



FACULTAD DE INGENIERIA GEOGRAFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO

INFLUENCIA DE VERTIMIENTOS PESQUEROS EN LA VARIACIÓN
FISICOQUIMICA DE LA CALIDAD DE AGUA EN LA BAHIA DE FERROLES,
CALLAO, 2020

Línea de investigación:

Biodiversidad, Ecología y Conservación

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Geógrafo

Autor:

Ricra Rivera, Jorge Luis

Asesora:

Vega Ventosilla, Violeta

Código ORCID: 0000-0002-7763-6993

Jurado:

Guillen León, Rogelia

Reyna Mandujano, Samuel Carlos

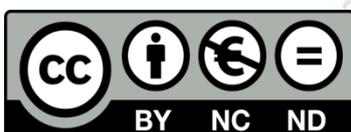
Vásquez Aranda, Ahuber Omar

Lima - Perú

2022

Referencia:

Ricra, J (2021). Influencia de vertimientos pesqueros en la variación fisicoquímica de la calidad de agua en la bahía de ferroles, callao, 2020 [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Federico Villarreal]. Repositorio Institucional UNFV. <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/6571>



Reconocimiento - No comercial - Sin obra derivada (CC BY-NC-ND)

El autor sólo permite que se pueda descargar esta obra y compartirla con otras personas, siempre que se reconozca su autoría, pero no se puede generar obras derivadas ni se puede utilizar comercialmente.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>



FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRAFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO

“INFLUENCIA DE VERTIMIENTOS PESQUEROS EN LA VARIACIÓN
FISICOQUIMICA DE LA CALIDAD DE AGUA EN LA BAHIA DE FERROLES,
CALLAO, 2020”

Línea de investigación:

Biodiversidad, Ecología y Conservación

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Geógrafo

Autor:

Ricra Rivera, Jorge Luis

Asesora:

Vega Ventosilla, Violeta

ORCID: 0000-0002-7763-6993

Jurado:

Guillen León, Rogelia

Reyna Mandujano, Samuel Carlos

Vásquez Aranda, Ahuber Omar

Lima – Perú

2022

Dedicatoria

La presente investigación va dedicada para mis
padres porque siempre han sido mi apoyo
incondicional, por inculcarme valores y por ser los
principales promotores de mis sueños.

Agradecimiento

Agradezco a Dios por darme una familia maravillosa.

A la Universidad Nacional Federico Villarreal

por permitir mi formación académica.

A mis maestros de mi casa de estudio, a todos muchas

gracias.

INDICE

RESUMEN.....	12
ABSTRACT	13
I. INTRODUCCIÓN.....	14
1.1 Descripción y formulación del problema	15
1.1.1. Descripción del problema.....	15
1.1.2. Formulación del Problema.....	16
1.2Antecedentes	16
1.2.1. Antecedentes internacionales.....	16
1.2.2. Antecedentes Nacionales	19
1.3 Objetivos	23
1.3.1. Objetivo general	23
1.3.2. Objetivos específicos	23
1.4 Justificación	23
1.4.1. Justificación teórica	23
1.4.2. Justificación Metodológica.....	24
1.4.3. Justificación económica	24
1.4.4. Justificación social	24
1.5 Hipótesis.....	24
1.5.1. Hipótesis general	24
1.5.2. Hipótesis específicas.....	25
II.MARCO TEÓRICO	26
2.1Marco teórica	26
2.1.1. Industria Pesquera en la Bahía Ferroles, Callao	26
2.1.2. Proceso de Producción de Harina y Aceite de Pescado	26
2.1.3. Efluentes resultantes de la Producción de Harina y Aceite de Pescado.....	29
2.1.4. Tipos de Efluentes de Proceso.....	29
2.1.5. Parámetros que Caracterizan los Efluentes	32
2.1.6. Impactos Ambientales producidos por los Efluentes de Industria Pesquera	
35	
2.1.7. Bahía Ferroles - Callao.....	37
2.1.8. Tratamiento de Aguas Residuales Industriales del Sector Pesquero	40
2.1.9. Tratamiento de los EIP según PRODUCE – 2016	47

2.2 Marco conceptual.....	50
2.2.1. Efluentes Pesqueros	50
2.2.2. Calidad de Agua	50
2.2.3. Cuerpo Receptor	51
2.2.4. Monitoreo de la Calidad de Agua.....	51
2.2.5. Vertimiento.....	51
2.2.6. Bahía.....	51
2.2.7. Agua	51
2.2.8. Contaminación del medio Acuático.....	52
2.2.9. Estándar de Calidad Ambiental	52
2.2.10. Fuente de Contaminación.....	52
2.2.11. Monitoreo de la Calidad de Agua.....	52
2.2.12. Parámetros de Calidad	52
2.3 Marco Legal Ambiental.....	52
III. MÉTODO.....	64
3.1 Diseño de investigación.....	64
3.2 Ámbito temporal y espacial.....	65
3.2.1. Ámbito temporal	65
3.2.2. Ámbito espacial	65
3.3 Variables	65
3.3.1. Variable Independiente	65
3.3.2. Variable Dependiente	65
3.4 Población y muestra.....	68
3.4.1. Población.....	68
3.4.2. Muestra	68
3.5 Técnicas e Instrumentos para la Recolección de Datos.....	68
3.5.1. Técnicas.....	68
3.5.2. Instrumentos.....	68
3.5.3. Fuentes	69
3.6 Procedimientos	69
3.6.1. Etapa preliminar.....	69
3.6.2. Etapa de campo	70
3.6.3. Etapa de laboratorio.....	71
3.6.4. Etapa final.....	71

3.7 Análisis de datos	71
IV.RESULTADOS	73
4.1 Resultados de monitoreo a nivel de superficie	73
4.1.1. Temperatura.....	75
4.1.2. Potencial de Hidrógenos (pH)	75
4.1.3. Salinidad	76
4.1.4. Oxígeno Disuelto	77
4.1.5. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	78
4.1.6. Nitritos	79
4.1.7. Nitratos.....	80
4.1.8. Fosfatos	81
4.1.9. Aceites y Grasa.....	82
4.1.10.Solidos Suspendidos Totales (SST).....	83
4.2 Resultados de monitoreo a nivel de Fondo	85
4.2.1. Temperatura.....	87
4.2.2. Potencial de Hidrógenos (pH)	87
4.2.3. Salinidad (S‰)	88
4.2.4. Oxígeno Disuelto (OD).....	89
4.2.5. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	90
4.2.6. Nitritos	91
4.2.7. Nitratos.....	92
4.2.8. Fosfatos	93
4.2.9. Aceites y Grasa.....	94
4.2.10. Solidos Suspendidos Totales (SST).....	95
4.3 Análisis Estadístico	97
4.3.1. Caracterizando la muestra en su análisis inicial.....	97
4.3.2. Análisis Estadístico Descriptivo Comparativo	100
4.3.3. Análisis Estadístico Inferencial.....	120
V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	132
VI. CONCLUSIONES	135
VII. RECOMENDACIONES.....	137
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	139
IX. ANEXOS	144
9.1 Ubicación geográfica del área de estudio.....	144

9.2 Panel fotográfico	146
9.3 Matriz de Consistencia	151

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.....	30
Tabla 2.....	31
Tabla 3.....	32
Tabla 4.....	46
Tabla 5.....	66
Tabla 6.....	70
Tabla 7.....	73
Tabla 8.....	85
Tabla 9.....	98
Tabla 10.....	99
Tabla 11.....	100
Tabla 12.....	101
Tabla 13.....	102
Tabla 14.....	103
Tabla 15.....	104
Tabla 16.....	104
Tabla 17.....	106
Tabla 18.....	107
Tabla 19.....	108
Tabla 20.....	109
Tabla 21.....	110
Tabla 22.....	111
Tabla 23.....	112
Tabla 24.....	113
Tabla 25.....	114

Tabla 26.....	115
Tabla 27.....	116
Tabla 28.....	117
Tabla 29.....	118
Tabla 30.....	119
Tabla 31.....	130

INDICE DE FIGURAS

Figura 1	75
Figura 2	76
Figura 3	77
Figura 4	78
Figura 5	79
Figura 6	80
Figura 7	81
Figura 8	82
Figura 9	83
Figura 10	84
Figura 11	87
Figura 12	88
Figura 13	89
Figura 14	90
Figura 15	91
Figura 16	92
Figura 17	92
Figura 18	94
Figura 19	95
Figura 20	96
Figura 21	100
Figura 22	101
Figura 23	102
Figura 24	103

Figura 25.	104
Figura 26.	105
Figura 27.	106
Figura 28.	107
Figura 29.	108
Figura 30.	109
Figura 31.	110
Figura 32.	111
Figura 33.	112
Figura 34.	113
Figura 35.	114
Figura 36.	115
Figura 37.	116
Figura 38.	117
Figura 39.	118
Figura 40.	119
Figura 41.	120
Figura 42.	121
Figura 43.	122
Figura 44.	123
Figura 45.	123
Figura 46.	124
Figura 47.	126
Figura 48.	127
Figura 49.	128

Figura 50...... 129

RESUMEN

La presente tesis tuvo como objetivo evaluar la influencia de los vertimientos pesqueros en la variación Físicoquímica en la calidad de agua de la Bahía Ferroles en el Callao. La investigación fue definida con enfoque cuantitativo, de tipo cuantitativa - aplicada de nivel descriptivo correlacional y el diseño como no experimental- longitudinal. Los resultados finales obtenidos en época de producción pesquera muestran que los parámetros de DBO alcanzaron valores de 73.5 mg/l en superficie y 301.6 mg/l en fondo, Aceites y Grasa tuvieron concentraciones de 8.2 mg/l en superficie y 7.6 mg/l en fondo, Solidos Suspendidos Totales alcanzaron valores de 62.1 mg/l en superficie y 52.1 mg/l en fondo; y Oxígeno Disuelto con 2.1 mg/l en superficie y 1.3 mg/l en fondo, de lo cual, se concluye que la variación de los parámetros físicoquímicos se da principalmente durante la época de producción pesquera, estando sus valores fuera de los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría IV. De las conclusiones antes mencionadas, y con la finalidad de evitar una mayor concentración de los materiales orgánicos, en función al área de influencia de la Bahía de Ferroles, se recomienda a las industrias pesqueras, la utilización de emisores submarinos con una mayor longitud de evacuación, con la finalidad de facilitar una mejor dilución de la materia orgánica, de manera que se aproveche las corrientes externas fuera del área de influencia de la Bahía.

Palabra clave: *Vertimientos pesqueros, parámetros físicos químicos, calidad de agua.*

ABSTRACT

This thesis aimed evaluate the influence of fishing discharges on the Physicochemical variation in the water quality of Ferroles Bay in Callao. The research was defined with a quantitative approach, of a quantitative type - applied at a descriptive correlational level and the design as non-experimental-longitudinal. The final results obtained in the fishing production season revealed that DBO parameters reached values of 73.5 mg /l on surface and 301.6 mg /l on bottom, Oils and Grease had concentrations of 8.2 mg /l on the surface and 7.6 mg /l on the bottom, Total Suspended Solids reached values of 62.1 mg /l on surface and 52.1 mg /l on the bottom, and Dissolved Oxygen with 2.1 mg /l on the surface and 1.3 mg /l on the bottom, from which it is concluded that the variation of the physicochemical parameters occurs mainly during the time of fishing production, values being outside the Environmental Quality Standards for Category IV. From the aforementioned conclusions, and with the purpose to avoid a higher concentration of organic materials, depending on the area of influence of the Ferroles Bay, it is recommended to the fishing industries the use of submarine emitters with a longer evacuation length, in order to facilitate better dilution of organic matter, so that currents are used outside the area of influence of the bay.

Key words: Fishing discharges, physical chemical parameters, water quality.

I. INTRODUCCIÓN

Conocedores de los actuales problemas ambientales que vienen aconteciendo a nivel mundial y conscientes de los efectos que pueden tener en contra de los diversos ecosistemas de la tierra, creemos necesario dar a conocer las alteraciones que puede sufrir un determinado ecosistema, desestabilizando su equilibrio natural.

Las Bahías en general, como unidades geomorfológicas naturales, albergan una diversidad de recursos hidrobiológicos, los cuales se encuentran amenazados por los diversos agentes polucionantes evacuados desde tierra como consecuencia de las actividades realizadas por el hombre, en ese sentido, en la Conferencia Mundial de los Océanos, se hizo un llamado para la protección de los mismos mediante la toma de acciones, suscitados por los problemas de contaminación, sumado la sobrepesca que continuamente viene en incremento, perjudicando la biodiversidad marina (Organización de las Naciones Unidas [ONU], 2017).

En el Perú, una de las actividades industriales involucradas en la contaminación de la Bahía de Ferrol en el Callao, son las Plantas de Harina y Aceite de Pescado, identificadas como importantes fuentes generadoras de polución orgánica, en segundo lugar, figuran los efluentes de la Industria de Alimentos y en tercer lugar los vertimientos procedentes de los efluentes domésticos, muchos de ellos descargados también a las cuencas de los ríos Rímac y Chillón que confluyen con el océano pacífico (Asociación de Empresas Industriales Productoras de Harina y Aceite de Pescado del Callao [APROCALLAO], 2006).

En el Perú, los casos identificados en un franco proceso de eutrofización costera se están manifestando en las Bahías del Chancay, Pisco y Chimbote donde se registran altas concentraciones de nutrientes, bajos niveles de oxígeno disuelto y elevados valores de DBO,

trayendo como consecuencia sistemas acuáticos anóxicos carentes de vida y donde predominan los organismos anaeróbicos.

En el presente trabajo de investigación se realiza una evaluación de las condiciones ambientales marinas en que se encuentra la Bahía de Ferroles, utilizando como indicadores algunos parámetros físico-químicos, los cuales nos permitieron obtener resultados de su actual estado.

1.1 Descripción y formulación del problema

1.1.1. Descripción del problema

Las aguas de océano representan alrededor del 97% del agua existente en el mundo, y este se ve afectado por diferentes factores, entre ellos se tiene al sector pesquero, que viene generando una problemática ambiental y una alerta de seguridad para la salud poblacional y de ecosistemas, que producen un deterioro del mar.

La industria Pesqueras principalmente las que desarrollan productividad de harina y aceite de pescado, generan impactos severos e irreversibles sobre la calidad de agua de mar, que es el cuerpo receptor donde vierten sus efluentes y en algunos casos sin previo tratamiento o solo parcialmente, perjudicando así a los ecosistemas marinos.

Es así que ante la problemática que se viene presentando por estas industrias, surge la necesidad de ejecutar los monitoreos de calidad de agua de los cuerpos marinos receptores, con la finalidad de conocer el estado actual en el que se encuentran. Para dichos monitoreos se consideran parámetros e indicadores cuyo análisis de concentración nos permitirá definir el grado de contaminación, los cuales son los denominados ECAs (Estándares de Calidad Ambiental) que fijan los valores críticos para Temperatura, pH, Oxígeno Disuelto (OD), Sólidos Suspendidos Totales (SST), Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5), Nitratos, Fosfatos y Sulfuros, que permiten un estudio de la calidad del agua y definir el nivel de

contaminación del mar.

En la actualidad la producción de harina y aceite de pescado representa una de las actividades más importantes en nuestro país, después de la minera y la agroindustrial.

La Bahía Ferroles ubicada en el Callao, se ve afectada por las empresas pesqueras que operan alrededor de la zona, ocasionando así un riesgo para la población y para la flora y fauna marina, puesto que sus efluentes son vertidos al mar.

Cabe resaltar que las industrias pesqueras no desarrollan sus actividades todo el año. Ya que dependen de las épocas de veda según sea la disposición del Ministerio de Producción, por lo que se puede deducir que los cuerpos receptores marinos se ven más afectados en periodos de producción que en periodo de veda.

1.1.2. *Formulación del Problema*

- Problema general

¿De qué manera influyen los vertimientos pesqueros en la variación fisicoquímica de la calidad de agua en la Bahía Ferroles, Callao, 2020?

- Problemas específicos

- a) ¿Cómo es la variación fisicoquímica de la calidad de agua durante la época de producción industrial pesquera en la Bahía Ferroles, Callao, 2020?
- b) ¿Cómo es la variación fisicoquímica de la calidad de agua durante la época de veda, pasada la etapa de producción pesquera en la Bahía Ferroles, Callao, 2020?

1.2 Antecedentes

1.2.1. *Antecedentes internacionales*

Ambrosio (2017), en su investigación sobre: “*Procesamiento pesquero, disposición de residuos e impacto ambiental*” cuyo objetivo general es: Evaluar la gestión de los residuos y efluentes, y el impacto ambiental que se genera por la actividad de procesamiento pesquero.

Dentro de la metodología La información obtenida por empresas, municipios y la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación se relevó, realizando la caracterización de los efluentes mediante determinaciones analíticas y cuantificación de los vertidos con información bibliográfica. Se concluye que los impactos significativos se generan por la falta de tratamiento eficiente de los efluentes líquidos y por la construcción de plantas de harina de pescado no integral.

Romero (2013), en su artículo científico sobre *“Aporte contaminante del procesamiento de recursos pesqueros en Cuba y su impacto al medio”*, plantea como objetivo: Estimar el aporte contaminante en términos de carga a los distintos ambientes receptores, considerando el volumen de materia orgánica. En el desarrollo de este estudio se realizó una valoración del desarrollo pesquero en Cuba, con los datos estadísticos de las capturas brutas, así como de las empresas pesqueras procesadoras de mariscos y pescados, se determina las características físico químicas de los residuales líquidos que se generan en el proceso productivo, considerando para dicha caracterización los siguientes parámetros: temperatura (T), pH, oxígeno disuelto (OD), demanda bioquímica de oxígeno (DBO), demanda química de oxígeno (DQO), fósforo total (Pt), nitrógeno total Kjeldahl (NTK) y nitrógeno amoniacal (N-NH₄⁺), siendo estos valorados en un periodo de 12 años en un período comprendido entre 1955 y 1999. Concluyéndose que los efluentes y residuos generados a partir del procesamiento de especies del sector pesquero, generan contaminantes que en términos de materia prima procesada alcanzan valores de 342 t de DBO en un solo; 676 t de DQO; 16,1 t de NTK; 6,2 t de Pt y 2,2 t de N-NH₄⁺, demostrando que el vertimiento de contaminantes a las aguas marinas genera impactos peligrosos y potenciales que pueden afectar a los ecosistemas receptores.

García et al. (2011) en su artículo sobre *“Impacto del agua de cola de la industria*

pesquera: tratamientos y usos”, cuyo objetivo es estudiar los componentes presentes en el agua de cola, con la finalidad de saber cómo recuperar los sólidos contenidos en el agua de cola y cómo influyen para una mayor producción de harina de pescado. En este estudio se da a conocer como los efluentes de agua de cola descargados al mar sin contar con un tratamiento previo generan una problemática de contaminación, también se muestra algunos tratamientos para recuperar los sólidos generados por la industria pesquera que están en los efluentes. Concluyéndose que el agua de cola es el principal efluente que altera los ecosistemas marinos, por tal motivo se han establecido normas para regular las concentraciones de carga orgánica de estos efluentes. En el agua de cola existen diversas sustancias que pueden reutilizarse como las proteínas, que pueden reincorporarse a la harina de pescado, también se encuentran péptidos, aminoácidos, vitaminas y polímeros como el colágeno, entre otras sustancias que pudieran ser de gran importancia.

Clemente (2015), en un estudio que realizó sobre: *“Impactos Ambientales producidos por la elaboración de Harina de Pescado en la comuna Jambelí – provincia de Santa Elena 2014”*, planteó como uno de sus objetivos específicos: Identificar los efectos ambientales físicos, biológicos que se producen como consecuencia de la actividad de la empresa harinera en la comuna Jambelí. Para lo cual dentro de la metodología se caracterizó ambientalmente los componentes abiótico y biótico, del área de influencia directa (150 m) de la harinera PINDHAGON (predios vecinos, cuerpos de agua, flora y fauna), y el área de influencia indirecta (500 m) donde se producen los impactos ambientales secundarios provocados por esta industria. Mediante el uso de la matriz causa-efecto (Leopold), se determinaron los impactos en función a su nivel de importancia y magnitud. Así mismo se consideraron los impactos ambientales presentes en la normativa ambiental, dispuestas por el Ministerio del Ambiente del Ecuador. Concluyéndose que el impacto más significativo se dio a nivel abiótico: en el aire por

contaminación sonora y en la calidad de agua su alteración durante el proceso de producción de la harina de pescado, produciendo así daños irreversibles.

1.2.2. Antecedentes Nacionales

Castro (2020), en un estudio que realizó sobre: “*Variación de los parámetros Fisicoquímicos por Vertimientos Pesqueros en la Bahía de Chancay, 2019*”, planteó como objetivo general Evaluar el estado actual de los parámetros fisicoquímicos de las aguas que presenta la Bahía de Chancay, a causa de los vertimientos pesqueros, 2019. Esta investigación se desarrolló, considerando dos épocas de producción Octubre del 2018, Junio del 2019 y veda en Marzo del 2019, se determinó también las concentraciones de los parámetros fisicoquímicos los cuales se compararon con los Estándares de Calidad Ambiental D.S. N° 004-2017-MINAM, llegando a obtener así que los parámetros que fueron analizados en campo: T°, Salinidad, pH y Oxígeno disuelto no sobrepasan los valores establecidos por los Estándares de Calidad en ninguna de las épocas planteadas por el Autor, sin embargo los parámetros que fueron analizados en el laboratorio: Materia orgánica, Sulfuro de hidrogeno, DBO, Aceites y grasas, SST, Nitritos, Nitratos y Fósforos; sí superan los Estándares de Calidad Ambiental. Llegando así a la conclusión que las Aguas Residuales e Industriales que son vertidas a la Bahía producen un gran impacto perjudicando a los ecosistemas Marinos.

