70	18,30	18,40	16,60	15,60	18,10
<b>Máximo</b>	18,60	21,90	21,70	19,00	19,30	19,80	19,40	18,80	19,70	18,60	22,40	19,20	20,10	22,90	22,40	20,50	20,90	19,40	18,70	18,10	16,70	19,60

## ANEXO 10

Principales medidas estadísticas del Oxígeno disuelto (a) del agua en la bahía de Coishco, en los años 2015 y 2016.

Medidas estadísticas	Oxígeno disuelto (a) mL/L																					
	2015												2016									
	En	Feb	Mar	Abr	Ma	Jun	Jul	Ag	Set	Oct	No	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	Ma	Jun	Jul	Set	No	Dic
<b>Media aritmética</b>	5,36	7,00	7,71	4,01	4,50	4,15	5,00	5,28	4,40	5,81	4,11	2,19	2,10	5,53	6,03	5,39	5,94	3,28	3,04	6,31	2,21	2,68
<b>Mediana</b>	5,30	7,05	7,75	4,00	4,55	4,25	4,70	5,20	4,45	5,90	4,15	2,25	2,25	5,40	6,00	5,35	5,85	3,35	3,00	6,10	2,00	2,45
<b>Desviación estándar</b>	0,18	0,28	0,63	0,57	0,61	0,39	0,97	0,36	0,33	0,51	0,54	0,59	0,53	0,37	0,42	0,42	0,61	0,59	0,65	0,77	1,01	0,85
<b>Mínimo</b>	5,20	6,50	6,60	3,10	3,30	3,50	4,10	4,80	3,80	4,90	3,10	1,20	0,90	5,00	5,50	4,80	5,30	2,40	1,90	5,50	0,70	1,30
<b>Máximo</b>	5,60	7,30	8,40	4,90	5,20	4,70	6,90	5,80	4,70	6,50	4,70	2,90	2,60	6,10	6,90	6,10	7,10	3,90	3,80	7,80	3,80	3,80

## ANEXO 11

Principales medidas estadísticas del pH del agua en la bahía de Coishco, en los años 2015 y 2016

Medidas estadísticas	pH																					
	2015												2016									
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Set	Nov	Dic
<b>Media aritmética</b>	7,82	7,79	7,76	7,73	7,73	7,73	7,77	7,79	7,73	7,74	7,68	7,71	7,76	7,75	7,77	7,80	7,84	7,72	7,75	7,30	8,13	7,72
<b>Mediana</b>	7,83	7,80	7,77	7,74	7,73	7,74	7,78	7,80	7,81	7,76	7,69	7,74	7,77	7,75	7,77	7,82	7,85	7,75	7,77	7,25	8,15	7,73
<b>Desviación estándar</b>	0,02	0,04	0,04	0,04	0,02	0,03	0,04	0,02	0,18	0,05	0,09	0,04	0,03	0,05	0,03	0,07	0,05	0,07	0,05	0,14	0,12	0,06
<b>Mínimo</b>	7,77	7,73	7,70	7,63	7,71	7,68	7,70	7,74	7,40	7,61	7,54	7,62	7,71	7,66	7,70	7,67	7,78	7,56	7,63	7,10	7,92	7,62
<b>Máximo</b>	7,85	7,84	7,81	7,76	7,76	7,78	7,81	7,82	7,91	7,77	7,79	7,74	7,79	7,82	7,81	7,88	7,89	7,78	7,77	7,47	8,29	7,80

## ANEXO 12

Principales medidas estadísticas de aceites y grasa del agua en la bahía de Coishco, en los años 2015 y 2016.

Medidas estadísticas	Aceites y grasa (mg/L)																					
	2015												2016									
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agosto	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Set	Nov	Dic
Media aritmética	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	1,00	1,00	
Mediana	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	1,00	1,00	
Desviación estándar	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Mínimo	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	1,00	1,00	
Máximo	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	1,00	1,00	

### ANEXO 13

Principales medidas estadísticas de sólidos suspendidos totales del agua en la bahía de Coishco, en los años 2015 y 2016.