Pérez (2019), en la investigación que realizó sobre: “*Evaluación de parámetros fisico-Químicos de los efluentes industriales de la empresas pesqueras de consumo humano indirecto, Bahía De Chancay (2011-2017)*”, planteó como objetivo general Realizar la evaluación de las concentraciones de los parámetros fisicoquímicos (SST, DBO5, AyG y pH) en los efluentes industriales pesqueros de los 5 EIP ubicados en la Bahía de Chancay durante el periodo 2011-2017, para verificar el cumplimiento de los LMP; dentro de la metodología empleada en esta investigación se llevó a cabo un monitoreo constante para analizar los efluentes descargados

por los 5 EIP en un laboratorio acreditado. En los resultados se obtuvo para cada parámetro analizado con respecto al cumplimiento de los LMP que: el valor de “pH” es de 96.93 %, cumpliendo con los rangos establecidos en el LMP, para el parámetro de “AyG” es de 92.84% y para el parámetro “SST” es de 85.03% de cumplimiento del LMP, sin embargo, para DBO5 se evidencia en los resultados que no cumple con el valor referencial de LMP (Ecuador). Finalmente se llegó a la conclusión que los parámetros no sobrepasan los LMP a excepción del DBO5, siendo estos los resultados a partir de la aprobación de la normativa (D.S. N°010-2008-PRODUCE), esto indica que las empresas asumieron compromisos para el tratamiento de los efluentes antes de sus descargas y tomando medidas como la implementación de equipos y maquinas ecológicas.

Coronado (2018), en su estudio sobre “Análisis Temporal de Parámetros Físico-químicos de Calidad de Efluentes en Establecimientos Industriales Pesqueros - Bahía del Callao (periodo 2012-2016)”, planteó como objetivo principal Realizar un análisis temporal de los parámetros físico-químicos de calidad de los efluentes de proceso de los establecimientos industriales pesqueros (EIP) de la Bahía del Callao, periodo 2012- 2016. En esta investigación los establecimientos Industriales Pesqueros EIP para el cumplimiento de la normativa sectorial envían reportes de monitoreo de sus efluentes al Ministerio de la Producción; la información, ha sido procesada y analizada considerando por confidencialidad de datos denominarlos para el presente proyecto como: María, Pedro, Jaerock y Jesús. Tal es así que se determina el nivel de cumplimiento de la tercera columna de los LMP aprobados en el Decreto Supremo N° 010-2008-PRODUCE (SST, AyG y pH) y de los LMP que se toman como referencia de Ecuador para el parámetro DBO. Concluyéndose que para el pH todos los Establecimientos Industriales Pesqueros cumplen con los LMP en todos los años de estudio; para AyG se observó que el EIP Jesús cumple en un 100% con los LMP establecidos para todos los años de estudio, seguido

por el EIP Jaerock con un 79.2 % y el EIP Pedro con un 77.3 %; para SST, se determinó que el EIP Jesús cumple con los LMP establecidos al 100 %, seguido por el EIP Jaerock con un 79.2 % y el EIP María con un 18.2 % de cumplimiento; para el DBO, de manera general ninguno de los EIP cumplió con los LMP establecido en la normativa referencial de Ecuador. Así mismo se determinó que el EIP María, no cumple con los LMP establecidos.

Sin embargo de los 4 Establecimientos Industriales Pesqueros establecidos, sólo el “EIP Jesús” es el que ha presentado mayor grado de cumplimiento respecto a los LMP sectoriales, de la misma forma se tiene que EIP, poseen tendencia a la mejora de calidad de efluentes, por lo tanto al cumplimiento de los LMP sectoriales como resultado de la implementación de los Planes de Manejo Ambiental (instalación de sistemas de tratamiento físico-químico de efluentes y mejoras en los procesos) exigidos mediante el D.S. N° 010-2008-PRODUCE.

Gianoli (2018) en su estudio sobre “Estudio microbiológico y físico químico de la calidad del agua en seis puntos de la Bahía de Sechura – Piura” planteó como objetivo determinar la contaminación existente de la bahía de Sechura en seis puntos diferentes: Las Delicias, Parachique, Puerto Rico, San Pedro, Chulliyachi y el Dren de Sechura. Dentro de la metodología empleada se realizó un análisis bacteriológico del agua, empleando el método cuantitativo de Número Más Probable (NMP), en el cual se obtiene la concentración de bacterias coliformes totales y fecales. En todos los puntos donde se realizaron los estudios cuentan con niveles no aceptables según el decreto supremo N° 004-2017-MINAM para la fecha de estudio. Así mismo se tiene que la estación de estudio Puerto Rico superó los límites establecidos por la normativa en diferentes meses del año, tal es así que es la estación que presenta gran cantidad de carga bacteriana en esta investigación; mientras que el punto de estudio las Delicias fue el que presentó la menor carga bacteriana. Por otro lado, se obtuvo que los factores fisicoquímicos que se encuentran en el ambiente no son significativos ante la

presencia de coliformes. Concluyéndose que las condiciones en las que se encuentra el agua de la bahía es totalmente peligrosa para la salud de las personas y el medio ambiente.

Varas (2016), en su estudio sobre: “Impacto de la Emisión de Efluentes Líquidos de la Industria Pesquera en el mar de Puerto Malabrigo, distrito de Rázuri, Ascope – 2015”, planteó como objetivo general Determinar el impacto de los efluentes líquidos de la industria pesquera en el mar de puerto Malabrigo distrito de Rázuri; provincia de Ascope; región de La Libertad y compararlo durante períodos de veda y sin veda, mediante la evaluación del OD, DBO, SST, Aceites y Grasas, Nitratos, Fosfatos, Temperatura, pH y sulfuros, en el desarrollo de esta investigación se elaboró una propuesta de mitigación de impacto ambiental, y dentro de la metodología de este estudio se realizó la recolección de información del gobierno regional: archivos y documentos y del ministerio de la producción y se procesaron con el uso de estadísticas y se plasmaron en cuadros y figuras con ayuda de software; en los periodos de producción (junio y julio) y período de veda (octubre y noviembre) se muestreo 800 mL de agua de efluente y 800 mL de agua de mar y se procedió a analizar los parámetros establecidos; obteniéndose que los efluentes líquidos provocan un gran impacto negativo en el mar de puerto Malabrigo, ya que los valores que se encontraron de los parámetros analizados para el período de producción superan los ECA para la Categoría 4 “Conservación del medio ambiente acuático, comparados con los de periodo de veda, puesto que se obtuvo que el valor de OD fue de 0.82 mg/L y para DBO de 45.83mg/L, superando estos valores los ECA.

Verde et al. (2010), en el artículo científico que realizaron sobre “Impacto de los Efluentes de la Industria Pesquera en la Calidad de las Aguas costeras de Supe Puerto Barranca- Perú 2010”, plantearon como objetivo evaluar el impacto de los efluentes de la industria pesquera en la calidad de las aguas costeras de Supe Puerto-Barranca Perú durante el

periodo 2010. Dentro de la metodología evaluaron la contaminación de las aguas costeras de Supe Puerto mediante análisis en las variaciones de temperatura, pH, oxígeno disuelto y DBO, es así que ubicaron 6 estaciones para monitoreo en el agua de mar, ubicadas paralelamente a la orilla donde se encuentran las fábricas, se muestreó el agua de mar en 4 fechas diferentes, 2 en tiempo de veda establecido por el Ministerio de la Producción, y 2 en tiempos de procesamiento industrial. Concluyéndose que los vertimientos producidos por la industria de harina de pescado, es considerada la fuente que produce mayor impacto nocivo para el ecosistema marino de la bahía de Supe Puerto, esto se obtiene y sustenta por la disminución en los valores de oxígeno disuelto, el aumento en las concentraciones de DBO que superan la normativa.

1.3 Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Evaluar la influencia de los vertimientos pesqueros en la variación Físicoquímica de la calidad de agua de la Bahía Ferroles, Callao, 2020.

1.3.2. Objetivos específicos

- a) Determinar los niveles de los parámetros físicoquímicos de la calidad de agua a nivel de superficie durante la época de producción pesquera y veda en la Bahía Ferroles, Callao, 2020.
- b) Determinar los niveles de los parámetros físicoquímicos a nivel de fondo de la calidad de agua durante la época de producción pesquera y veda, pasada la etapa de producción pesquera en la Bahía Ferroles, Callao, 2020.

1.4 Justificación

1.4.1. Justificación teórica

Con la presente investigación buscamos dar a conocer cuál es la calidad del agua de la Bahía Ferroles y cómo influye los vertimientos de la Industria pesquera en la variación físicoquímica de esta, utilizando Métodos estandarizados para la Recolección y obtención de

datos y resultados.

1.4.2. *Justificación Metodológica*

La presente investigación busca lograr la validez y la confiabilidad de la investigación, basada en la variable planteada; mediante determinadas pruebas realizadas tanto para la recolección de datos como para el procesamiento de la muestra.

1.4.3. *Justificación económica*

La investigación se justifica económicamente porque se va a analizar las concentraciones de los parámetros fisicoquímicas que presentan las aguas de mar de la Bahía Ferroles para ver la calidad de éstas, con la finalidad de conocer si los vertimientos de industrias pesqueras influyen en esta, y de esta forma proponer alternativas de prevención. Los costos o gastos, no superan los beneficios que va a significar, no se irrogará gastos que no sean inalcanzables, por ello las estrategias están encaminadas a la solución, tomando la relación costo beneficio positivo.

1.4.4. *Justificación social*

Se justifica la investigación, porque es importante saber cómo influyen los vertimientos pesqueros en la variación fisicoquímica de la calidad de agua en la Bahía Ferroles, para poder saber a qué están expuestos los pobladores de esta zona y los ecosistemas marinos; ya que sabemos que las elevadas concentraciones de los parámetros fisicoquímicos generan daños irreversibles a la salud humana e impactos en especies marinas.

1.5 Hipótesis

1.5.1. *Hipótesis general*

En la medida que los vertimientos excedan los Límites Máximos Permisibles se podrá evidenciar una variación de los parámetros físico químicos de la calidad del agua en las aguas de la Bahía de Ferroles, Callao 2020.

1.5.2. Hipótesis específicas

- a) Los parámetros fisicoquímicos presentan un alto grado de variación en la calidad del agua a nivel de superficie durante la época de producción pesquera y bajo grado en época de veda en la Bahía Ferroles, Callao, 2020.
- b) Los parámetros fisicoquímicos presentan un alto grado de variación en la calidad del agua a nivel de fondo durante la época de producción pesquera y bajo grado en época de veda en la Bahía Ferroles, Callao, 2020.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Marco teórico

2.1.1. *Industria Pesquera en la Bahía Ferroles, Callao*

En la Bahía del Callao se vienen desarrollando Industrias pesqueras tanto para consumo humano directo (producción de conservas, congelado) o indirecto (producción de harina y aceite de pescado), siendo hoy en día estas empresas importantes en la Economía Nacional.

2.1.2. *Proceso de Producción de Harina y Aceite de Pescado*

En la producción de harina y aceite de pescado se describen el proceso de producción a continuación:

a) **Recepción y Almacenamiento de Materia Prima.** De las embarcaciones Industriales se traslada la Materia Prima hasta planta a través de un sistema de bombeo (el cual debe producir el mínimo daño al pescado y a la vez utilizar la menor cantidad de agua en tiempos mínimos) el cual se encuentra acoplado a una tubería. Una vez llegada la Materia Prima a planta se procede a realizar la descarga empleando un transportador elevador de mallas, y antes de ser llevadas a las pozas de almacenamiento, se pesa tolvas electrónicas. Por otro lado, en planta los desagüadores (estático y vibratorio) reciben la solución de agua y pescado, y se encargan de que el agua de bombeo sea eliminada, esta solución presenta una gran cantidad de sólidos y grasa de pescado, la cual es posteriormente vertida al mar sin previo tratamiento generando así problemas de contaminación.

La materia prima almacenada en pozas cuenta con drenajes para la sanguaza, la cual es recolectada en otra poza para realizar luego su tratamiento. El pescado es extraído de las pozas, mediante helicoidales que alimentan a un elevador, el cual abastece al cocinador. (Coronado, 2018).

b) **Cocinado.** Proceso mediante el cual se da un tratamiento térmico al pescado, empleando vapor indirecto a una temperatura de 95-100°C de cocción, con un tiempo de

residencia de 11 – 15 minutos aproximadamente el cual depende de la condición de la materia prima.

La masa se conduce mediante el uso de un eje central con alabes espaciados, el cual en el interior se produce el suficiente vapor para la cocción.

La etapa de cocción tiene como función: coagular la proteína, liberar lípidos y detener la propagación de bacterias. Gracias a la acción térmica se produce la ruptura de las células adiposas y así se facilita la etapa de prensado, logrando eliminar una gran cantidad de grasa y agua. (Pérez, 2019).

c) **Desaguado.** Etapa en la cual se da la separación de la parte sólida de la acuosa, y también donde se retira el líquido de la masa cocida, gracias a los tamices del desaguador. Esta es importante ya que tiene como finalidad facilitar el presado. (Coronado, 2018).

d) **Prensado.** Aquí se tiene como objetivo extraer de la materia prima aceite y agua, comprimiéndola hasta alcanzar 50% de humedad o menos, así mismo se obtiene: una fracción sólida llamada torta de prensa, la cual presenta una cantidad mínima de agua y grasa, y el licor de prensa, que presenta un porcentaje elevado de sólidos insolubles, solubles y aceite. (Coronado, 2018).

e) **Separado y Centrifugado.** El licor de prensa obtenido se centrifuga en decanters, con la finalidad de recuperar los sólidos insolubles en suspensión (torta separadora), el cual se procede a añadir a la torta de prensa del proceso.

El licor de separadora (parte acuosa de esta etapa) presenta gran porcentaje de sólidos en solución, aceite y agua. Por estas características se somete a un calentamiento de 95°C, para centrifugarlos posteriormente y así separar Líquido-líquido, con la finalidad de conseguir un aceite crudo. (Pérez, 2019).

f) **Evaporación de Agua de Cola.** En esta etapa se produce la recuperación de sólidos solubles presentes en el agua de cola, a través de evaporadores, con una concentración

que varía entre 7 % hasta 30-35% de sólidos, los cuales son posteriormente agregados a la torta de prensa (Coronado, 2018)

g) Secado. Es el tratamiento más severo de todo el proceso, en el cual el agua de cola concentrada, la torta de prensa y la torta de separadora se envían a los secadores, es la etapa más importante ya que aquí se determina la calidad de la harina, y se contribuye a la eficiencia del consumo de energía de la planta (Coronado, 2018)

En esta etapa, se produce la reducción de humedad del “queque” de prensa desde 48% a 10%, la etapa de secado tiene como finalidad eliminar el agua del cake de prensa hasta el valor de humedad estimado.

El secado se lleva a cabo utilizando diversos secadores indirectos, uno a continuación del otro y pueden ser: indirectos ROTADISK o ROTATUBOS y Secador con AIRE CALIENTE en circuito cerrado. (Pérez, 2019)

h) Molienda. Después de enfriarse la harina obtenida en la etapa de secado, la harina pasa a un molino de martillos locos donde se hace la reducción en el tamaño de las partículas de harina para así alcanzar una granulometría adecuada en el mercado, posteriormente se envía neumáticamente a la zona de ensaque. En este transcurso se agrega antioxidante, para evitar la oxidación. (Coronado, 2018)

i) Adición de Antioxidantes. Los antioxidantes se emplean como prevención ante la oxidación de la harina (contenido graso). El antioxidante que se emplea es la Etoxiquina en un rango 500 a 600 ppm por tonelada de harina producida. (Pérez, 2019)

j) Pesado y Envasado. Etapa en la cual se realiza el pesaje mediante el uso de balanzas automáticas, y se envasa la harina en sacos de polipropileno negro de 50 Kg. (Pérez, 2019)

k) Almacenado. El producto debe almacenarse en lugares limpios y cubiertos, y estos sacos se guardan y ordenan en rumas de 1000, que se codifican con fecha de producción,

calidad y número de ruma. (Pérez, 2019)

2.1.3. Efluentes resultantes de la Producción de Harina y Aceite de Pescado

Los efluentes producidos en la industria de harina y aceite de pescado, son generalmente vertidos a cuerpos receptores marinos, pudiendo provocar impactos irreversibles en la calidad del cuerpo receptor si no son previamente tratados, ocasionando daños a la salud humana y a los ecosistemas acuáticos. (Pérez, 2019)

2.1.4. Tipos de Efluentes de Proceso

Los efluentes pesqueros después de ser tratados y antes de ser vertidos al mar aun presentan niveles considerables de AyG, SST y DBO5, de esta manera contribuyen a la degradación ambiental de ecosistemas aledaños (Ministerio de la Producción [PRODUCE], 2008).

A continuación, se describen los diferentes efluentes que se producen en las diferentes etapas del proceso productivo de harina y aceite de pescado:

a) **Agua de Bombeo.** El agua de bombeo se produce del trasvase de la anchoveta, que se encuentra en la embarcación puesta en la chata y la cual pasa a ser bombeada mediante una tubería hasta la planta de proceso, esta agua posee materia orgánica suspendida y diluida, agua de mar, sangre, aceites y grasas. (PRODUCE, 2009)

El agua de mar que se utilizara para realizar el bombeo de la materia prima representa una relación entre materia prima y agua de mar de 1.5 a 2.5 respectivamente, esto está en función al sistema de bombeo que emplee cada industria (Coronado, 2018)

La industria de Harina de pescado emplea bombas hidráulicas que necesitan una proporción de materia prima y agua de mar de 2 a 1 respectivamente, produciendo así el mayor cuidado de la materia prima. (Castro, 2004)

Hoy en día para el trasvase de la materia prima de la chata hacia la planta, se emplean

bombas al vacío, las cuales necesitan una proporción de agua y pescado de 1/1, ocasionando así el mínimo impacto sobre la calidad del recurso hidrobiológico y necesitando la menor cantidad de agua de bombeo, lo que implica un eficiente tratamiento del efluente previo a su vertimiento en el cuerpo receptor en este caso el mar.

Las características físico químicas que presenta el agua de bombeo están en función al tiempo de captura, la calidad de materia prima, la estacionalidad de la pesca y de la bomba que se utilizara para el trasvase. (Consejo Nacional del Ambiente [CONAM], 1998).

En la Tabla 1 se observa las características físicas químicas del agua de bombeo según diferentes autores.

Tabla 1.

Características Fisicoquímicas del agua de Bombeo

Parámetro	Valores	
Sólidos Totales	32-79 g/L	2.8%
Grasa	0.16-7.5 g/L	0.10%
Proteína Total	No Reporta	1.00%
Proteínas Solubles	0.3-7.50 g/L	NR
Ceniza	No Reporta	1.40%
DB05	No Reporta	4600 ppn1
DQO	490-12600ppn1	35200 ppn1
pH	No Reporta	62
Fuente	Mari et al., (1994)	Del Valle et al., (1990)

Nota: (Castro, 2004)

b) Sanguaza. La sanguaza se produce por la presión de la materia prima almacenada en las pozas de las plantas pesqueras, contiene agua, sangre y sólidos de pescado (PRODUCE, 2009).

Presenta una proporción de 6 a 8 % para sólidos totales y de 1 a 2 % de grasa.

La autólisis de las enzimas presentes en el estómago de la anchoveta y la acción bacteriana originan una pérdida de proteínas y aceites (CONAM, 1998).

La sanguaza se produce por una mala descarga de materia prima, la altura que presentan las pozas, la talla de la anchoveta, el tiempo y la temperatura de almacenamiento. Para prevenir la generación de sanguaza, la materia prima se debe procesar rápidamente para prevenir su descomposición, generando un eficiente aprovechamiento de los sólidos y aceites que contiene. (Pérez, 2019)

En la Tabla 2 se observan las características físicas químicas de la sanguaza, Según Del Valle y Aguilera (1990).

Tabla 2.

Características Fisicoquímicas de la Sanguaza

Parámetro	Valores
Sólidos Totales	4.6-7.3%
Grasa	0.8-1.2%
Proteína Total	2.2-4.4%
DQO	93000 ppm
pH	69

Nota: (Del Valle y Aguilera, 1990)

c) **Agua de Cola.** El agua de cola es la parte líquida que se produce del licor de prensa luego de la eliminación de gran parte de sólidos en suspensión y de la materia grasa (PRODUCE, 2016).

El agua de cola viene a ser el efluente que presenta gran contenido de materia orgánica (PRODUCE, 2009).

Este efluente se obtiene como resultado del procesamiento de harina de pescado que presenta una elevada carga orgánica y cuya descarga, al no ser reutilizada produce un severo impacto negativo el ecosistema marino (Castro, 2004).

El agua de cola contiene como sólidos a proteínas, pero su composición es diversa y depende del tipo de materia prima del cual proviene y de las condiciones de planta y del estado de los equipos.

En la Tabla 3 se observa la composición química aproximada del agua de cola.

Tabla 3.*Composición Química del Agua de Cola*

Parámetro	Valores	
Agua (%)	91.0-94.0	90.00-93.00
Grasa (%)	0.2-0.9	030
Proteína (%)	-	710
Ceniza (%)	-	100
Sólidos Totales (%)	6.00-9.00	940
Fuente	Landeo y Ruiz (1996)	Del Valle y Aguilera (1990)

Nota: (Rodríguez, 2002)

2.1.5. *Parámetros que Caracterizan los Efluentes*

Los parámetros contaminantes que se encuentran en los efluentes de las industrias pesqueras, son los que bajo indicadores caracterizan y definen la calidad de agua a través de valores de concentración. (Castro, 2020)

Es así que los parámetros se establecen según el D.S. N°004-2017-MINAM, Categoría 4 “Conservación del ambiente acuático”, sub categoría E3: Ecosistemas costeros y marinos, a continuación, se detallan los parámetros que serán considerados para el desarrollo de la presente investigación:

a) Temperatura. La temperatura es un parámetro que se determina in situ, utilizando un termómetro calibrado previamente, lo cual determina la temperatura en el cual se encuentran las aguas.

Las descargas de aguas a altas temperaturas pueden causar daños a la fauna y flora de las aguas receptoras al intervenir con la reproducción de especies, incrementar el crecimiento de bacterias y otros organismos no autóctonos. La solubilidad del oxígeno en el agua está afectada por la temperatura. Así, a mayor temperatura menor solubilidad y viceversa.

b) Potencial de Hidrógeno. El pH indica la concentración de iones hidronio (H_3O^+), o el grado de acidez en una disolución, por lo tanto, se considera un indicador de la

presencia de vida, puesto que las especies necesitan de un valor específico de pH. El pH varía con la temperatura. Generalmente las aguas naturales que no han sido contaminadas por acción antropogénica presentan un pH que varía de 5 a 9. Sin embargo, los cuerpos de aguas naturales, ríos, lagos entre otros presentan niveles de pH que oscilan entre 6,0 a 8,5. El valor de pH que presentan las aguas naturales dependen de dos factores: el equilibrio del sistema carbónico, dado por disolución de CO₂ en el agua y la disolución de carbonatos de las rocas, y, por otro lado, la actividad vital de los microorganismos acuáticos, mediante la actividad fotosintética y la respiración de organismos heterótrofos. (Mendoza, 2018)

c) **Salinidad.** La salinidad es la cantidad de sales minerales disueltas en el agua. (Castro, 2020)

d) **Oxígeno Disuelto.** El oxígeno disuelto es uno de los parámetros de mayor importancia al momento de la evaluación de la calidad del agua ya que se encuentra asociado a la contaminación orgánica. La concentración del OD aumenta al disminuir la temperatura y la salinidad y presenta una relación directa con la pendiente y la aireación del cauce. En la presencia de condiciones aeróbicas, ocurre una mineralización que consume oxígeno y produce gas carbónico, nitratos y fosfatos. Cuando se consume todo el oxígeno inicia la descomposición anaeróbica generando metano, amonio, sulfuro de hidrógeno y mercaptanos. (Casilla, 2014)

e) **DBO.** La DBO es la cantidad de oxígeno que utilizan los microorganismos heterótrofos, para lograr convertir la materia orgánica metabolizable de la muestra a analizar en anhídrido carbónico, agua y productos finales. Se produce bajo condiciones aeróbicas, con la presencia suficiente de oxígeno libre desde el inicio de la prueba hasta el final, midiéndose la acumulación del oxígeno utilizado. El resultado se da mediante la expresión en miligramos de oxígeno utilizado por litro de agua examinada (Coronado 2018)

El DBO representa la materia orgánica biodegradable. Es el parámetro más utilizado para calcular la eficiencia de los tratamientos que se aplican a los líquidos residuales. Se lleva

a cabo cuando algunas sustancias presentes en las aguas residuales, al ser vertidas a un curso de agua, capturan el oxígeno presente por acción de sustancias químicas reductoras. Sirve para determinar las materias oxidables presentes en el agua, cualquiera que sea su origen orgánico o mineral como el hierro, nitritos, amoníaco, sulfuro y cloruros. (Casilla, 2014)

f) **Materia Orgánica.** Se produce por compuestos orgánicos, o seres vivos en descomposición (plantas o animales), es importante en la retención de agua. (Castro, 2020)

g) **Sulfuro de Hidrogeno.** Es un compuesto, presente generalmente en las aguas residuales, se produce debido a la reducción biológica de sulfato así mismo por la descomposición de material orgánico. (Castro, 2020)

h) **Sólidos Totales en Suspensión.** Este parámetro representa la concentración de partículas retenidas en un medio filtrante de microfibra de vidrio, con un diámetro de poro de 1.5 micrómetros o su equivalente. La materia suspendida son partículas muy pequeñas difíciles de eliminar por medio de deposición. La materia suspendida presente en el agua absorbe la luz, produciendo la turbidez en ella. (Coronado, 2018).

i) **Aceites y Grasas.** Los AyG están constituidos por triglicéridos, que son esteres de una molécula de glicerina con tres ácidos grasos.

Para la determinación de AyG, no se mide una cantidad absoluta de una sustancia específica; se determinan grupos de sustancias con características físicas parecidas con base en su solubilidad en el solvente. Los Aceites y Grasas comprenden cualquier material recuperado como una sustancia soluble en el solvente (n-hexano). Esto incluye otros materiales extraídos por el solvente de la muestra acidificada. (Coronado, 2018)

j) **Nitratos.** Los nitratos son la forma más oxidada de nitrógeno que está presente en el agua, como resultado de la descomposición de sustancias orgánicas nitrogenadas (proteínas). Generalmente, los nitratos son muy solubles en agua. La presencia de grandes cantidades de nitratos, y bajas de amonio, facilitan el crecimiento de macrofitas y fitoplancton en el agua. El

proceso de eutrofización en cuerpos de agua, donde hay presencia de nitrógeno y fósforo, produce dificultades para que se desarrolle el intercambio gaseoso entre el sistema acuático y la atmósfera. (Mendoza, 2018)

k) Fosfatos. El fósforo se encuentra presente en el agua como ortofosfatos (como PO_3^- , HPO_2^- , $H_2PO_4^-$ y H_3PO_4) comúnmente, y son fundamentales para el metabolismo biológico. Sin embargo, también lo encontramos con menor frecuencia como fosfatos condensados (piro, meta, y polifosfatos) y fosfatos orgánicos. Siendo estos últimos componentes importantes ante los vertimientos industriales y lodos de aguas residuales. La mayor parte de fósforo que se encuentra en el agua es gracias al uso de abonos y detergentes fosfatados. Es así, que el proceso de eutrofización en los cuerpos de agua genera una problemática, medioambiental gracias a la acumulación de este, sumado al nitrógeno, ocasionando el aumento desmesurado de biomasa acuática. (Mendoza, 2018)

2.1.6. Impactos Ambientales producidos por los Efluentes de Industria

Pesquera

Los Impactos más significativos son los siguientes:

a) Variación Físicoquímica del Agua de Mar. Las variaciones físicas como el incremento de la temperatura disminuyen la solubilidad de gases (oxígeno) y aumentan las de las sales. Así mismo, incrementa la velocidad de las reacciones del metabolismo, acelerando la putrefacción

Las variaciones químicas son resultado del aumento en el volumen de materia orgánica, bajo estas condiciones se reduce el oxígeno disuelto, que puede llegar a la anoxia, alterando el pH del agua y en la capacidad de óxido-reducción de los sedimentos (PRODUCE, 2009).

Las aguas contaminadas por efluentes industriales pueden alcanzar un pH muy ácido. El pH influye en los procesos químicos que se generan en el agua, activación de floculantes, tratamientos de depuración, etc.

La DBO es el oxígeno que se consume en la degradación bioquímica de la materia orgánica a través de procesos aerobios. Para niveles elevados de DBO, el OD presenta niveles bajos, esto se debe a que las bacterias consumen ese oxígeno en gran cantidad.

La presencia de compuestos orgánicos en el agua produce emulsiones y películas que impiden la penetración de la luz, evitando la fotosíntesis. Así mismo, dificulta el paso del aire, produciendo la no oxigenación de las aguas superficiales. (Coronado, 2018)

b) Variación de la calidad de Sedimentos de Fondo Marino. La presencia de materia orgánica y la insuficiencia para su asimilación, generan variaciones en los ecosistemas marinos y aglomeración de sedimentos reductores (ácidos húmicos y fúlvicos) y refractarios a la degradación (PRODUCE, 2009).

La mayor fuente de contaminación de agua está dada por la gran cantidad de partículas en suspensión, es así que la turbidez que se genera en las aguas ocasiona problemas para la vida de los organismos, así mismo la aglomeración de sedimentos provocan la destrucción de los lugares de alimentación o desove de los peces.

Los sedimentos incrementan los niveles de perturbación de los bentos ocasionando una variación en la composición de las especies de larga duración y de reclutamiento lento. Es necesario considerar que la mayoría del lecho marino alrededor puede ser producto de disturbio. Así mismo esto puede ocasionar que las especies sensibles dejen de estar presentes en esas zonas. (Coronado, 2018)

c) Variación en el Ecosistema Marino. La reducción en las concentraciones de oxígeno disuelto es producto de grandes concentraciones de materia orgánica, lo que produce una gran reducción de oxígeno para las especies acuáticas. Así podemos decir: que las sustancias orgánicas presentes en el agua de bombeo, al degradarse, se combinan con el oxígeno presente en el agua, ocasionando su agotamiento y finalmente asfixiando a todas las especies presentes en las aguas afectadas por el agua de bombeo.

Tal es así que las bacterias anaeróbicas pueden generar gases tóxicos. El aceite y las grasas, al ascender a la superficie, desarrollan una fina película que impide el paso del oxígeno del aire y por ende impide la fotosíntesis, pero también produce la asfixia de diversas especies marinas. Los restos óseos al precipitarse en el fondo hacen más difícil la vida de las especies bentónicas. (Coronado, 2018)

d) Variación en la Calidad de Vida. Las zonas de mar donde se vierten los diferentes efluentes de la industria pesquera sufren drásticas variaciones en la transparencia, obteniendo hedor desagradable y cambios de color, como resultado de los frecuentes blooms fitoplanctónicos o de bacterias.

La descomposición de la materia orgánica produce olores y sabores muy fuertes en el agua, aunque esta se encuentre en bajas concentraciones. Mientras que los aceites y grasas provenientes de procesos industriales son muy difíciles de metabolizar por las bacterias y flotan originando películas en el agua que dañan a los seres vivos. (Coronado, 2018)

2.1.7. Bahía Ferrolles - Callao

En la Bahía del Callao se desarrolla la industria pesquera, con la producción de harina y aceite de pescado, o con la producción de conservas, congelado, siendo esta actividad fundamental en la economía nacional. Pero cabe resaltar también que, en esta bahía, la industria pesquera representa una la principal fuente de contaminación. Después de analizar los parámetros de calidad de agua; oxígeno disuelto, sólidos suspendidos, DBO y otros se concluye que la presencia elevada de materia orgánica en la industria pesquera genera procesos anóxicos y de eutrofización, ocasionando alteraciones en el cuerpo receptor marino, playas, litoral costero y recursos hidrobiológicos costeros (Instituto del Mar del Perú [IMARPE], 1996).

Se han observado impactos en la Bahía el Ferrol como la reducción y desaparición de flora, reducción y desaparición de fauna, alteración de procesos biológicos, alteración de las condiciones físicas, alteración de las condiciones químicas, alteración de las corrientes,

variación del color, presencia de olores desagradables, variación de la composición, alteración de los procesos geomorfológicos, cambio en naturalidad, cambio en singularidad, intoxicaciones transmisión enfermedades, desaparición turismo, reducción pesca artesanal y otros (Coronado, 2018).

➤ **Oceanografía**

La bahía del Callao es un área marina abierta al medio oceánico. sus características oceanográficas varían en espacio y tiempo pero se encuentran dentro del patrón de distribución para las masas de aguas costeras frías del mar peruano, con temperaturas promedio de 18°C a 22°C como efecto de la presencia del sistema de corrientes de agua fría frente a la costa, llamado Sistema de Corrientes Peruana, y en cuanto a la salinidad presenta valores debajo de lo normal, que varían entre 34,62 0 /00 y 34,95 0 /00 los valores bajos (menores a 34,9 0 /00) se deben a la influencia de los ríos y colectores adyacentes a la zona de estudio. Los valores altos de 34,9 0 /00 se ubican en la zona de afloramiento.

Asimismo, nuestro mar se encuentra expuesto a grandes cambios térmicos interanuales, estacionales, fenómenos naturales conocidos como fenómeno del Niño y la Niña. Mientras que sus valores de los nutrientes (Fosfatos, Silicatos, Nitratos y Nitritos), están asociados a la productividad del medio marino y a la actividad industrial y domestica lo que genera una variación entres estas.

La distribución de la corriente marina superficial frente al área costera del Callao se expresa mediante vectores de los valores absolutos con direcciones variables, predominando las corrientes con orientación hacia el Sur Oeste, mientras que las corrientes con orientaciones hacia el Norte, permanecen próximos a la línea costera. Las velocidades varían entre 1,5 a 38,0 cm/s, predominando las observaciones con intensidades menores de 19,0 cm/s, resaltando que la bahía del Callao presenta flujos de corrientes moderadas o lentas, gracias al efecto de la topografía y geografía de la zona. La distribución de las corrientes marinas cerca del fondo,

también varía, de forma contraria a las corrientes superficiales con cierto predominio de orientaciones hacia el Nor- Este con velocidades que varían entre 0,5 – 45,5 cm/s, con intensidades menores de 10 cm/s. en la zona con profundidades más someras

Las corrientes marinas son fenómenos importantes que afectan la dinámica de las masas de agua en las regiones costeras y por consiguiente también las obras portuarias o de ingeniería en la bahía. Demostrando que los factores que influyen en la dirección y velocidad de las corrientes de la bahía son los vientos locales, mareas y la configuración del litoral y el fondo marino.

➤ **Zona de Vida**

La provincia constitucional del Callao según la Clasificación de Zonas de Vida de Holdrige, basada en la interacción de dos elementos del clima como son: la precipitación pluvial y la temperatura, a los que se suman elementos fisiográficos, vegetación natural como bioindicadores, presenta una zona de vida de Desierto Desecado - Premontano Tropical Dd – P que se caracteriza por ser semicálido con alta humedad relativa y escasas precipitaciones, en forma de “garúa” con promedio de 18,0 mm/año, y con temperaturas que en el verano alcanza a superar los 28° C y en invierno disminuye hasta 14° C.

➤ **Fitoplancton**

Del análisis cualitativo se registraron 95 especies (49 diatomeas, 42 dinoflagelados, 2 silicoflagelados y 2 fitoflagelados) siendo las especies con mayor abundancia la diatomea *Coscinodiscus perforratus* los Dinoflagelados *Ceratium furca* y *Dinophysdis caudata* y el Fitoflagelado *Eutreptiella* sp. El nivel superficial estuvo dominado por los *Cochlodinium* sp, seguido por los Fitoflagelados Microflagelados. A nivel medio estuvieron dominados por los Fitoflagelados (Microflagelados) y por las Diatomeas *Amphiprora* sp. y *Thalassionema nitzchioides*. A nivel de fondo la mayor dominancia estuvo por los Fitoflagelados (Microflagelados) seguida de las Diatomeas (*Amphiproas* sp. y *Skeletonema costatum*)

➤ **Zooplancton**

Del análisis cualitativo, se muestra a los crustáceos como el grupo dominante (63 % del total), siendo el copépodo *Acartia Tonsa* la especie más representativa. En total se hallaron 30 especies (19 crustáceos, 4 cordados, 2 moluscos, 2 equinodermos, 1 cnidario 1 anélido y 1 briozoo). En el análisis cualitativo de zooplancton superficial se determinó que el taxa con mayor densidad fue el grupo de los artrópodos. Dentro de ellos. Las especies de copéodos *Acartia tonsa*, nauplios de calanoideos y *Centropages brachiatus* presentaron densidades mayores.

Para el ictioplancton (meroplancton) se determinó que tanto en la composición y de la densidad relativa el grupo más abundante fue compartido entre los huevos y las larvas de anchoveta. (Rivera y Urrelo, 2013)

2.1.8. Tratamiento de Aguas Residuales Industriales del Sector Pesquero

a) **Pre Tratamiento.** En este proceso no se produce una variación o alteración en la materia orgánica presente en el agua residual. Se tiene como finalidad del pre tratamiento la eliminación de materias gruesas, cuerpos gruesos y arenosos cuya presencia en el efluente altera la eficiencia de la planta de tratamiento. (Lujan, 2019).

➤ **Cribado**

En esta parte del proceso se busca pasar el agua residual a través de una reja, para clasificar el desbaste según la separación entre los barrotes de la reja: en desbaste fino, con separación libre entre barrotes de 10-25 mm., y en desbaste grueso con separación libre entre barrotes de 50-100 mm.

➤ **Tamizado**

También conocido como micro-cernido, el cual consiste en filtrar el flujo de agua por una malla delgada llamada tamiz. Existen 2 tipos de tamizado: macrotamizado, cuyo diámetro es superior a 0,2 mm. y microtamizado, cuyo diámetro es inferior a 100 micras (plancton)

(Lujan, 2019).

b) Tratamiento Físico

➤ Filtración

Operación física donde se pasa el agua mediante un medio poroso, con la finalidad de lograr retener una gran cantidad de materia en suspensión. El filtro de tambor rotatorio es un sistema que trabaja por gravedad, donde hay un tambor girando alrededor de su eje horizontal. El tambor se encuentra sumergido en un tanque abierto que posee la suspensión a filtrarse. El medio filtrante logra cubrir la superficie del tambor y soporta las placas perforadas. (Lujan, 2019)

➤ Sedimentación

Llamada también decantación, es un proceso físico que consiste en la separación de los sólidos (partículas orgánicas y biológicas de un tamaño mayor a 10 μm .) en las aguas residuales de las pesquerías, estas contienen escamas de peces, porciones de músculo de pescado y despojos.

Para que se lleve a cabo la separación entre el líquido y los sólidos puede darse de dos formas: una es para las partículas que presentan un peso específico mayor que el del agua sedimentada, y la otra es para las que presentan un peso específico menor que el del agua flotante. (Lujan, 2019)

➤ Flotación

La flotación consiste en eliminar partículas (aceites, grasas) que tengan una densidad menor o igual a la del agua: utilizando agentes de flotación con la finalidad de elevarlas a la superficie para luego ser retiradas del agua. Dichos agentes pueden ser sustancias espumantes y pequeñas burbujas de aire.

Para el tratamiento de aguas se emplea aire como agente de flotación, y en función de cómo se vaya introduciendo el líquido, se presentan dos sistemas de flotación:

Flotación por aire disuelto (DAF)

Es la separación física que remueve grasas, aceites y sólidos suspendidos; en cual se realiza el paso del agua residual por un tanque de retención, al que se le adiciona aire presurizado con el objetivo de formar microburbujas, las que serán puestas en contacto con las partículas presentes en el flujo de manera continua, ocasionando que estas asciendan lentamente a la superficie del tanque. Mientras tanto para el adecuado funcionamiento del tanque DAF se procede a remover semanalmente los lodos acumulados en el fondo del tanque y disponerlos adecuadamente. Al emplear procesos de sedimentación y DAF, para el tratamiento de efluentes de procesamiento de pescado se logra obtener una reducción del 95 % de SST y 50% de nitrógeno. Pero debe considerarse que la materia orgánica disuelta en el efluente es muy difícil eliminar, por tal motivo los tratamientos que emplean solo DAF no son ideales para eliminar las concentraciones de estos contaminantes

Flotación por aire inducido (FAI)

Aquí la producción de burbujas se da mediante difusores de aire, los cuales son situados por lo general en la parte inferior del equipo de flotación, o son inducidas por rotores o agitadores. En la FAI el tamaño de las burbujas inducidas es más grandes que en la FAD. (Lujan, 2019)

➤ Separación por membranas

La separación por membranas es un proceso que nos permite eliminar contaminantes, recuperar componentes de alto valor añadido, disueltos o suspendidos (proteínas, pigmentos, enzimas, etc) e incluso nos permite reutilizar el agua para algunas aplicaciones. Existen los siguientes tipos de separación por membrana: microfiltración, ultrafiltración, nanofiltración y ósmosis inversa. Pero también existe separación Orgánicas (polipropileno, carbono) e Inorgánicas (metálicas, cerámicas).

La utilización de membranas cerámicas tiene como ventaja la alta vida útil, resistencia

química, elevada temperatura de trabajo, y se puede esterilizar. Las aguas residuales en la industria pesquera presentan bastante salinidad; eliminar estas sales es muy costosa. La elevada salinidad y la variación estacional de las características de efluentes provocan una gran dificultad en la eliminación de la materia orgánica por un proceso biológico.