Medidas estadísticas	Sólidos suspendidos totales (mg/L)																					
	2015												2016									
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Set	Nov	Dic
<b>Media aritmética</b>	12,5	20,8	19,5	18,3	17,6	17,0	16,2	13,6	12,8	15,1	18,8	15,8	18,0	16,6	13,5	14,8	14,8	15,7	19,7	12,7	17,0	13,4
<b>Mediana</b>	0	8	0	8	3	0	5	3	8	3	8	8	0	3	0	8	8	5	5	1	0	4
<b>Desviación estándar</b>	12,5	20,5	19,0	16,5	17,0	17,5	16,5	13,5	13,0	15,0	18,0	15,0	17,5	17,0	13,5	14,5	15,0	15,0	18,5	12,0	17,0	13,0
<b>Mínimo</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Máximo</b>	2,51	2,59	1,85	3,20	2,13	3,30	1,98	2,07	1,13	0,99	3,52	1,89	2,27	1,19	2,07	1,64	1,46	2,66	3,49	1,60	2,34	1,79
	10,0	18,0	17,0	16,0	15,0	11,0	13,0	11,0	11,0	14,0	15,0	14,0	16,0	15,0	10,0	13,0	13,0	12,0	17,0	11,0	13,0	10,0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	17,0	26,0	23,0	24,0	21,0	22,0	18,0	17,0	14,0	17,0	26,0	19,0	23,0	18,0	17,0	17,0	18,0	19,0	28,0	15,0	22,0	17,0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

## ANEXO 14

Principales medidas estadísticas de DOB<sub>5</sub> del agua en la bahía de Coishco, en los años 2015 y 2016.

Medidas estadísticas	DOB <sub>5</sub> (mg/L)																							
	2015												2016											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Set	Nov	Dic		
<b>Media aritmética</b>	2,18	2,59	2,13	2,77	2,72	2,42	2,33	2,09	2,14	2,07	3,03	3,88	4,11	2,71	2,26	2,35	2,19	2,86	3,86	2,11	2,93	2,47		
<b>Mediana</b>	2,20	2,75	1,99	2,85	2,45	2,25	2,20	1,99	1,99	1,99	2,90	3,85	4,15	2,65	1,99	2,30	1,99	2,70	3,85	1,99	2,85	2,30		
<b>Desviación estándar</b>	0,18	0,42	0,25	0,55	0,96	0,53	0,42	0,29	0,26	0,15	0,99	0,88	1,08	0,34	0,39	0,22	0,33	0,81	1,32	0,31	0,71	0,51		
<b>Mínimo</b>	1,99	1,99	1,99	1,99	1,99	1,99	1,99	1,99	1,99	1,99	2,10	2,70	2,50	2,30	1,99	1,99	1,99	2,20	2,30	1,99	1,99	1,99		
<b>Máximo</b>	2,40	3,10	2,70	3,70	4,70	3,50	3,10	2,80	2,70	2,40	5,20	5,20	5,70	3,20	2,90	2,70	2,90	4,70	6,30	2,80	4,20	3,40		

## ANEXO 15

Principales medidas estadísticas de coliformes termotolerantes del agua en la bahía de Coishco, en los años 2015 y 2016.

Medidas estadísticas	Coliformes termotolerantes NMP/100 mL																					
	2015												2016									
	En e	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Set	Nov	Dic
<b>Media aritmética</b>	6,70	9,98	438,06	438,10	326,20	273,60	226,40	922,80	168,40	8,11	471,00	2672,00	389,60	109,70	189,60	4501,00	701,20	301,40	61496,00	238,90	340,00	11383,25
<b>Mediana</b>	3,00	6,15	28,00	28,00	240,00	240,00	135,00	230,00	130,00	7,80	40,00	1950,00	445,00	79,00	49,00	14,00	540,00	315,00	340,00	70,00	240,00	74,50
<b>Desviación estándar</b>	10,70	8,79	1157,00	1157,00	273,10	295,30	288,50	1831,00	156,40	4,26	1224,00	2952,00	190,80	104,40	305,40	1232,00	692,80	145,10	17314,2,00	468,10	248,40	31546,20
<b>Mínimo</b>	1,80	2,00	4,50	4,50	130,00	23,00	2,00	33,00	49,00	4,50	6,80	46,00	17,00	1,80	23,00	1,80	350,00	21,00	140,00	46,00	130,00	31,00
<b>Máximo</b>	33,00	23,00	3300,00	3300,00	920,00	920,00	920,00	5400,00	540,00	17,00	3500,00	9200,00	540,00	350,00	920,00	3500,00	2400,00	540,00	49000,0,00	1300,00	920,00	11000,0,00

## ANEXO 16

Principales medidas estadísticas de la temperatura (°C) del agua según estaciones del IMARPE, en los años 2015 y 2016.

Medidas estadísticas	Temperatura (°C)															
	2015								2016							
	IMARP E 1	IMARP E 2	IMARP E 3	IMARP E 4	IMARP E 5	IMARP E 6	IMARP E 7	IMARP E 8	IMARP E 1	IMARP E 2	IMARP E 3	IMARP E 4	IMARP E 5	IMARP E 6	IMARP E 7	IMARP E 8
<b>Mínimo</b>	17,0	16,9	16,8	16,8	16,8	17,0	17,0	16,2	14,9	15,0	14,7	14,9	14,8	14,9	14,5	14,3
<b>Media aritmética</b>	18,3	18,0	17,7	17,9	17,9	18,2	18,0	17,3	16,9	16,9	16,6	16,8	16,5	16,8	16,8	16,2
<b>Máximo</b>	20,0	20,0	18,8	19,2	19,3	19,5	19,3	18,5	18,3	18,5	18,5	18,6	18,3	18,2	18,5	18,2

## ANEXO 17

Principales medidas estadísticas del Oxígeno disuelto (a) del agua según estaciones del IMARPE, en los años 2015 y 2016.

Medidas estadísticas	Oxígeno disuelto (a) mg/L															
	2015								2016							
	IMARP E 1	IMARP E 2	IMARP E 3	IMARP E 4	IMARP E 5	IMARP E 6	IMARP E 7	IMARP E 8	IMARP E 1	IMARP E 2	IMARP E 3	IMARP E 4	IMARP E 5	IMARP E 6	IMARP E 7	IMARP E 8
Media aritmética	3,91	3,93	2,38	3,74	3,74	3,63	3,41	1,6	3,05	3,08	2,64	3,55	3,08	2,49	2,86	3,13
Mínimo	0,55	0,81	0,28	0,91	0,91	0,79	0,4	0,69	2,21	1,22	0,34	0,65	0,67	0,98	0,4	0,42
Máximo	8,58	7,17	5,5	6,94	6,94	5,88	5,28	2,49	5,68	5,48	4,56	5,28	5,47	3,76	4,44	5,53

## ANEXO 18

Principales medidas estadísticas del pH del agua según estaciones de IMARPE, en los años 2015 y 2016,

Medidas estadísticas	pH															
	2015								2016							
	IMARP E 1	IMARP E 2	IMARP E 3	IMARP E 4	IMARP E 5	IMARP E 6	IMARP E 7	IMARP E 8	IMARP E 1	IMARP E 2	IMARP E 3	IMARP E 4	IMARP E 5	IMARP E 6	IMARP E 7	IMARP E 8
Media aritmética	8,61	8,52	8,47	8,44	8,44	8,38	8,39	8,42	8,29	8,24	8,3	8,34	8,31	8,245	8,31	8,205
Mínimo	8,45	8,36	8,14	8,16	8,16	8,17	8,19	8,21	8,26	8,23	8,26	8,26	8,28	8,24	8,28	8,2
Máximo	8,72	8,68	8,69	8,75	8,75	8,62	8,58	8,64	8,32	8,26	8,33	8,42	8,34	8,25	8,34	8,21

## ANEXO 19

Principales medidas estadísticas de aceites y grasa del agua según estaciones de IMARPE, en los años 2015 y 2016.

Medidas estadísticas	Aceites y grasa (mg/L)													
	2015							2016						
	IMARPE 1	IMARPE 2	IMARPE 3	IMARPE 4	IMARPE 5	IMARPE 6	IMARPE 7	IMARPE 1	IMARPE 2	IMARPE 3	IMARPE 4	IMARPE 5	IMARPE 6	IMARPE 7
Media aritmética	0,45	0,66	0,56	0,50	0,50	0,76	0,45	0,30	0,41	0,40	0,80	0,60	0,60	0,81
Mínimo	0,20	0,61	0,41	0,40	0,40	0,60	0,40	0,30	0,41	0,40	0,80	0,60	0,60	0,81
Máximo	0,70	0,70	0,71	0,60	0,60	0,91	0,50	0,30	0,41	0,40	0,80	0,60	0,60	0,81

## ANEXO 20

Principales medidas estadísticas de sólidos suspendidos totales del agua según estaciones de IMARPE, en los años 2015 y 2016.