Para reutilizar el agua, se necesita eliminar la salinidad; es así que el método de separación por membranas cerámicas y osmosis inversa contribuyen a resolver el problema de conseguir una calidad del agua que permita su reciclaje. (Lujan, 2019)

➤ **Tanque Ecuilizador**

Llamado también tanque de igualamiento, el cual tiene como finalidad amortiguar las variaciones de caudal para así obtener un caudal constante; produciendo así ventajas como: la estabilización del pH, mejora en el tratamiento del agua residual, dilución de sustancias inhibitoras, mejora en la eficiencia y calidad del efluente.

Con el objetivo que el tanque de ecualización presente un funcionamiento satisfactorio, es dispone sistemas de mezclado y de aireación adecuado con la finalidad de prevenir la deposición de sólidos en el interior del mismo, y evitar que no se vuelvan sépticas y mal olientes. Es así que el tanque debe limpiarse cada mes para prevenir la acumulación de sedimentos y mantener su adecuado funcionamiento.

El pH indica la descomposición de la materia proteica y la emisión de amoniaco, actuando como un indicador de contaminación en las aguas residuales; ya que éste determina la acidez o alcalinidad del efluente. (Lujan, 2019)

➤ **Desinfección**

Por lo general con los tratamientos convencionales eliminan de un 95 a 99% de microorganismos biológicos, y la presencia de organismos patógenos restantes hace que el agua no sea apta para su reutilización directa, es así que es necesario emplear la desinfección para inactivar su acción cuando están presentes en los efluentes.

Para realizar la desinfección se emplean diferentes tratamientos (calor, radiación), ácidos o bases, pero generalmente en algunas plantas pesqueras se emplea el clásico Cl₂ (cloración) y la radiación UV. (Lujan, 2019)

c) Tratamiento Químico

➤ Coagulación – Floculación

Es empleada para la eliminación de partículas coloidales, y también cuando la sedimentación natural del material en suspensión no es posible o es demasiado lenta. La adición de coagulantes produce la desestabilización de los coloides, colisión de partículas y la formación de flóculos, los cuales son separados del agua por sedimentación o flotación. La capacidad que presenta un coagulante depende de la calidad de agua residual. A través de la utilización del proceso químico de coagulación y floculación se logra disminuir los valores de AyG y SST en el efluente tratados.

Los factores, que pueden fomentar la coagulación-floculación, son el gradiente de la velocidad, el tiempo, y el pH. El tiempo y el gradiente de velocidad son importantes al aumentar la probabilidad de que las partículas se unan.

➤ Adsorción

Procesos el cual consiste en captar sustancias solubles del efluente mediante la superficie de un sólido. Un parámetro principal es la superficie específica del sólido, ya que el soluble que se desea eliminar se concentra en la superficie del mismo. El sólido que es empleado de forma universal en el tratamiento de aguas de algunas plantas pesqueras en la industria de congelados es el carbón activo. (Lujan, 2019)

d) Tratamiento Biológico

Los tratamientos biológicos permiten mayor nivel de eliminación, es así que los efluentes se someten a tratamientos biológicos (anaeróbicos y aeróbicos) combinados con otros procesos. Estos procesos nos permiten una disminución de DBO₅, que puede alcanzar hasta un

98% de eliminación. Sin embargo, la presencia de grandes concentraciones de materia orgánica, sales, AyG puede afectar directamente a la eficiencia de los sistemas de tratamiento de efluentes en la industria de procesamiento de pescado, especialmente en tratamientos biológicos. (Lujan, 2019)

➤ **Proceso Biológico Aeróbico**

Son Procesos microbiológicos en el cual las bacterias necesitan de oxígeno del aire para actuar sobre las partículas orgánicas que componen las aguas residuales. Tienen como ventaja sus grandes rendimientos energéticos ocasionando una importante producción de fangos, gracias al gran crecimiento de las bacterias aerobias. Sin embargo, presenta como desventaja un costo muy elevado de funcionamiento y se necesita de personal altamente cualificado para el manejo de este tipo de sistema.

Lodos activados

Aquí se tiene que poner a interactuar en un medio aerobio (piscina aireada), el agua residual con flóculos biológicos previamente formados.

La principal ventaja de este proceso es el corto tiempo de residencia de la biomasa en las piscinas (6 horas), lo que permite tratar grandes volúmenes en espacios reducidos y la eficiencia en la extracción de las materias suspendidas. Sin embargo, la eficiencia en la eliminación de bacterias patógenas es muy baja.

Biofiltro

Conocido como filtro percolador, es un sistema aerobio de biomasa inmovilizada que por lo general son lechos fijos constituidos por materiales sintéticos o rellenos con rocas de alta relación área/volumen al que se le añaden microorganismos para que se adhieran a la superficie formando una capa biológica. Según las aguas residuales se percolen por el medio filtrante, los microorganismos digieren y eliminan los contaminantes del agua. Tienen la ventaja de acoplarse a las fluctuaciones de carga e implicar un menor consumo de energía ya que se evita

la sedimentación y la recirculación de fangos realizada en el tratamiento con lodos activados. (Lujan, 2019)

➤ Proceso Biológico Anaeróbico

Son procesos microbiológicos que consisten en realizar la digestión de la materia orgánica con producción de metano. Los procesos anaeróbicos son los más empelados en el tratamiento de los efluentes de la industria pesquera, porque es menos costo, y no se necesita suministrar oxígeno, haciendo que el proceso sea más barato y el requerimiento energético menor. Sin embargo, el proceso es más lento que el aeróbico, lo cual impide el tratamiento de grandes volúmenes.

Filtro anaeróbico

El filtro anaeróbico es un reactor biológico de lecho fijo donde la materia orgánica se degradada por la biomasa activa que se adhiere a la superficie del material del filtro. La utilización de un sistema compuesto por una unidad de filtración y un biofiltro anaeróbico sería ideal para el tratamiento de efluentes en la industria pesquera, por su capacidad para eliminar la DBO5 y la DQO. (Lujan, 2019)

La eficiencia de remoción de algunos parámetros y las tecnologías de tratamiento de efluentes de la industria pesquera se presentan en la Tabla 4.

Tabla 4.

Eficiencia de remoción de contaminantes de efluentes de las industrias pesqueras según las tecnologías de tratamiento utilizadas

TRATAMIENTO	PARÁMETROS	REMOCIÓN
Sedimentación y Coagulación/Floculación	SST	86.0%
	AyG	99.7%
	SST	95.0%
Sedimentación y DAF	DQO	60.0%
	NT	50%
Bioreactor rotativo	DQO	98.00%
Lodos activados	COD	88.00%
Microfiltración con membranas cerámicas	DBO ₅	72.0%
	DQO	60.0%
	AyG	73.0%
Microfiltración y membrana de nanofiltración	AyG	69.0%
	SST	22.0%
Sedimentación/flotación; coagulación/floculación; lodos activados; filtro de arena; ósmosis inversa y desinfección UV.	COD	99.0%
	AyG	99.8%
	SST	98.4%
	Bacteria heter.	100%

Nota: Tomado de Lujan, 2019.

2.1.9. Tratamiento de los EIP según PRODUCE – 2016

a) **Tratamiento Primario.** En esta fase, los sólidos suspendidos de pescado, que se encuentran en el agua de bombeo, son recuperados empelando filtros con aberturas de 1 milímetro como máximo. Éstos pueden ser rotativos (los más usados actualmente y de mejor eficiencia) o estáticos, llamados también zarandas vibratorias de alta frecuencia.

El material de las mallas utilizadas en los tamices rotativos es de acero inoxidable (mallas Jhonson), mientras que en las zarandas vibratorias el material es de poliuretano.

El porcentaje de recuperación de sólidos mayores a 1 mm en la 1era fase es variado, y está en función a la calidad de la materia prima descargada, entonces si la materia prima es fresca, con pocas horas en la bodega de la embarcación, la recuperación es mínima; pero si la materia prima está varias horas en la bodega de embarcación, la recuperación en los filtros rotativos será mayor.

La recuperación de sólidos mayores a 1 mm en esta fase, puede variar de 1.5% a 8% del total de la materia prima descargada, esto está en función a las condiciones de la materia prima indicadas en el párrafo anterior. Los sólidos recuperados son enviados a las rastras de los cocinadores, directamente para su inmediato proceso, o pueden ser enviados a las pozas de almacenamiento de materia prima.

b) **Tratamiento secundario.** Aquí los aceites y grasas y, sólidos suspendidos menores a 1 mm, se recuperan mediante trampas de grasa y tanques de flotación con incorporación de aire. estos tanques pueden ser circulares o rectangulares, siendo los circulares los más utilizados ya que no cuentan con puntos muertos (esquinas) donde haya acumulación de sólidos y se tornen puntos anaerobios.

Incorporar aire, en esta fase es importante en la recuperación de las grasas; siendo la manera más eficiente realizando la inyección de microburbujas de aire, con tanques de flotación

que no sean muy altos (1.5 metros de altura), para que las partículas de microburbujas que captan y arrastran las grasas a la superficie del tanque no pierdan su poder de flotación. A menor altura y mayor área de superficie del tanque de flotación, la recuperación será más eficiente; esto sólo se dará si el sistema de microburbujas esté bien dimensionado. La eficiencia de los equipos empleados varía entre el 55 y 72% de recuperación de aceites y grasas, en función al efluente que entró a la segunda fase del tratamiento del agua de bombeo. Lo que se recupera en el sistema de flotación es una nata grasosa llamada “espuma”, mientras que el líquido restante es vertido por los emisarios submarinos, innatos de los establecimientos industriales pesqueros. La espuma luego será tratada en un intercambiador de calor, separadora de sólidos y, finalmente, en centrífugas para la recuperación del aceite de pescado.

c) Tratamiento terciario. Considerando la magnitud de los impactos producidos por el vertimiento de los efluentes de proceso pese de haber sido tratados, es necesario realizar una tercera fase e investigar sobre las eficiencias de recuperación de tratamientos complementarios, como los físico químicos o biológicos para los efluentes con la finalidad de reducir el contenido de grasa y la carga orgánica que no ha sido removida con los tratamientos anteriores.

➤ **Trasvase de Materia Prima**

Actualmente se instala bombas ecológicas lo cual hace que se trasvase de la materia prima una cantidad igual entre agua y materia prima (1/1), lo que permite que la materia prima no se dañe y llegue a la planta de procesamiento en mejor calidad.

➤ **Tratamiento de Agua de Bombeo**

Consiste en:

Primera Fase: aquí se da la recuperación de Sólidos mayores a 0.75 mm, para el tratamiento primario disponen de filtros rotativos de 500 m3.

Segunda Fase: se da la recuperación de Aceites y Sólidos Suspendidos, dada por la recuperación de grasa del agua de bombeo, en celdas de flotación e inyección de micro burbujas de aire, centrifugado en un tricanter, produciendo aceite, sólidos y agua de cola que se envía a la planta evaporada.

Tercera Fase: (tratamiento químico), trata de un tratamiento complementario donde se agrega coagulante y floculantes donde: El agua de bombeo que proviene de la celda de flotación (segunda fase de tratamiento) se almacena en un tanque equalizador y después se envía a un tanque de flotación (clarificador), en la que con la utilización de químicos se obtiene un efluente que cumplirá con los LMP y se eliminará mediante un emisario submarino.

➤ **Tratamiento de efluentes de limpieza**

Acá se realiza un pre-tratamiento por filtración, separación de sólidos (trampa separadora de sólidos), separación de grasa (Trampa separadora de grasa), Neutralización y Evacuación de efluente por el emisor submarino (Tubería HDPE).

A continuación, se detalla el sistema de tratamiento de efluentes implementados para las espumas, Sanguaza, agua de cola, lodos y borra, que serán integrados al proceso productivo y su correspondiente disposición final:

➤ **Tratamiento de espumas y disposición**

Para el tratamiento de las espumas se considerarán los siguientes equipos: tanque de almacenamiento de espuma, coagulador térmico, separadores, tricanters y centrifugas.

➤ **Tratamiento de la sanguaza**

La sanguaza será almacenada en un pozo, después se llevará a un filtro rotativo para recuperar los sólidos, posteriormente la sanguaza filtrada se calienta en el coagulador a 90°C de temperatura, donde se bombea al tricanter para la obtención de aceite.

➤ **Tratamiento del Agua de Cola**

El agua de cola se trata en una planta evaporadora de agua de cola de Película

Descendente de tres efectos.

➤ **Recuperación de lodos**

Resultado de la “clarificación” del agua de bombeo se obtiene un lodo, el cual es enviado a un Deshidratador, para reducir la humedad del lodo y añadirlo al proceso normal de producción de harina. El agua del deshidratador regresa al tanque equalizador manteniendo un circuito cerrado en la tercera fase. Finalmente, los efluentes residuales del proceso productivo previamente tratados se almacenan en un tanque de retención y son vertidos mediante el emisor submarino al cuerpo receptor marino.

El agua de enfriamiento de la columna barométrica se vierte mediante un emisario submarino, esta agua no necesita un tratamiento previo porque no entra en contacto con ningún otro efluente que la contamine.

Los EIP generan aguas servidas las cuales tienen 2 opciones vertimiento: contar con una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR o plantas de tratamiento biológico), o que en la zona haya una red de alcantarillado donde los efluentes cuenten con la autorización de vertimiento a dicha red de alcantarillado.

2.2 Marco conceptual

2.2.1. Efluentes Pesqueros

Son desperdicios líquidos provenientes de la industria pesquera que son descargados en un cuerpo receptor, por lo general a los cursos de agua abiertos, en este caso el mar. Esto provoca una disminución de la calidad del agua. (Sánchez, 2019)

2.2.2. Calidad de Agua

(Sánchez, 2019) se refiere a la calidad de agua como un término que indica concentración de sustancias tóxicas o por procesos naturales, en la composición del agua; de tal forma que la variación de las características físicas, químicas y biológicas de los cuerpos de agua, altere las condiciones del agua para sustentar a la población humanas como la vida

vegetal y animal.

2.2.3. *Cuerpo Receptor*

Autoridad Nacional del Agua (ANA, 2009), define como cuerpo receptor a las aguas del país, marítimas, terrestres y atmosféricas del territorio y espacio nacional, que albergan los residuos líquidos o vertimientos de cierta actividad productiva.

2.2.4. *Monitoreo de la Calidad de Agua*

ANA (2016), se refiere al Monitoreo de la Calidad de Agua como un procedimiento que permite la medición de la calidad del agua con la finalidad de tener un seguimiento sobre la presencia y exposición de contaminantes en los usos del agua, así como permite también controlar las fuentes contaminantes.

2.2.5. *Vertimiento*

ANA, (2016), se refiere al termino vertimiento, como la descarga de cualquier volumen de material o sustancia que genera daño a la salud.

2.2.6. *Bahía*

Ministerio del Ambiente (MINAM,2016), conceptualiza a la bahía, como toda escotadura bien determinada cuya penetración tierra adentro, en función a la anchura de su boca, es tal que contiene aguas cercadas por la costa; pero, la escotadura no se considerara una bahía si su superficie no es igual o mayor a la de un semicírculo que tenga por diámetro la boca de dicha escotadura.

2.2.7. *Agua*

El agua es el constituyente más importante del organismo humano y del mundo puesto que tiene gran influencia en los procesos bioquímicos que se llevan a cabo en la naturaleza y esta influencia no solo es por sus propiedades fisicoquímicas por ser una molécula bipolar sino también a los constituyentes orgánicos e inorgánicos que presenta. (Sánchez, 2019)

2.2.8. Contaminación del medio Acuático

Es la introducción en el medio acuático de toda materia, sustancia o energía en cualquiera de sus estados físicos y formas, que genere efectos nocivos o peligrosos, como la destrucción de los recursos vivos, a la vida acuática y/o a la zona costera; peligros para la salud humana; alteración en las actividades acuáticas, incluida la pesca y otros usos legítimos de las aguas; alteración de la calidad del agua para su utilización y menoscabo del medio ambiente acuático. (Sánchez, 2019)

2.2.9. Estándar de Calidad Ambiental

Estándar Calidad Ambiental (ECA), es la medida de concentración de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo a la salud de las personas ni a su entorno. (MINAM, 2006)

2.2.10. Fuente de Contaminación

Lugar donde un contaminante es liberado al ambiente y pueden ser fuentes puntuales o fijas, así como fuentes dispersas o de área y también fuentes móviles. (MINAM, 2012)

2.2.11. Monitoreo de la Calidad de Agua

Proceso que permite obtener como resultado la medición de la calidad del agua con el objeto de realizar el seguimiento sobre la exposición de contaminantes a los usos del agua y el control de fuentes de contaminación. (ANA, 2016)

2.2.12. Parámetros de Calidad

Compuestos, elementos, sustancias, indicadores y propiedades físicas, químicas y biológicas de interés para la determinación de la calidad del agua. (ANA, 2016)

2.3 Marco Legal Ambiental

➤ **La Constitución Política del Perú – Título III, Capítulo II: Del Ambiente y los Recursos Naturales.** La Constitución Política del Perú de 1993, en su artículo 2º, inciso 22,

establece que “Toda persona tiene derecho a la paz, la tranquilidad, al disfrute del tiempo libre y al descanso, así como a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado para el desarrollo de su vida”. Asimismo, los artículos 66º, 67º, 68º y 69º establecen que los recursos naturales, renovables y no renovables son patrimonio de la Nación, siendo el Estado el promotor del uso sostenible de éstos.

➤ ***Decreto Legislativo N°635, Código Penal del año 1991***; menciona las penas privativas de libertad a las personas que descarguen, comercialicen o viertan desechos industriales o domésticos en zonas no autorizados, con mayor sanción si el causante es funcionario o servidor público.

➤ ***Ley General de Salud N° 26842, del año 1997***. Se reconoce la responsabilidad del Estado frente al cuidado de la salud del ambiente. Así tenemos en el Artículo N° 96 del capítulo IV, se menciona que para la disposición de sustancias y productos peligrosos debe tener en cuenta todas las medidas y precauciones para evitar daños a la salud y el ambiente. Así también, los Arts. 99, 104 y 107 del Capítulo VIII, mencionan sobre los desechos y responsabilidad de las personas naturales o jurídicas a no realizar descargas de compuestos o sustancias contaminantes al aire, agua o suelo.

➤ ***La Ley General del Ambiente, Ley N° 28611***, Conforme al artículo N°1. Toda persona tiene el derecho irrenunciable a vivir en un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida, y tiene el deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente. así como a sus componentes, asegurando particularmente la salud de las personas en forma individual y colectiva, la conservación de la diversidad biológica, el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y desarrollo sostenible del país.

En su artículo N° 9, cuando se refiere a la Política Nacional del Ambiente que su objetivo es mejorar la calidad de vida de las personas y garantizar la permanencia de

ecosistemas saludables, viables y funcionales a largo plazo; y el desarrollo sustentable del país, mediante la preservación, cuidado y recuperación del ambiente y sus componentes, la conservación y el aprovechamiento racional y sostenible de los recursos naturales, de una forma responsable y congruente con el respeto a los derechos esenciales de la persona.

En su Artículo N° 31 trata sobre el Estándar de Calidad Ambiental, y lo define como: La medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente.

En su artículo N° 74 menciona que todo titular de las operaciones es responsable de sus descargas, emisiones, efluentes y otros impactos negativos que se generan al ambiente, la salud y los recursos naturales, como consecuencia de su actividad.

En su artículo N° 122 indica que todas las empresas o entidades que desarrollan actividades extractivas y productivas, de comercialización u otras que generan aguas residuales o servidas, son responsables de su tratamiento, reduciendo sus niveles de contaminación hasta niveles establecidos como son los LMP y los ECA.

➤ ***Ley N° 26821, Ley Orgánica para el aprovechamiento Sostenible de los Recursos Naturales, del 25 de junio de 1997***, esta Ley en su artículo N° 2, promueve y regula el aprovechamiento de los recursos naturales, renovables y no renovables. Esto con el fin de salvaguardar un equilibrio dinámico entre el crecimiento económico, la conservación de recurso natural y el ambiente y el desarrollo integral de las personas.

➤ ***Ley N° 29338. Ley de Recursos Hídricos, del 31 de marzo de 2009***, esta Ley regula el uso y gestión integrada del recurso hídricos, la participación del Estado y los privados en dicha gestión, basándose en los principios de valoración del agua, priorizar el acceso al agua, participación de los ciudadanos y cultura del agua, seguridad jurídica, el respeto de los

usos de agua por las comunidades campesinas y nativas, sustentabilidad, descentralización, prevención, eficiencia; en la cual comprende el agua superficial, subterránea, continental y otros asociados a esta. Se extiende al agua marítima y atmosférica en lo que resulte.

Para el uso del agua y su vertimiento se ha fijado una retribución económica cuyas tarifas están de acuerdo al uso de infraestructuras hidráulicas mayores y menores, por el servicio de monitoreo y por la gestión de las aguas subterráneas.

La presente ley deroga el Decreto Ley N° 17752, Ley General de Aguas y su reglamento el Decreto Supremo N° 261-69-AP.

➤ **Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos, D.S. N° 001-2010 - AG**, en su Artículo N°103 trata sobre la protección del agua, indica que, la protección del agua tiene como finalidad la prevención y deterioro de su calidad; proteger y mejorar el estado de los cuerpos naturales y los ecosistemas acuáticos; implantar medidas; específicas para eliminar o minimizar progresivamente las causas que generan su contaminación y degradación.

En su artículo N°131, de aguas residuales y vertimientos, establece que las aguas residuales, cuyas características han sido modificadas por actividades antrópicas, deberán ser vertidas a un cuerpo natural de agua o reusadas contando con un tratamiento previo. El Vertimiento de aguas residuales, en un cuerpo natural de agua continental o marítima deberá ser previamente tratado. Se excluye las provenientes de naves y artefactos navales.

➤ **Política Nacional del Ambiente, D.S. N° 012-2009- MINAM**, tiene como finalidad mejorar la calidad de vida de las personas, asegurando la permanencia de ecosistemas saludables, viables y funcionales a largo plazo; y alcanzar el desarrollo sostenible del país, mediante la prevención, cuidado y recuperación del ambiente y sus componentes, la preservación y el aprovechamiento racional de los recursos naturales, de una manera responsable y teniendo en cuenta el respeto de los derechos fundamentales de la persona.

➤ **D.L N° 1083-2008-ANA**. El presente decreto legislativo establece el marco

normativo para promover el aprovechamiento racional y la conservación de los recursos hídricos motivando el desarrollo de una cultura de uso responsable entre todos los usuarios y operadores de infraestructura hidráulica, pública o privada. La Autoridad Nacional del Agua, fija los parámetros de eficiencia para el aprovechamiento de los recursos hídricos, los cuales son requisitos máximos y mínimos aplicables a cada tipo y forma de uso del recurso. La ANA brinda Certificados de Eficiencia en la cual consta el uso eficiente, así como Certificados de Creatividad, Innovación e Implementación para la Eficiencia del Uso del Agua. Los incentivos institucionales que promueve la Autoridad Nacional del Agua son cursos de buenas prácticas, pasantías, premios, divulgación de experiencias exitosas e impulso del uso de equipos y tecnologías innovadoras. Para los usuarios y operadores que incumplan con los parámetros de eficiencia tendrán que presentar un Plan de Adecuación para el uso eficiente de los recursos hídricos hasta cumplir en un tiempo no mayor de 5 años con los parámetros solicitados. La ANA fomenta la reversión de los excedentes de los recursos hídricos, así como el reúso de los mismos.

➤ ***Decreto Supremo N° 010-2010-MINAM.*** El presente Decreto Supremo aprueba los Límites Máximos Permisibles (LMP) para la descarga de emisiones líquidas de Actividades Minero-Metalúrgicos de acuerdo a los valores establecidos en su Anexo 01, que forma parte del presente Decreto Supremo.

➤ ***Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM.*** El presente decreto supremo aprueba los Estándares de Calidad Ambiental para Agua con el fin de establecer el nivel de concentración o grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en el agua, en cuyos niveles no deberán representar riesgo significativo para la salud de las personas ni para el ambiente. Las categorías para el estándar de calidad se clasifican en Poblacional y Recreacional, la cual a su vez se divide en aguas que pueden ser destinadas a la producción de agua potable y aguas destinadas a la recreación; Actividades

Marino Costeras, la cual se divide en aguas para la extracción y cultivo de moluscos bivalvos, aguas para la extracción y cultivos de otras especies hidrobiológicas y para otras actividades; Riego de Vegetales y Bebida de Animales, esta a su vez se divide en riego de vegetales de tallo alto, riego de vegetales de tallo bajo y bebida de animales; y finalmente Conservación del ambiente acuático, la cual a su vez se divide en lagos y lagunas, ríos y ecosistemas marino costeros; así mismo para cada categoría existe sus propios parámetros y concentraciones establecidas.

➤ **Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM.** En la presente norma se aprueban las disposiciones para la implementación de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Agua, en él se establecen precisiones con respecto a las Categorías y Subcategorías de los Estándares de Calidad en función a los usos del agua.

En este Decreto Supremo se especifican los criterios y consideraciones a tener en cuenta para asignar categorías a los cuerpos de agua, implementar los Estándares de Calidad en zonas intangibles, delimitación de la zona de mezcla y los criterios y exigencias a tener en cuenta para verter efluentes en los cuerpos receptores, también se indican los casos en que la aplicación de los Estándares de Calidad requiera hacer una excepción en el cual se debe presentar estudios geoquímicos u otro tipo de estudios técnicos que indiquen que la presencia de sustancias o compuestos en el agua en concentraciones que superen los Estándares de Calidad Ambiental se debe a causas naturales y no por actividades antrópicas; y por último se establecen las técnicas y/o métodos de análisis que deben ser utilizadas para la determinación de los diferentes parámetros organolépticos, físicos, químicos, orgánicos, inorgánicos y microbiológicos detallados en cada categoría de uso del agua.

➤ **Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM.** La presente norma tiene por objeto compilar las disposiciones aprobadas mediante Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM, el

Decreto Supremo N° 023.2009-MINAM y el Decreto Supremo 015-2015-MINAM, que aprueban los Estándares de Calidad Ambiental para agua quedando sujetos a lo establecido en el presente Decreto Supremo y el Anexo que forma parte integrante del mismo. Esta norma modifica algunos valores de algunos parámetros correspondientes a algunas categorías de los Estándares de Calidad y mantiene a su vez algunos otros establecidos por los anteriores Decretos Supremos.

➤ ***Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental - Ley N° 28245.*** Esta Ley se señala que el objetivo de la Política Nacional Ambiental es el mejoramiento continuo de la calidad de vida de las personas, mediante la protección y recuperación del ambiente y el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, garantizando la existencia de ecosistemas viables y funcionales en el largo plazo.

➤ ***Ley de declaratoria de emergencia ambiental ley N° 28804 (20/07/06).*** El objetivo de la presente Ley es la de regular el procedimiento para declarar en emergencia ambiental una determinada área geográfica en caso de ocurrencia de algún daño ambiental súbito y significativo ocasionado por causas naturales, humanas o tecnológicas que deteriore el ambiente, ocasionando un problema de salud pública como consecuencia de la contaminación del aire, agua y el suelo, que amerite la acción inmediata sectorial a nivel local y regional (Art. 1°). Asimismo, señala los criterios que debe considerarse para declarar dicha emergencia, los responsables y sus funciones, así como la participación interinstitucional.

➤ ***Ley que establece medidas tributarias, simplificación de procedimientos y permisos para la promoción y dinamización de la inversión en el país - Ley N°30230. (12/07/14).*** En dicha norma se realiza una serie de cambios normativos en temas tributarios, ambientales de saneamiento físico – legal de predios y competencias de los gobiernos municipales y regionales.

➤ ***Ley de Conservación y Desarrollo Sostenible de la Diversidad Biológica – Ley***

N° 26839. Señala que el Estado es soberano en la adopción de medidas para la conservación y utilización sostenible de la diversidad biológica, lo cual implica conservar la diversidad de ecosistemas, especies y genes, así como mantener procesos ecológicos esenciales de los que dependen la supervivencia de las especies.

Autoriza al Estado a promover la adopción de un enfoque integrado para el manejo de tierras y agua utilizando la cuenca hidrográfica como unidad de manejo y planificación ambiental, la conservación de los ecosistemas naturales, así como las tierras de cultivo, la prevención de la contaminación y degradación de los ecosistemas terrestres y acuáticos, y la rehabilitación y restauración de los ecosistemas degradados, principalmente.

➤ ***Ley Orgánica de Gobiernos Regionales - Ley N° 27867.*** Establece que los gobiernos regionales tienen dentro de sus competencias compartidas, el promover y regular actividades y/o servicios en materia de vialidad, comunicaciones, educación, salud y medio ambiente, realizar la gestión sostenible de los recursos naturales y mejoramiento de la calidad ambiental, preservación y administración de las reservas y áreas naturales protegidas regionales, entre otras.

➤ ***Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias.*** Compila las disposiciones aprobadas mediante el Decreto Supremo N°002-2008-MINAM, el Decreto Supremo N°023-2009-MINAM y el Decreto Supremo N°015-2015-MINAM, que aprueban los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua, quedando sujetos a lo establecido en el presente Decreto Supremo y el Anexo que forma parte integrante del mismo.

Las categorías establecidas para los estándares de calidad ambiental para agua son:

- ✓ Categoría 1: Poblacional y Recreacional.
- ✓ Categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales.
- ✓ Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales.

✓ Categoría 4: Conservación del ambiente acuático.

➤ ***Decreto Ley N° 25977, que aprueba la Ley General de Pesca (D.L. N° 25977, publicada el 21 de diciembre de 1992)***, La Ley General de Pesca aprobado por D.L. N° 25977 del 21 de diciembre de 1992, en su artículo 1° señala que dicha Ley tiene por objeto normar la actividad pesquera 49 con el fin de promover su desarrollo sostenido como fuente de alimentación, empleo e ingresos y de asegurar un aprovechamiento sostenible de los recursos hidrobiológicos, optimizando los beneficios económicos, en armonía con la protección al medio ambiente y la conservación de la biodiversidad.

➤ ***Decreto Supremo N° 012-2001-PE, que aprueba el Reglamento de la Ley General de Pesca (D.S. N° 012-2001-PE; publicada el 13 de marzo del 2001)*** El Reglamento de la Ley General de Pesca, en su Título VII de la Protección del Medio Ambiente, artículo 78° de Obligaciones de los titulares de las actividades pesqueras y acuícolas señala que "Los titulares de las actividades pesqueras y acuícolas son responsables de la generación de sus efluentes, emisiones, ruidos y disposición de desechos, como resultado de los procesos efectuados en sus instalaciones, de los daños a la salud o seguridad de las personas, de efectos adversos sobre los ecosistemas o sobre la cantidad o calidad de los recursos naturales en general y de los recursos hidrobiológicos en particular, así como de los efectos o impactos resultantes de sus actividades". Asimismo, el artículo 89°. Actividades pesqueras sujetas a la elaboración y aprobación de un Estudio de Impacto Ambiental, establece que están sujetas a la elaboración y aprobación de un Estudio de Impacto Ambiental (EIA) previo al otorgamiento de la concesión, autorización, permiso o licencia, según corresponda, la actividad de acuicultura, entre otras actividades.

➤ ***Decreto Supremo N° 010-2008-PRODUCE, que aprueba los Límites Máximos Permisibles (LMP) para la Industria de Harina y Aceite de Pescado (D.S. N° 010-2008-PRODUCE, publicado el 30 de abril del 2008)*** La indicada norma que aprueba los Límites

Máximos Permisibles para los efluentes de la industria de harina y aceite de pescado, establece en su inciso 1) de la Primera Disposición Transitoria que el Ministerio de la Producción, en un plazo no mayor de tres meses contados a partir del día siguiente de la entrada en vigencia, aprobará una Guía para la Actualización del Plan de Manejo Ambiental para que los titulares alcancen el cumplimiento de los LMP de sus efluentes pesqueros en concordancia con su EIA o PAMA. Los administrados presentarán sus expedientes técnicos dentro de dos meses a la publicación de la Guía, los cuales serán evaluados en un plazo no mayor a cinco meses. El inciso 4) de la Primera Disposición Sanitaria establece que la actualización del Plan de Manejo Ambiental (PMA) contemplará un periodo de adecuación para cumplir con los LMP en un plazo no mayor de cuatro años, el cual será contabilizado desde la aprobación de los referidos PMA por parte del Ministerio de la Producción. Asimismo, fija los valores límites para los efluentes industriales pesqueros siendo los parámetros a evaluar: AyG, DBO5, pH y SST, ver Tabla 4

Respecto al parámetro DBO5 del efluente, en la Tabla 5 se presentan normas referenciales. De la información presentada, se observa que la norma ecuatoriana considera concentraciones de efluentes que serán vertidos por emisores submarinos, situación análoga a la disposición de los efluentes pesqueros de CHI en nuestro país.

➤ ***Resolución Ministerial N° 621-2008-PRODUCE, que Establecen Disposiciones Dirigidas a Titulares de Plantas de Harina y Aceite de Pescado y de Harina Residual de Pescado, a fin de Realizar la Innovación Tecnológica para Mitigar sus Emisiones al Medio Ambiente (R.M. N° 621-2008-PRODUCE, publicado el 23 de julio de 2008).*** La norma establece un cronograma para realizar la innovación tecnológica para mitigar las emisiones de las plantas de harina y aceite de pescado y de harina residual de pescado al medio ambiente.

➤ ***Resolución Ministerial N° 181-2009-PRODUCE, que aprueba la Guía para la Actualización del Plan de Manejo Ambiental (PMA) para que los titulares de los establecimientos industriales pesqueros alcancen el cumplimiento de los Límites Máximos Permisibles aprobados por Decreto Supremo N° 010-2008-PRODUCE (R.M. N° 181-2009-PRODUCE, publicada el 28 de abril del 2008).*** A través de esta norma, los establecimientos industriales pesqueros presentan los Planes de Manejo Ambiental (PMA) al PRODUCE, para su correspondiente aprobación, en la cual plantea las medidas y sistemas de tratamientos complementarios a implementar para cumplir con los valores fijados en los LMP aprobado por Decreto Supremo N° 010-2008-PRODUCE.

➤ ***Protocolo para el Monitoreo de Efluentes y cuerpo Marino Receptor para la Industria Pesquera de Consumo Humano Indirecto (R.M. N° 003-2002-PE y su modificatoria R.M. N° 061-2016-PRODUCE)*** Los protocolos sirven para estandarizar los procedimientos, métodos de muestreo y análisis de los efluentes, asegurando que la información recabada sea de calidad y compatibles. Dichos programas de monitoreo sirven para mejorar la eficiencia en sus sistemas de tratamiento. Los establecimientos industriales pesqueros con licencia de operación vigente para el proceso de los recursos hidrobiológicas de CHI, deberán presentar los reportes de monitoreo con los resultados conforme a lo especificado en el protocolo.

➤ ***Establecimientos de épocas de veda y pesca de la anchoveta.*** En el artículo 12 de la Ley General de Pesca N° 25977, establece los sistemas de ordenamiento pesquero, donde se considera según sea el caso, los regímenes de acceso, captura total permisible, magnitud del esfuerzo de pesca, períodos de veda, temporadas de pesca, tallas mínimas de captura, zonas

prohibidas o de reserva, artes, aparejos, métodos y sistemas de pesca, así como las acciones de monitoreo, control y vigilancia.

➤ ***Decreto Legislativo N° 1084, que aprueba la Ley sobre Límites Máximos de Captura por Embarcación, (D.L. N° 1084, publicada el 28 de junio de 2008)*** La presente Ley tiene por objeto en su artículo 1, establecer el mecanismo de ordenamiento pesquero aplicable a la extracción de los recursos de anchoveta y anchoveta blanca (*Engraulis ringens* y *Anchoa nasus*) destinada al Consumo Humano Indirecto, con la finalidad de mejorar las condiciones de almacenamiento para la modernización y eficiencia; promover un desarrollo sostenido del recurso como fuente de alimentación, empleo e ingresos; y, asegurar un aprovechamiento responsable de los recursos hidrobiológicos, en armonía con la preservación del medio ambiente y la conservación de la biodiversidad. De manera complementaria se aplicarán a la extracción del recurso de anchoveta otras medidas de ordenamiento pesquero contempladas en la Ley General de Pesca. La fijación de cuotas o de los Límites Máximos de Captura por Embarcación se realiza a partir de la recomendación científica del IMARPE, a fin de salvaguardar la sostenibilidad del stock de dicha especie.

III. MÉTODO

3.1 Diseño de investigación

En literatura, referente la presente investigación es cuantitativa, puesto que se realizará la recolección de datos en mediciones numéricas y análisis estadístico para probar hipótesis, definir comportamientos y probar teorías, (Hernández, et al., 2006, p.15), en la presente investigación con un enfoque cuantitativo se procedió a realizar la recolección de datos midiendo parámetros in situ y análisis en laboratorio, es decir se realizaran procedimientos que parten desde la recolección de muestras de las aguas en puntos aleatorios de la Bahía Ferroles, con la finalidad de dar a conocer el estado de la calidad de agua que presenta dicha Bahía.

Por otro lado, el diseño de la investigación propuesto para el presente estudio es no experimental longitudinal, porque no se realizará la manipulación de ninguna variable, y se busca analizar cuál es el nivel o modalidad de la variable en un determinado momento o Evaluar una situación, evento o fenómeno en un punto del tiempo; y es longitudinal porque el recojo de datos será en diferentes tiempos y más de una vez. No obstante, si se observa el comportamiento de los fenómenos en su ámbito natural, es decir que dicho diseño permitirá al presente trabajo definir si la causa principal de la alteración en los parámetros fisicoquímicos del agua en la Bahía Ferroles es producto de los vertimientos pesqueros.

El presente estudio es Descriptivo puesto que a partir de la información obtenida de las concentraciones de los parámetros se evaluará cada uno de ellos y si cumplen con LMP. Es Aplicada, porque nos permitirá aplicar nuestros conocimientos, para la evaluación de los parámetros para obtener resultados que ayuden al desarrollo de la investigación. Y es Explicativa porque está orientada a la comprobación de la hipótesis planteada, basándose en el análisis, la evaluación, síntesis e interpretación de los resultados obtenidos.

La investigación fue definida con enfoque cuantitativo, de tipo cuantitativa - aplicada de nivel descriptivo correlacional y el diseño como no experimental- longitudinal.

3.2 **Ámbito temporal y espacial**

3.2.1. *Ámbito temporal*

Para el desarrollo de la tesis, se tomará como referencia las épocas de producción noviembre 2019 y la época de veda enero del 2020.

En términos de Ejecución, tendrá una duración aproximada de 6 meses, a partir del mes de enero del 2020, y una culminación en el mes de junio del 2020.

3.2.2. *Ámbito espacial*

a) **Ubicación.** La presente investigación se desarrolla y ubica en la Bahía Ferroles, en el Callao. En dicho Tramo se establece 10 estaciones de monitoreo de agua.

b) **Localización Georreferenciada.** Coordenadas geográficas de la Bahía Ferroles UTM WGS 84.

- Longitud: 8 672 546 N
- Latitud: 261 786 E

3.3 **Variables**

3.3.1. *Variable Independiente*

- Vertimientos Pesqueros

3.3.2. *Variable Dependiente*

- Variación Fisicoquímica

Tabla 5.

Operacionalización de Variables de Investigación

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
Variable Independiente Vertimientos Pesqueros	Descargar aguas residuales de la industria pesquera en cuerpos de agua natural, ocasionando alteraciones en la calidad de agua, riesgos en la salud humana y ecosistemas. (Coronado, 2018).	La calidad de agua de los efluentes pesqueros que son vertidos a los cuerpos de agua se determina bajo los lineamientos establecidos en la R.M N°029-2019-PRODUCE, donde indica lineamientos de monitoreo de efluentes pesqueros y análisis de estos. se comparan los valores con los LMP ara efluentes de la industria pesquera (D.S. N°010-2018-MINAM)	Temporada	Veda Producción Pesquera AyG SST pH	– – mg/l mg/l –
			LMP	DBO	mg/l
Variable Dependiente Variación Fisicoquímica	Es la variación de los parámetros fisicoquímicos que determinan la calidad del agua, como Temperatura, salinidad, pH, OD, DBO, entre otros. siendo las concentraciones de estos parámetros los que determinan el estado de la Calidad de	Se establece los puntos de muestreo basándose en el “Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales”, aprobado mediante R.J. N° 010-2016-ANA., y los resultados de los análisis serán comparados con los ECA para agua superficial), Categoría 4	Parámetros de Campo	Temperatura Salinidad pH Oxígeno Disuelto Materia Orgánica H2S DBO Aceites y Grasas SST Nitratos Fosfatos	mg/l mg/l ° C mg/l % mg/l mg/l mg/l mg/l mg/l mg/l
			Parámetros de Laboratorio		

Agua. (Coronado,
2018).

“Conservación del
ambiente acuático”, sub
categoría E3:
Ecosistemas costeros y
marinos, D.S N° 004-
2017-MINAM

3.4 Población y muestra

3.4.1. Población

Nuestra población en estudio son las aguas que conforman el volumen total correspondiente a la Bahía de Ferroles en el Callao.

La muestra a tomar para su análisis en la Bahía, será una parte de la población en estudio, donde se tendrá en cuenta los volúmenes de agua de mar bajo sus tres niveles de cuerpo receptor, el superficial, intermedio y de fondo.

3.4.2. Muestra

La muestra tomada de la Bahía Ferroles, consta de un volumen de agua de aproximadamente 100 litros, el cual será considerado para dos monitoreos a fin de determinar las concentraciones de los parámetros fisicoquímicos. Para la ubicación de los puntos de muestreo se realizó sobre la base del juicio de expertos en la especialidad.

3.5 Técnicas e Instrumentos para la Recolección de Datos

3.5.1. Técnicas

- Muestreo.
- Protocolo de monitoreo.
- Análisis de muestras.
- Observación de campo.

3.5.2. Instrumentos

- Equipos de campo y de mesa.
- Métodos Estandarizados.
- Fichas textuales, resúmenes de informes, trabajos anteriores si hubieran,
- Estadísticas, etc.