Medidas estadísticas	Sólidos suspendidos totales (mg/L)															
	2015								2016							
	IMARP E 1	IMARP E 2	IMARP E 3	IMARP E 4	IMARP E 5	IMARP E 6	IMARP E 7	IMARP E 8	IMARP E 1	IMARP E 2	IMARP E 3	IMARP E 4	IMARP E 5	IMARP E 6	IMARP E 7	IMARP E 8
Media aritmética	34,40	33,10	34,20	33,20	33,20	42,10	40,50	32,40	33,20	31,20	31,80	31,00	28,20	32,50	34,75	34,00
Mínimo	22,50	25,50	22,00	23,00	23,00	27,00	31,00	26,50	27,50	30,00	30,50	30,00	27,50	31,50	34,50	30,00
Máximo	45,50	43,00	52,00	39,50	39,50	65,50	54,00	42,00	39,00	32,50	33,00	32,00	29,00	33,50	35,00	38,00

## ANEXO 21

Principales medidas estadísticas de DOB<sub>5</sub> del agua según estaciones de IMARPE, en los años 2015 y 2016

Medidas estadísticas	DOB <sub>5</sub> (mg/L)													
	2015							2016						
	IMARPE 1	IMARPE 2	IMARPE 3	IMARPE 4	IMARPE 5	IMARPE 6	IMARPE 7	IMARPE 1	IMARPE 2	IMARPE 3	IMARPE 4	IMARPE 5	IMARPE 6	IMARPE 7
Media aritmética	2,37	1,40	2,94	2,32	2,32	2,08	2,49	2,78	3,43	4,41	5,07	3,27	3,76	3,92
Mínimo	1,63	1,00	2,78	2,29	2,29	1,55	2,12	2,78	3,43	4,41	5,07	3,27	3,76	3,92
Máximo	3,11	1,80	3,11	2,36	2,36	2,61	2,86	2,78	3,43	4,41	5,07	3,27	3,76	3,92

## ANEXO 22

Principales medidas estadísticas de coliformes termotolerantes del agua según estaciones de IMARPE, en los años 2015 y 2016,

Medidas estadísticas	Coliformes termotolerantes NMP/100 mL													
	2015							2016						
	IMARPE 1	IMARPE 2	IMARPE 3	IMARPE 4	IMARPE 5	IMARPE 6	IMARPE 7	IMARPE 1	IMARPE 2	IMARPE 3	IMARPE 4	IMARPE 5	IMARPE 6	IMARPE 7
Media aritmética	2,90	66,20	130,00	1,80	1,80	235,00	120,90	12,40	40,40	2,90	1,80	1,80	25,40	40,40
Mínimo	1,80	2,40	130,00	1,80	1,80	230,00	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80
Máximo	4,00	130,00	130,00	1,80	1,80	240,00	240,00	23,00	79,00	4,00	1,80	1,80	49,00	79,00

### ANEXO 23

#### CÁLCULO DEL ÍNDICE DE CALIFICACIÓN SANITARIA DE PLAYAS (ICSP).

Criterio	Variable	Rango de Valor	Puntaje	Calificación	Puntaje máximo por variable
<b>Control de calidad microbiológica</b>	Coliformes fecales (NMP/100 mL)	0 - 200	0,50	Buena	0,5
		201 - 1000	0,25	regular	
		> 1000	0,00	mala	
<b>Control de calidad de limpieza</b>	limpieza de playa	ausencia de residuos sólidos	0,40	Buena	0,4
		residuos sólidos hasta q a 15, en 10 m <sup>2</sup>	0,20	regular	
		residuos sólidos mayor de 15, en 10 m <sup>2</sup>	0,00	mala	
	Recipientes para depósito de residuos sólidos	Disponibles y en buen estado	0,05	Presencia	0,05
		No disponible o en mal estado	0,00	Ausencia	
<b>Control de presencia de servicios higienicos</b>	Disponibilidad de servicios higienicos	Disponibles, limpios y en funcionamiento	0,05	Presencia	0,05
		No disponibles o estan sucios o no funcionan	0,00	Ausencia	

Nota: Directiva Sanitaria N° 038-MINSA/DIGESA

## ANEXO 24

### CUADRO PARA EL CÁLCULO DEL ÍNDICE DE CALIFICACIÓN SANITARIA DE PLAYAS (ICSP)

#### Calificación sanitaria de playas.

Calificación sanitaria	Rango de valores de ICSP
Saludable	0,68 – 1,00
Regularmente saludable	0,34 – 0,67
No saludable	0,00 – 0,33

Nota: Directiva Sanitaria N° 038-MINSA/DIGESA