3.5.3. Fuentes

- Reportes de monitoreos anuales.
- Mapas temáticos zonales.
- Informes, trabajos anteriores, estadísticas, etc
- El propio investigador se encargará de realizar el trabajo de campo

3.6 Procedimientos

Para la realizar el estudio se recurrirá al método de evaluación integrada del medio biofísico, con el diseño de mapas y reconocimiento de campo. Asimismo, se aplicará también el método experimental para el análisis de las aguas naturales. El procedimiento seguido en la presente investigación, consiste en cuatro etapas secuenciales: etapa preliminar de gabinete, etapa de campo, etapa de laboratorio y etapa final de gabinete

3.6.1. Etapa preliminar

Se cuenta con un mapa de ubicación y referencias bibliográficas y estadísticas de la hidrografía del Perú se procedió a elaborar el proyecto de investigación:

➤ Elección del Área de Estudio

Para identificar el área de estudio, se realizará al menos dos (02) visitas preliminares a las actividades de muestreo, con el objetivo percibir, analizar y tomar en cuenta la situación real de los aspectos físicos, ambientales y sociales en la zona de estudio.

➤ Identificación de Industrias Pesqueras

- Pesquera Diamante
- Pesquera Exalmar
- Pesquera Liguria.
- Pesquera Capricornio
- Pesquera Superfish SA

- Pesquera Tecnología de Alimentos

➤ Ubicación de los puntos de muestreo

Localizadas las industrias y los puntos de vertimiento de efluentes industriales pesqueros, se procedió a determinar los puntos donde se realizarán las actividades de muestreo, puntos específicos y representativos de la zona y la problemática en cuestión. Finalmente, para el estudio se establecieron (10) puntos de muestreo a lo largo de la Bahía Ferroles, como se indica en la Tabla 6.

Tabla 6.

Ubicación de las estaciones de monitoreo

Estaciones de Monitoreo	ESTE	NORTE
1	266 623	8 672 402
2	266 634	8 672 490
3	266 645	8 672 581
4	266 653	8 672 679
5	266 349	8 672 428
6	266 351	8 672 508
7	266 355	8 672 601
8	266 360	8 672 697
9	266 154	8 672 507
10	266 151	8 672 602

3.6.2. Etapa de campo

Una vez identificadas y localizadas los puntos de monitoreo en el área de estudio se procederá a levantar la información en la etapa de campo, la cual será recolectada en las visitas a la Bahía Ferroles, en dos épocas distintas, una de producción y otra de veda.

El muestreo se realizará considerando el “Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales”, aprobado mediante R.J. N° 010-2016-ANA, así mismo se tomará en cuenta dos momentos específicos para el monitoreo, tanto en época de producción como de veda, con la finalidad de obtener dos escenarios de resultados que

aportaron a resolver las hipótesis planteadas y definir las conclusiones.

3.6.3. Etapa de laboratorio

En esta etapa se realizará el análisis de los parámetros fisicoquímicos del agua muestreada en el laboratorio de Medio Ambiente de la Facultad de Ingeniería Geográfica, Ambiental y Ecoturismo de la Universidad Nacional Federico Villarreal, además de la caracterización de la zona de estudio, basada en una evaluación descriptiva de las causas que generan los impactos más severos en la Bahía Ferroles.

3.6.4. Etapa final

Después de realizar el análisis de los parámetros fisicoquímicos se procederá con los cálculos y comparaciones correspondientes según los ECA Nacionales (D.S N° 004-2017-MINAM).

3.7 Análisis de datos

Una vez analizados los parámetros de estudio considerados según D.S. N°004-2017-MINAM, Categoría 2- “Actividades de extracción y cultivo marino-costeras y continentales”, sub categoría C2: “Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas”, se deberá realizar los siguientes análisis estadísticos que permitan describir las principales características de las variables con la finalidad de dar a conocer los niveles que sobrepasan los Estándares de Calidad Ambiental para cada uno de los parámetros físico-químico

- Prueba de Normalidad: la prueba de hipótesis aplicada al presente estudio es la prueba de Shapiro-Wilk, considerando una hipótesis nula y alterna.
- Prueba de ANOVA: permite comparar los valores de los monitoreos realizados en cada época (producción y veda), con los valores de los ECAs para agua.
- Análisis de Datos: para el análisis y comparación de datos, se tomó en cuenta el D.S. N°004-2017-MINAM, Estándares de Calidad Ambiental para Agua, “Actividades de

extracción y cultivo marino-costeras y continentales”, sub categoría C2: “Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas”.

IV. RESULTADOS

Los resultados se obtuvieron de dos monitoreos llevados a cabo en noviembre del 2019 (época de producción) y enero del 2020 (época de veda), tanto a nivel de superficie como a nivel de fondo, y comparados con el ECA Categoría 4-E3, Marinos (DS 004-2017-MINAM):

4.1 Resultados de monitoreo a nivel de superficie

A continuación, se muestran los resultados a nivel de superficie, tanto en época de producción como en época de veda.

Tabla 7.

Resultados de los monitoreos a nivel de superficie

Estación	Periodo de monitoreo	Temperatura (°C)	pH	Salinidad (o/oo)	Parámetros Físicos-químicos					Aceites y Grasa (mg/l)	SST (mg/l)
					OD (mg/l)	DBO (mg/l)	Nitritos (mg/l)	Nitratos (mg/l)	Fosfatos (mg/l)		
1-S		15,1	7,7	32	3,2	30,5	0,022	0,320	0,217	4,8	50,3
2-S		15,0	7,9	31	4,0	25,8	0,027	0,415	0,255	4,3	38,2
3-S		15,2	7,8	33	3,8	33,7	0,035	0,547	0,196	3,4	41,1
4-S	Producción - 28 de noviembre 2019	15,1	7,8	34	3,4	90,8	0,030	0,637	0,237	3,2	43,2
5-S		14,7	7,9	33	2,8	135,2	0,033	1,055	0,285	6,3	51,2
6-S		14,9	8,1	34	2,1	158,7	0,037	0,825	0,256	7,4	48,4
7-S		15,4	8,0	34	3,2	204,3	0,028	0,761	0,307	8,2	62,1
8-S		15,3	7,8	33	3,1	173,7	0,047	0,678	0,293	7,1	21,3
9-S		15,1	7,9	33	5,1	165,5	0,015	0,234	0,202	2,3	24,4
10-S		15,2	7,7	34	4,8	45,4	0,018	0,148	0,242	1,8	23,5
1-S	Veda - 28 de enero 2020	21,8	7,8	30	4,2	10,5	0,011	0,035	0,125	3,1	30,3
2-S		22,4	7,9	32	4,3	15,8	0,021	0,031	0,145	2,3	18,2
3-S		21,7	7,9	31	3,7	13,7	0,017	0,046	0,165	2,4	21,1

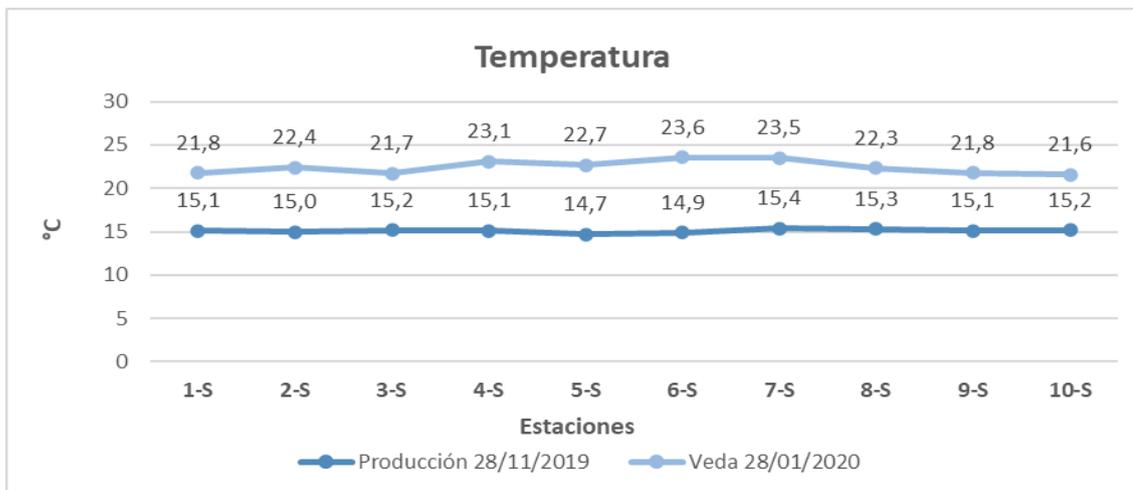
Estación	Periodo de monitoreo	Parámetros Físicos-químicos									
		Temperatura (°C)	pH	Salinidad (o/oo)	OD (mg/l)	DBO (mg/l)	Nitritos (mg/l)	Nitratos (mg/l)	Fosfatos (mg/l)	Aceites y Grasa (mg/l)	SST (mg/l)
4-S		23,1	7,7	33	5,4	30,4	0,012	0,082	0,196	2,2	33,2
5-S		22,7	7,9	35	5,7	35,2	0,015	0,061	0,205	3,3	31,2
6-S		23,6	8,0	34	6,5	58,7	0,014	0,025	0,225	4,4	35,4
7-S		23,5	8,1	35	5,8	54,3	0,016	0,038	0,185	5,2	32,1
8-S		22,3	7,9	33	6,3	73,5	0,015	0,038	0,162	5,1	15,3
9-S		21,8	7,8	34	6,9	65,5	0,012	0,012	0,175	2,2	14,4
10-S		21,6	7,8	35	7,2	35,7	0,011	0,011	0,185	1,3	20,5

4.1.1. *Temperatura*

A continuación, en la Figura 1, se muestra el resultado de la Temperatura a nivel superficial en época de producción y época de veda.

Figura 1

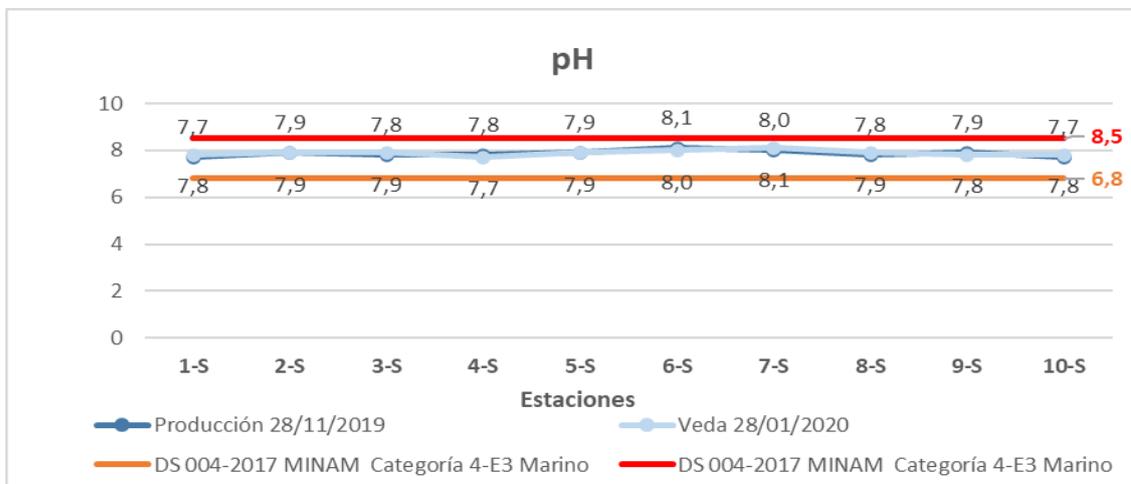
Resultados de Temperatura a nivel superficial



Los resultados muestran un comportamiento normal de la temperatura para cada una de las estaciones monitoreadas, considerando la estación o época de primavera y verano en que fueron tomadas las muestras. No se evidencia algún tipo de perturbación que podría darse por alguna forma de contaminación térmica.

4.1.2. *Potencial de Hidrógenos (pH)*

A continuación, en Figura 2, se muestra el resultado del pH a nivel superficial en época de producción y época de veda.

Figura 2*Resultados de pH a nivel superficial*

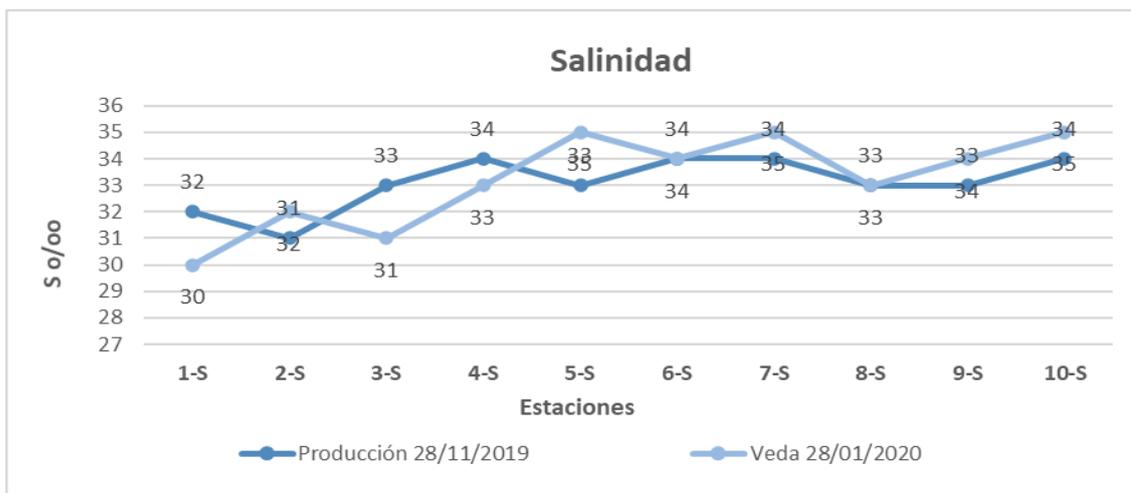
Los resultados muestran un comportamiento normal de los niveles de pH para cada una de las estaciones monitoreadas, considerando la estación o época de primavera y verano en que fueron tomadas las muestras. No se evidencia alguna forma de alteración significativa que podría darse por algún tipo de sustancia acida o alcalina en el ambiente marino receptor, por lo que se considera un parámetro dentro de lo normal, teniendo en cuenta el Estándar de Calidad Ambiental (6.8-8.5) para la categoría 4.

4.1.3. Salinidad

A continuación, en la Figura 3, se muestra el resultado de la Salinidad a nivel superficial en época de producción y época de veda.

Figura 3

Resultados de salinidad a nivel superficial



Los resultados muestran un comportamiento normal de la Salinidad para cada una de las estaciones monitoreadas, considerando la estación o época de primavera y verano en que fueron tomadas las muestras. No se evidencia algún tipo de alteración de sus valores normales para un cuerpo receptor marino, que puedan estar asociados de alguna forma a un tipo de contaminación por incremento de sales.

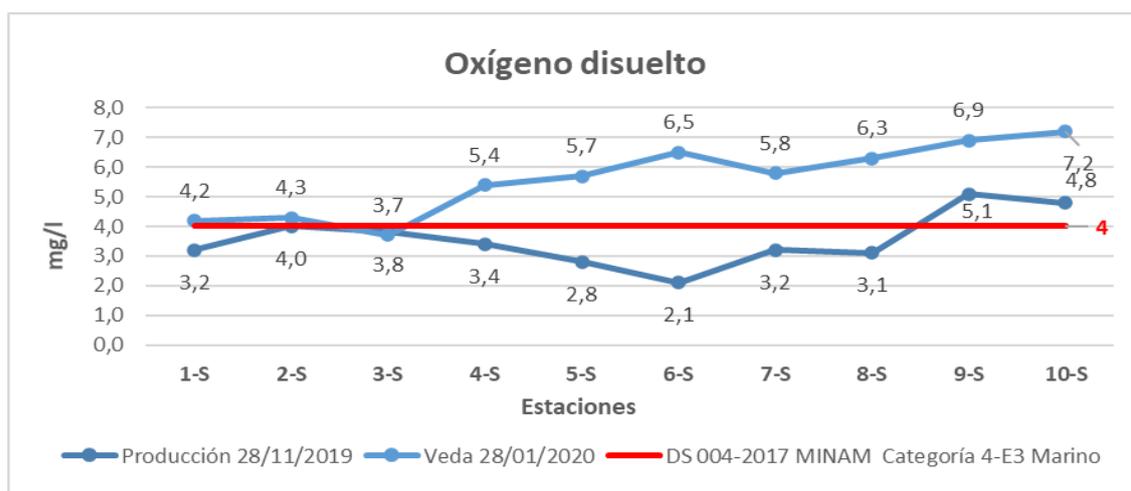
4.1.4. Oxígeno Disuelto

A continuación, en la

Figura 4, se muestra el resultado de Oxígeno Disuelto a nivel superficial en época de producción y época de veda.

Figura 4

Resultados de Oxígeno Disuelto a nivel superficial



Los niveles de Oxígeno Disuelto registrados para el muestreo en época de producción, indican valores por debajo de los ECA (4 mg/l) en gran parte de la Bahía de Ferroles, a excepción de las estaciones 9 y 10, que están más alejadas del litoral. Estos niveles mostrados son debido a la gran carga orgánica proveniente de la Industria Pesquera y posibles efluentes urbanos.

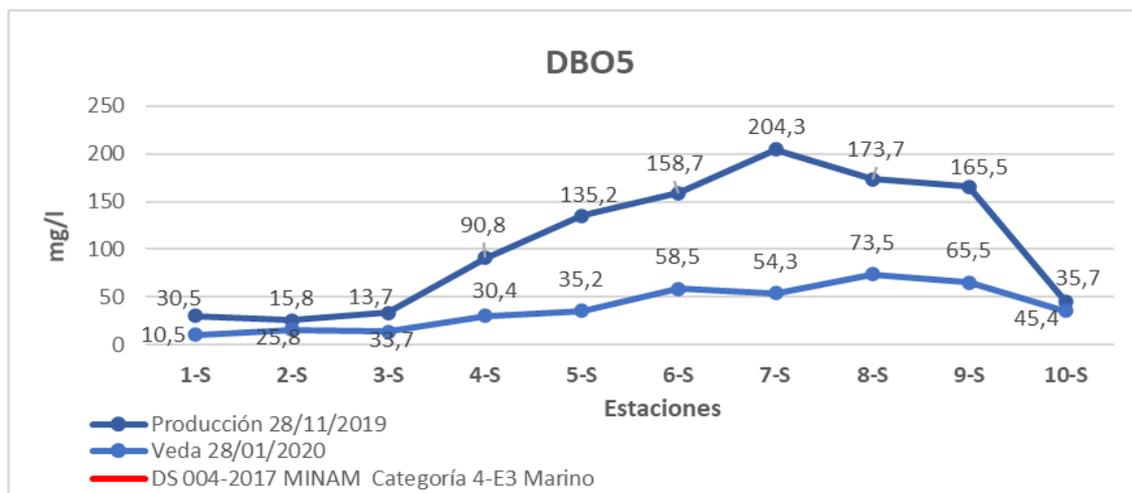
En cuanto a los niveles de Oxígeno Disuelto registrados en época de veda, indican valores superiores al ECA en gran parte de la Bahía de Ferroles, a excepción de la estación 3, que está más cercana al litoral. Estos niveles mostrados son debido a la baja carga orgánica presente y a una recuperación del sistema marino en relación al monitoreo anterior que se

encontraba en época de producción pesquera.

4.1.5. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)

A continuación, en la Figura 5, se muestra el resultado de la DBO a nivel superficial en época de producción y época de veda.

Figura 5
Resultados de DBO₅ a nivel superficial

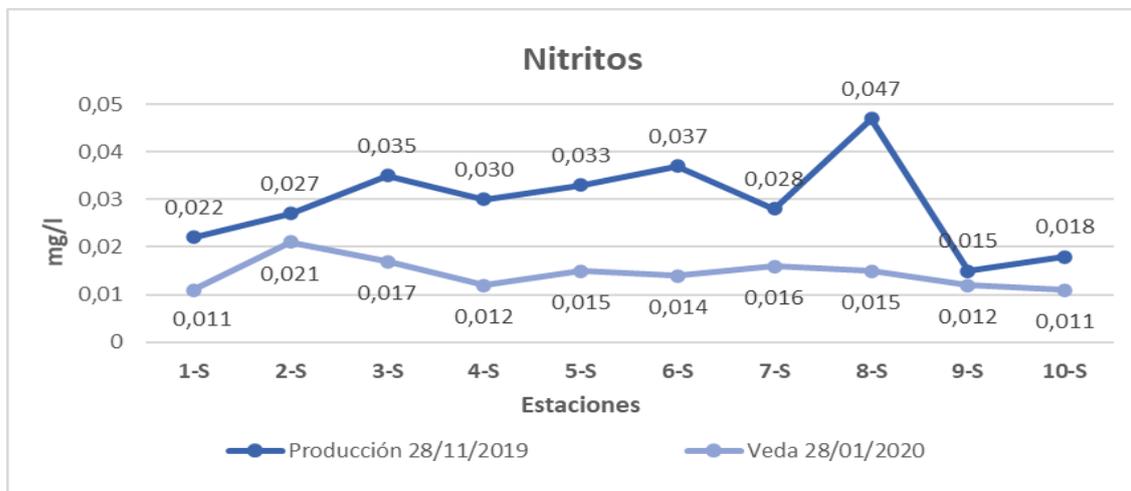


Los niveles de DBO registrados para el monitoreo en época de producción, indican valores por encima de los ECA (10 mg/l) para todas las estaciones muestreadas y en gran parte de la Bahía de Ferroles, presentando sus concentraciones más altas en las estaciones 6, 7, 8 y 9, así mismo, se aprecia que en la estación más alejada se reduce su concentración. Estos niveles mostrados son debido a la gran carga orgánica proveniente de la Industria Pesquera y posibles efluentes urbanos.

En cuanto a los niveles de DBO registrados en época de veda, indican también valores superiores al ECA en gran parte de la Bahía de Ferroles, aunque las concentraciones en relación a la época de producción son mucho menores, lo cual indica aún la presencia de materia orgánica, pero en menor cantidad.

4.1.6. Nitritos

A continuación, en la Figura 6, se muestra el resultado de Nitritos a nivel superficial en época de producción y época de veda.

Figura 6*Resultados de nitritos a nivel superficial*

Las concentraciones de Nitritos para el monitoreo en época de producción, se presentan con valores más elevados desde la estación 2 hasta la 8, bajando su concentración en las estaciones más alejadas 9 y 10. En los puntos indicados la mineralización de los compuestos orgánicos es notoria, debido a la presencia del abundante material biodegradable. Cabe indicar que este parámetro no cuenta con un ECA para poder ser comparado.

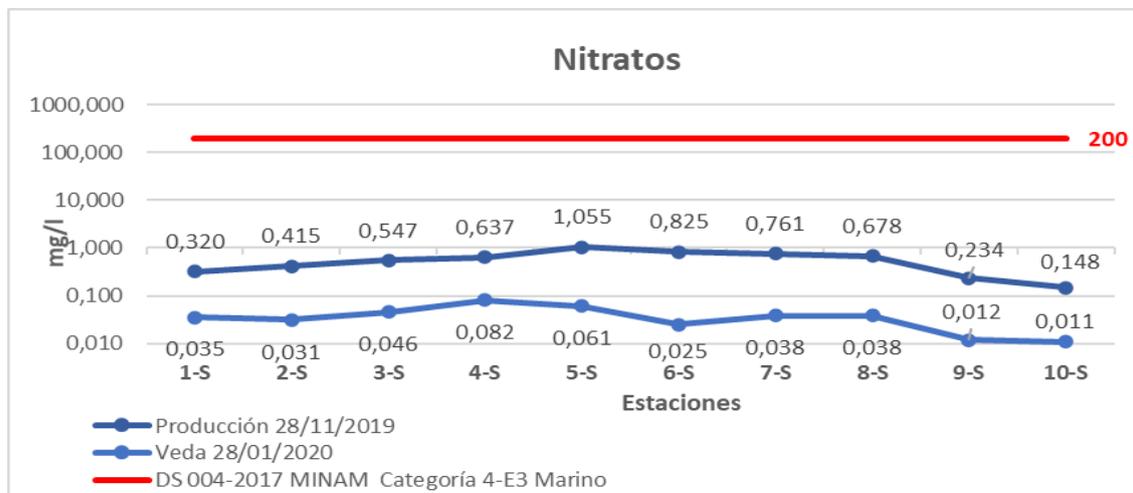
Las concentraciones de Nitritos para el monitoreo en época de veda, se reducen considerablemente a diferencia de la época de producción, debido a que existe una menor mineralización por la baja presencia de material biodegradable. El parámetro de Nitritos no cuenta con un ECA para esta categoría, a fin de ser comparado.

4.1.7. Nitratos

A continuación, en Figura 7, se muestra el resultado de Nitratos a nivel superficial en época de producción y época de veda.

Figura 7

Resultados de nitratos a nivel superficial



Las concentraciones de Nitratos para el monitoreo en época de producción, se presentan con valores más elevados en las estaciones 5, 6 y 7, bajando su concentración en las estaciones más alejadas 9 y 10. En los puntos indicados la mineralización de los compuestos orgánicos es notoria, esto como producto de una rápida oxidación del amoniac y los nitritos. Sin embargo, se aprecia que todos los valores se encuentran dentro de los ECA (200 mg/l).

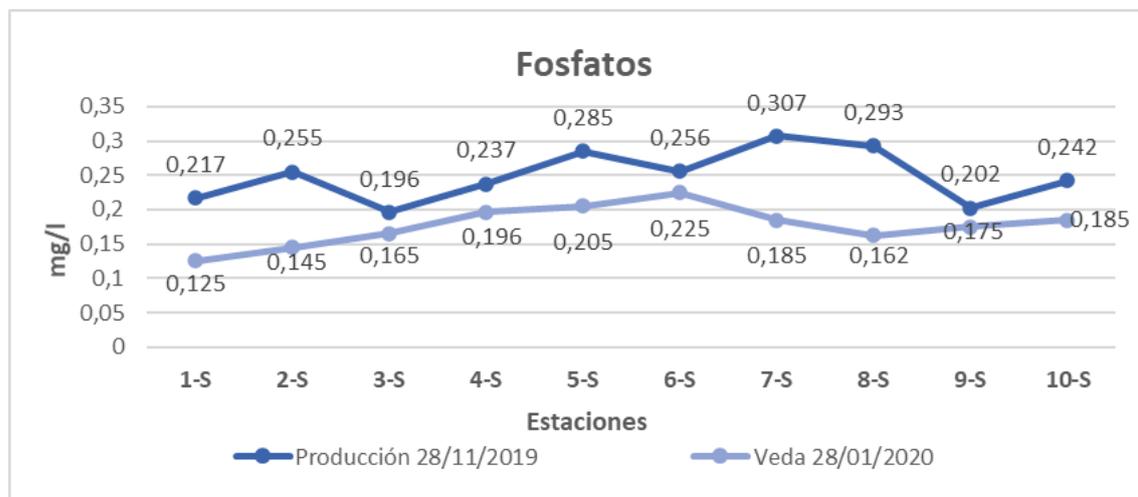
Las concentraciones de Nitratos para el monitoreo en época de veda, se reducen considerablemente a diferencia de la época de producción, debido a que existe una baja oxidación del Amonio y los Nitritos. Sus niveles se encuentran dentro de los ECA.

4.1.8. Fosfatos

A continuación, en la Figura 8, se muestra el resultado de Fosfatos a nivel superficial en época de producción y época de veda.

Figura 8

Resultados de fosfatos a nivel superficial



Las concentraciones de Fosfatos para el monitoreo en época de producción se encuentran ligeramente elevados en sus valores normales. Esta elevación es posible por algún tipo de descarga doméstica o debido a su cercanía con la desembocadura del río Rímac, que trae consigo descargas domésticas en su recorrido. Este parámetro no cuenta con una Estándar de Calidad Ambiental para la categoría 4, para ser comparado.

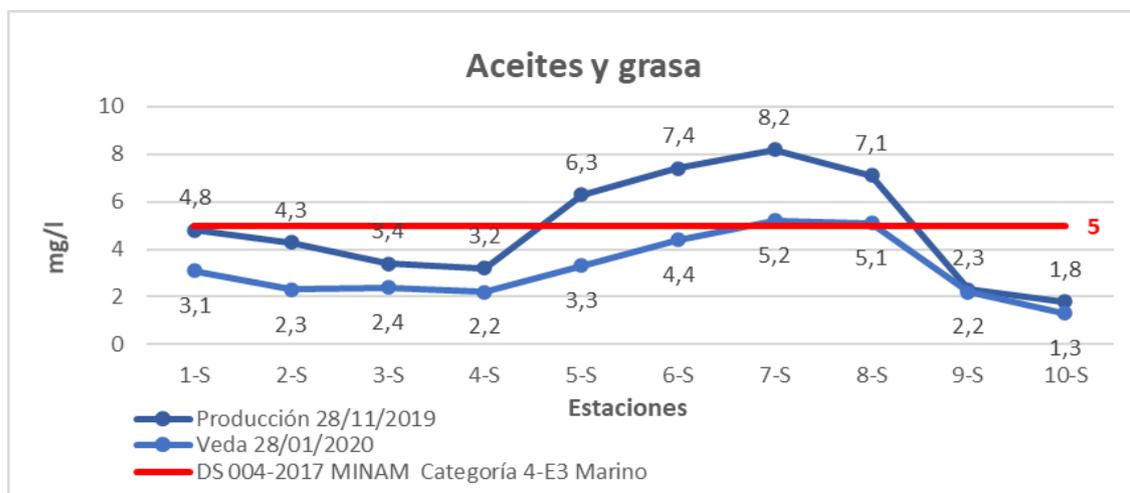
Las concentraciones de Fosfatos para el monitoreo en época de veda, son ligeramente menores a diferencia de la época de producción, pero están dentro de sus valores normales para un ambiente acuático marino. El parámetro de fosfatos no cuenta con una Estándar de Calidad Ambiental para la categoría 4, para ser comparado.

4.1.9. Aceites y Grasa

A continuación, en la Figura 9, se muestra el resultado de la Aceites y Grasa a nivel superficial en época de producción y época de veda.

Figura 9

Resultados de aceites y grasa a nivel superficial

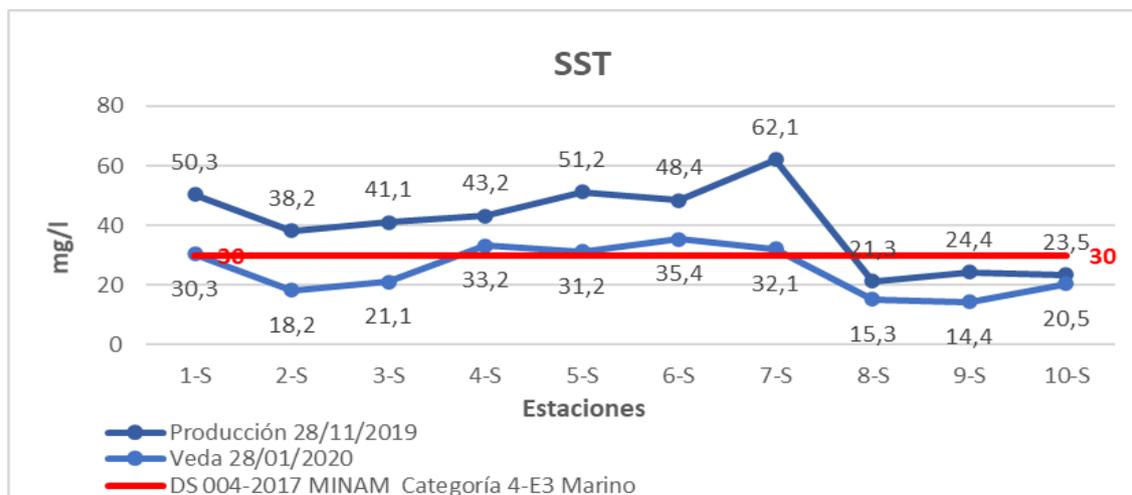


Los niveles de Aceites y Grasa registrados para el monitoreo en época de producción, indican valores por encima de los ECA (5 mg/l), para las estaciones 5, 6, 7 y 8, presentando sus concentraciones más bajas en las estaciones 1, 2, 3, 4, 9 y 10. Estos niveles mostrados posiblemente debido a las descargas proveniente de la Industria Pesquera, lubricantes de embarcaciones y efluentes domésticos.

En cuanto a los niveles de Aceites y Grasa registrados en época de veda, indican también valores ligeramente superiores al ECA en las estaciones 7 y 8, aunque las concentraciones en relación a la época de producción son menores, la presencia de aceites y grasa se debe posiblemente a la presencia de aceites y lubricantes de las embarcaciones.

4.1.10. Sólidos Suspendidos Totales (SST).

A continuación, en la Figura 10, se muestra el resultado Sólidos Suspendidos Totales a nivel superficial en época de producción y época de veda.

Figura 10*Resultados de SST a nivel superficial*

Los niveles de SST registrados para el monitoreo en época de producción, indican valores por encima de los ECA (30 mg/l), para las estaciones 1 hasta la 7, y presentando sus menores concentraciones en las estaciones más alejadas del litoral 8, 9 y 10. Estos niveles excedidos se debe posiblemente a las descargas proveniente de la Industria Pesquera y efluentes domésticos.

En cuanto a los niveles de SST registrados en época de veda, indican también valores ligeramente superiores al ECA (30 mg/l) en las estaciones 1, 4, 5, 6 y 7, aunque las concentraciones en relación a la época de producción son menores, su presencia se debe posiblemente a descargas de efluentes domésticos. Las demás estaciones 2, 3, 8, 9 y 10 se encuentran dentro del ECA.

4.2 Resultados de monitoreo a nivel de Fondo

A continuación, se muestran los resultados a nivel de Fondo, tanto en época de producción (noviembre del 2019), así como en época de veda (enero del 2020).

Tabla 8.

Resultados de los monitoreos de parámetros físicos-químicos a nivel de fondo

Estación	Periodo de monitoreo	Parámetros Físicos-químicos									
		Temperatura (°C)	pH	Salinidad (o/oo)	OD (mg/l)	DBO (mg/l)	Nitritos (mg/l)	Nitratos (mg/l)	Fosfatos (mg/l)	Aceites y Grasa (mg/l)	SST (mg/l)
1-F	Producción - 28 de noviembre 2019	13,6	7,9	35	1,5	50,5	0,048	0,785	0,826	4,7	44,5
2-F		13,4	8,2	34	1,4	45,8	0,045	0,858	0,953	3,9	38,2
3-F		13,6	7,8	34	2,1	53,7	0,032	0,936	0,895	4,1	38,3
4-F		13,5	7,8	35	1,5	120,8	0,028	0,618	1,135	3,8	46,2
5-F		13,2	8,1	35	2,1	165,4	0,035	0,725	0,985	5,8	54,2
6-F		13,7	8,2	35	1,3	190,3	0,022	0,805	0,874	5,4	44,4
7-F		13,3	7,8	34	1,5	280,5	0,032	0,712	0,805	7,6	52,1
8-F		13,2	7,9	35	1,7	273,2	0,030	0,615	0,725	7,1	31,3
9-F		13,5	7,8	35	4,6	301,6	0,011	0,121	0,312	2,3	29,4
10-F		13,6	7,9	34	5,2	90,4	0,013	0,088	0,256	2,0	27,5
1-F	Veda - 19 de enero 2020	19,6	7,9	34	2,6	40,5	0,019	0,035	0,123	3,7	24,5
2-F		19,4	8,1	35	3,5	35,5	0,021	0,031	0,144	2,9	19,8
3-F		19,6	7,8	35	4,7	33,7	0,017	0,042	0,178	3,1	21,3
4-F		20,5	7,9	34	4,3	60,3	0,012	0,082	0,019	3,2	27,2
5-F		20,2	8,0	34	3,7	55,4	0,015	0,064	0,231	4,3	34,3
6-F		21,5	8,1	34	3,6	80,8	0,016	0,071	0,168	4,2	34,4

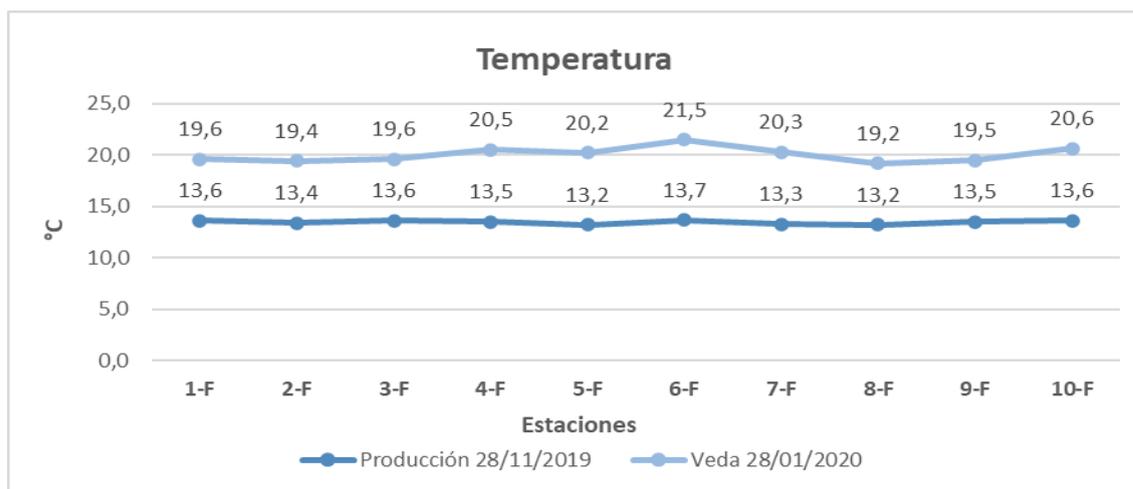
Estación	Periodo de monitoreo	Parámetros Físicos-químicos									
		Temperatura (°C)	pH	Salinidad (o/oo)	OD (mg/l)	DBO (mg/l)	Nitritos (mg/l)	Nitratos (mg/l)	Fosfatos (mg/l)	Aceites y Grasa (mg/l)	SST (mg/l)
7-F	Veda - 28 de enero 2020	20,3	7,9	35	4,1	70,9	0,022	0,062	0,159	3,6	32,1
8-F		19,2	7,9	35	4,0	83,2	0,019	0,0585	0,231	3,1	28,2
9-F		19,5	7,8	34	4,5	54,5	0,012	0,024	0,105	1,5	15,4
10-F		20,6	7,8	34	4,3	90,1	0,011	0,022	0,103	1,6	19,5

4.2.1. *Temperatura*

A continuación, en Figura 11 se muestra el resultado de la Temperatura a nivel de fondo en época de producción y época de veda.

Figura 11

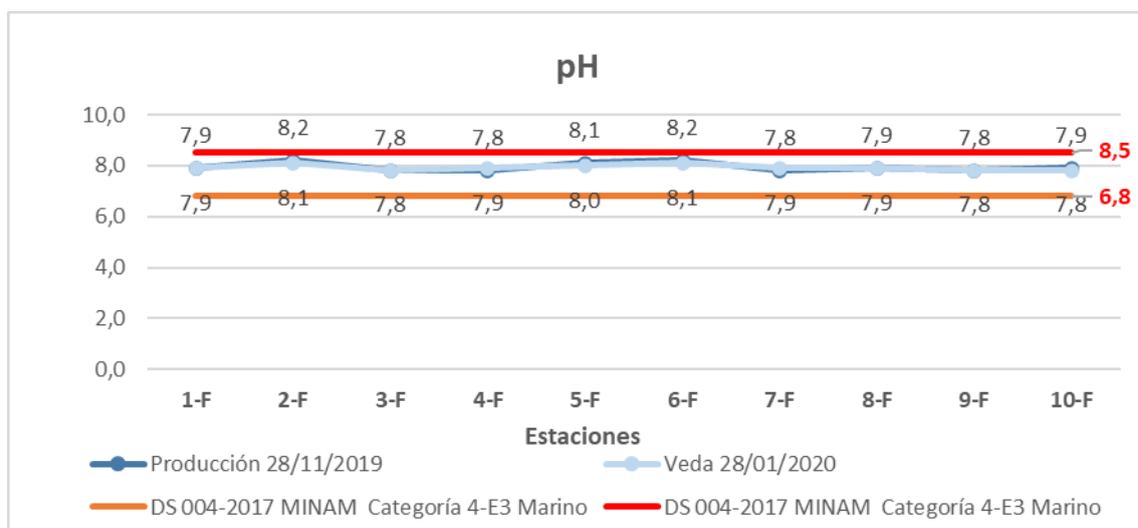
Resultados de Temperatura a nivel de fondo



Los resultados de fondo muestran un comportamiento normal de la temperatura para cada una de las estaciones monitoreadas, considerando la época de primavera y verano en que fueron tomadas las muestras. No se evidencia algún tipo de perturbación que podría darse por alguna forma de contaminación térmica.

4.2.2. *Potencial de Hidrógenos (pH)*

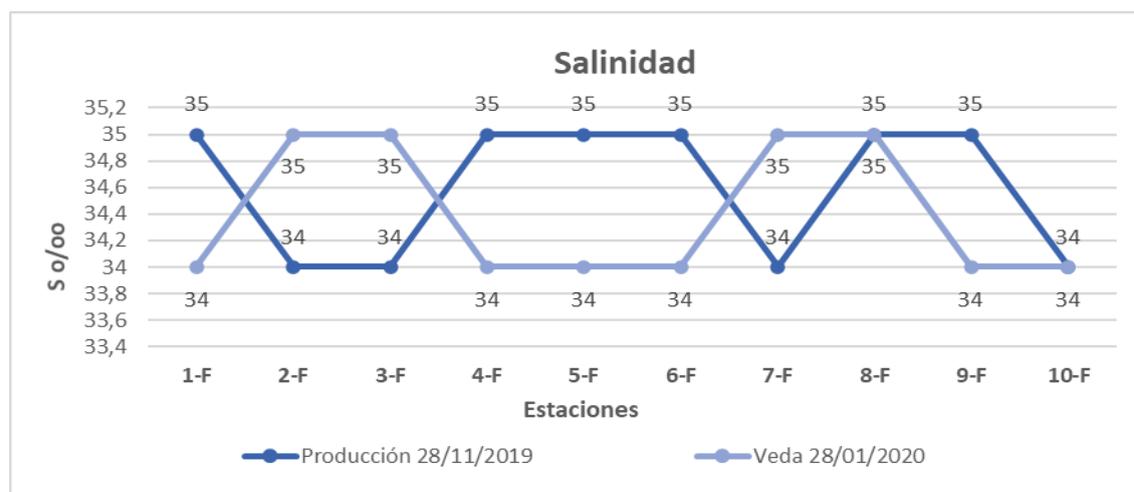
A continuación, en la Figura 12, se muestra el resultado de la Potencial de Hidrógenos a nivel de fondo en época de producción y época de veda.

Figura 12*Resultados de pH a nivel de fondo*

Los resultados de fondo muestran un comportamiento normal de los niveles de pH para cada una de las estaciones monitoreadas, considerando la época de primavera y verano en que fueron tomadas las muestras. No se evidencia alguna forma de alteración significativa que podría darse por algún tipo de sustancia acida o alcalina en el ambiente marino receptor, por lo que se considera un parámetro dentro de lo normal, teniendo en cuenta el Estándar de Calidad Ambiental (6.8-8.5) para la categoría 4.

4.2.3. Salinidad (S‰)

A continuación, en la Figura 13, se muestra el resultado de Salinidad a nivel de fondo en época de producción y época de veda.

Figura 13*Resultados de Salinidad a nivel de fondo*

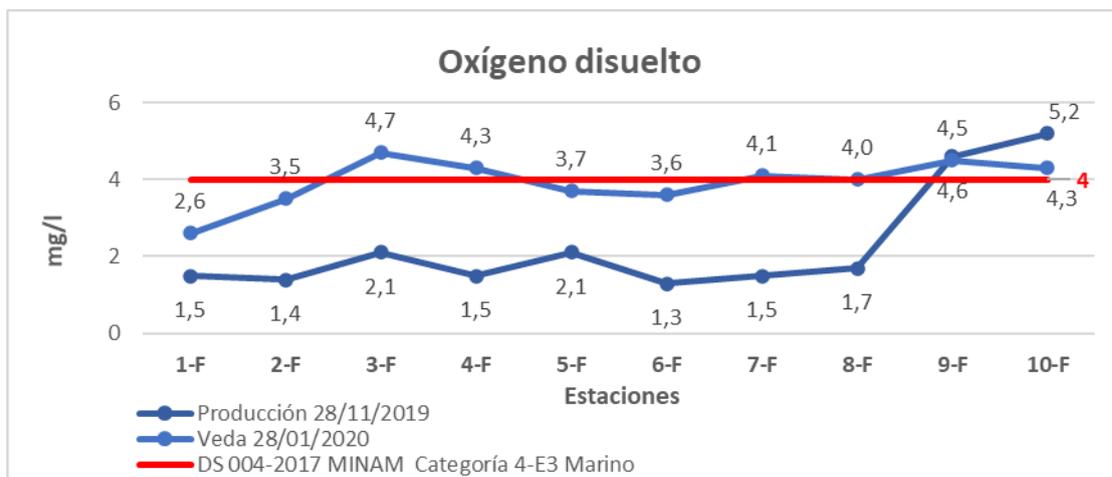
Los resultados de fondo muestran un comportamiento normal de la Salinidad para cada una de las estaciones monitoreadas, considerando la época de primavera y verano en que fueron tomadas las muestras. No se evidencia algún tipo de alteración de sus valores normales para un cuerpo receptor marino, que puedan estar asociados de alguna forma a un tipo de contaminación por incremento de sales.

4.2.4. Oxígeno Disuelto (OD)

A continuación, en la Figura 14, se muestra el resultado de Oxígeno Disuelto a nivel de fondo en época de producción y época de veda.

Figura 14

Resultados de oxígeno disuelto a nivel de fondo

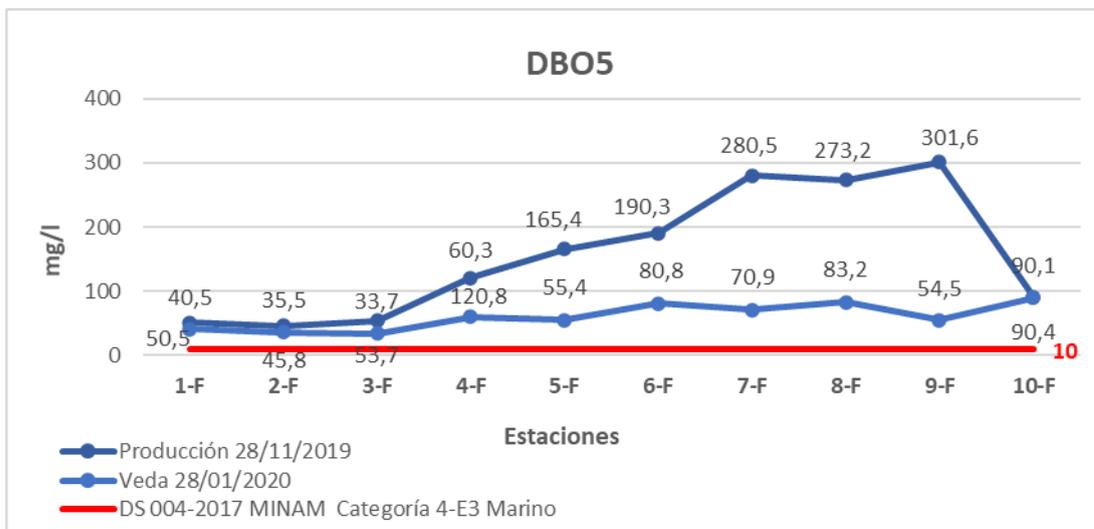


Los niveles de Oxígeno Disuelto registrados a nivel de fondo para el muestreo en época de producción, indican valores por debajo de los ECA (4 mg/l) para las primeras ocho estaciones (1 al 8), a excepción de las estaciones 9 y 10, que están más alejadas del litoral. Estos niveles mostrados son debido a la gran carga orgánica sedimentada en el fondo y proveniente de la Industria Pesquera y posibles efluentes urbanos.

En cuanto a los niveles de Oxígeno Disuelto registrados en época de veda, indican valores por debajo del ECA para las estaciones 1, 2, 5 y 6, puntos que están más cerca al litoral con cierto grado de contaminación orgánica. Las estaciones 7, 8, 9 y 10 se encuentran por encima del ECA con mejores niveles de oxígeno disuelto y son las que se encuentran más alejadas del litoral, y muestran una recuperación en relación al anterior monitoreo en época de producción.

4.2.5. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)

A continuación, en la Figura 15, se muestra el resultado de la DBO a nivel de fondo en época de producción y época de veda.

Figura 15*Resultados de DBO₅ a nivel de fondo*

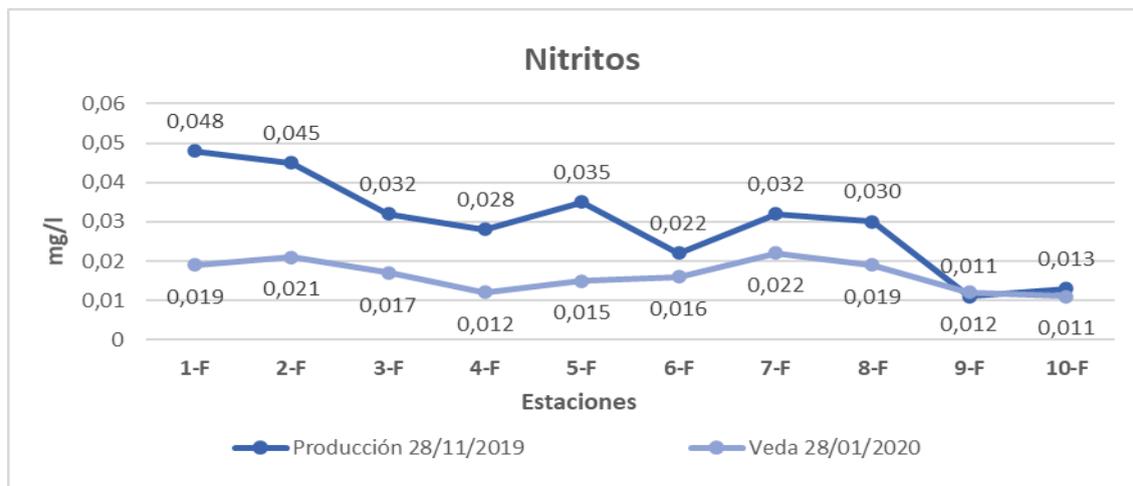
Los niveles de DBO registrados a nivel de fondo para el monitoreo en época de producción, indican valores por encima de los ECA (10 mg/l) para todas las estaciones muestreadas y en gran parte de la Bahía de Ferroles, presentando sus concentraciones más altas en las estaciones 7, 8 y 9, así mismo, se aprecia que en la estación más alejada se reduce su concentración. Estos niveles mostrados son debido a la gran carga orgánica proveniente de la Industria Pesquera y posibles efluentes urbanos sedimentados en fondo.

En cuanto a los niveles de DBO registrados en época de veda, indican también valores superiores al ECA en gran parte de la Bahía de Ferroles, aunque las concentraciones en relación a la época de producción son mucho menores, indica aún la presencia de materia orgánica, pero en menor cantidad. No se evidencia una recuperación total a nivel de fondo.

4.2.6. Nitritos

A continuación, en la Figura 16, se muestra el resultado de Nitritos a nivel de fondo en época de producción y época de veda.

Figura 16
Resultados de nitritos a nivel de fondo



Las concentraciones de Nitritos en fondo, para el monitoreo en época de producción, se presentan con valores más elevados en las dos primeras estaciones, para luego ir bajando su concentración en las siguientes estaciones hasta llegar a sus niveles más bajos y alejadas en la 9 y 10. En los primeros puntos indicados la mineralización de los compuestos orgánicos es notoria, debido a la presencia del abundante material biodegradable en proceso de sedimentación. Cabe indicar que este parámetro no cuenta con un ECA para poder ser comparado.

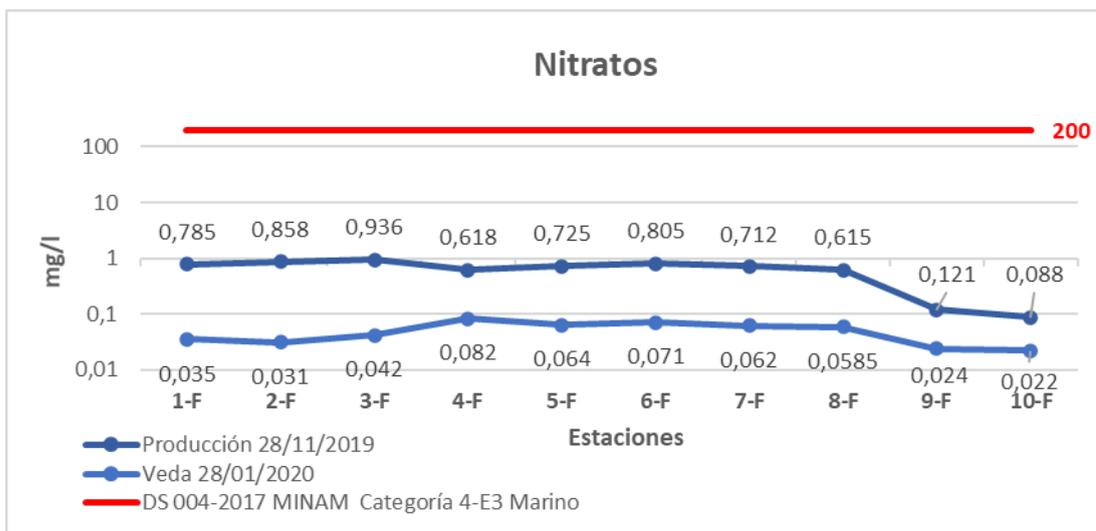
Las concentraciones de Nitritos en fondo, para la época de veda, se reducen considerablemente a diferencia de la época de producción, debido a que existe una menor mineralización por la menor presencia de material biodegradable sedimentable. El parámetro de Nitritos no cuenta con un ECA para esta categoría, a fin de ser comparado.

4.2.7. Nitratos

A continuación, en la Figura 17, se muestra el resultado de Nitratos a nivel de fondo en época de producción y época de veda.

Figura 17

Resultados de nitratos a nivel de fondo



Las concentraciones de Nitratos en fondo, para el monitoreo en época de producción, se presentan con valores más elevados en las estaciones del 1 al 8, bajando su concentración en las estaciones más alejadas 9 y 10. En los puntos indicados la mineralización de los compuestos orgánicos es notoria, esto como producto de una rápida oxidación del amoníaco y los nitritos en los materiales sedimentables. Sin embargo, se aprecia que todos los valores se encuentran dentro de los ECA (200 mg/l).

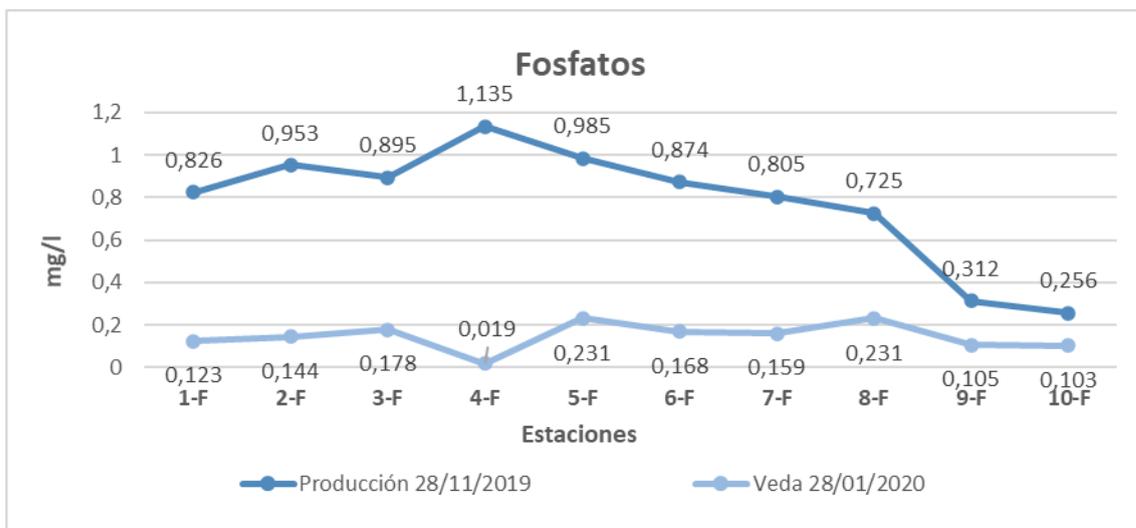
Las concentraciones de Nitratos en fondo, para el monitoreo en época de veda, se reducen considerablemente a diferencia de la época de producción, alcanzando sus valores casi normales para un ambiente marino, habiendo una baja oxidación del Amonio y los Nitritos. Sus niveles se encuentran dentro de los ECA.

4.2.8. Fosfatos

A continuación, en la Figura 18, se muestra el resultado de Fosfatos a nivel de fondo en época de producción y época de veda.

Figura 18

Resultados de fosfatos a nivel de fondo



Las concentraciones de Fosfatos en fondo, para el monitoreo en época de producción se encuentran ligeramente elevados en sus valores normales para un ambiente marino. Esta elevación es posible por algún tipo de descarga doméstica o debido a su cercanía con la desembocadura del río Rímac, que trae consigo descargas domésticas sedimentables. Este parámetro no cuenta con una Estándar de Calidad Ambiental para la categoría 4, para ser comparado.

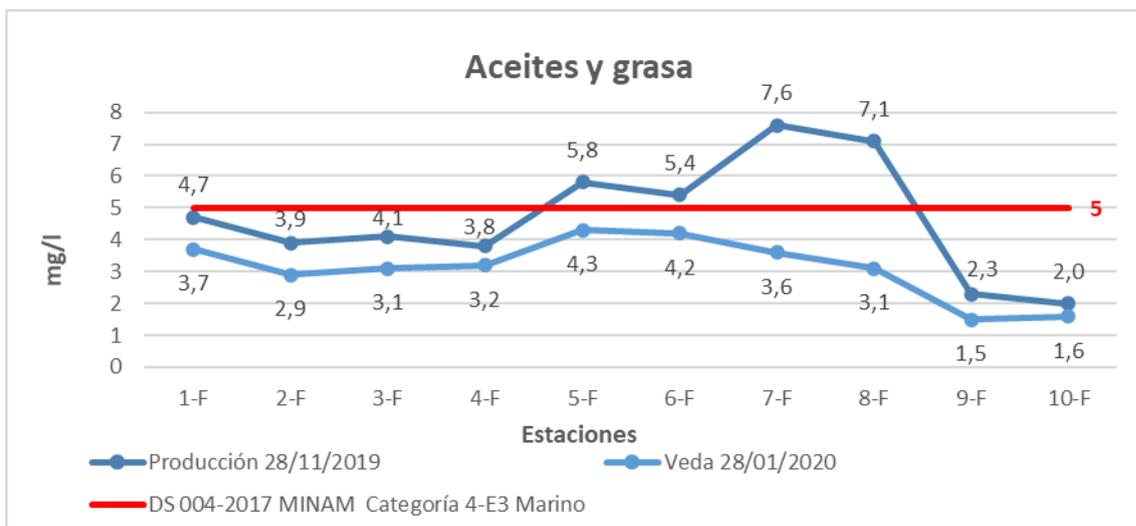
Las concentraciones de Fosfatos en fondo, para el monitoreo en época de veda, son ligeramente menores a diferencia de la época de producción, pero están dentro de sus valores normales para un ambiente acuático marino. El parámetro de fosfatos no cuenta con una Estándar de Calidad Ambiental para la categoría 4, para ser comparado.

4.2.9. Aceites y Grasa

A continuación, en la Figura 19, se muestra el resultado de Aceites y Grasa a nivel de fondo en época de producción y época de veda.

Figura 19

Resultados de aceites y grasa a nivel de fondo



Los niveles de Aceites y Grasa registrados en fondo, para el monitoreo en época de producción, indican valores por encima de los ECA (5 mg/l), para las estaciones 5, 6, 7 y 8, presentando sus concentraciones más bajas en las estaciones 1, 2, 3, 4, 9 y 10. Estos niveles mostrados son posiblemente debido a las descargas proveniente de la Industria Pesquera, lubricantes de embarcaciones y efluentes domésticos.

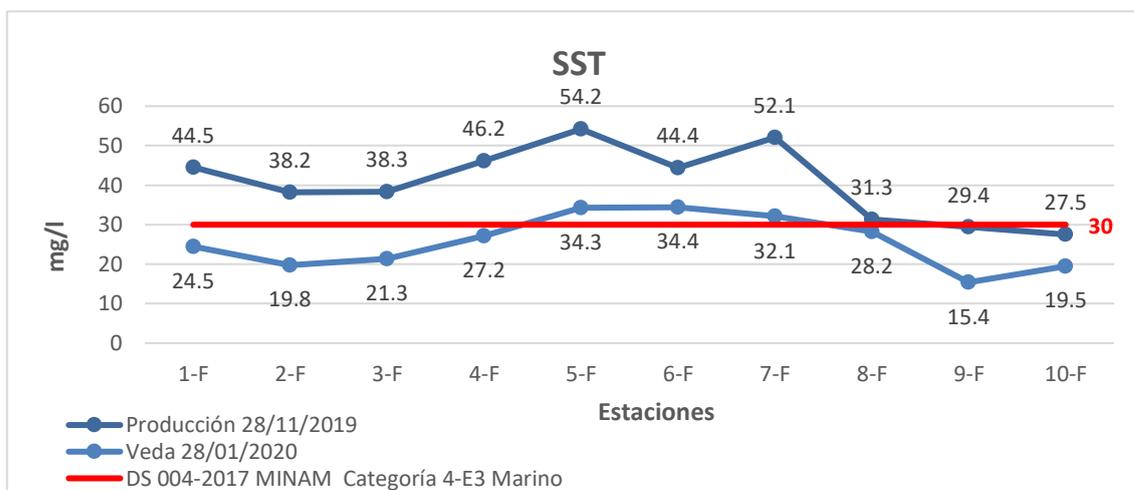
En cuanto a los niveles de Aceites y Grasa en fondo, registrados en época de veda, muestran todos sus valores dentro del ECA, las concentraciones en relación a la época de producción son menores. Se aprecia una recuperación importante en relación al anterior monitoreo en época de producción.

4.2.10. Sólidos Suspendidos Totales (SST)

A continuación, en la Figura 20, se muestra el resultado de SST a nivel de fondo en época de producción y época de veda.

Figura 20

Resultados de SST a nivel de fondo



Los niveles de SST registrados a nivel de fondo, para el monitoreo en época de producción, indican valores por encima de los ECA (30 mg/l), para las estaciones del 1 al 8, presentando sus menores concentraciones en las estaciones más alejadas del litoral 9 y 10. Estos niveles excedidos se debe posiblemente a las descargas proveniente de la Industria Pesquera y efluentes domésticos con características sedimentables.

En cuanto a los niveles de SST registrados en época de veda, indican también valores ligeramente superiores al ECA (30 mg/l) en las estaciones 5, 6 y 7, aunque las concentraciones en relación a la época de producción son menores, su presencia se debe posiblemente a descargas de efluentes domésticos. Las demás estaciones 1, 2, 3, 4, 8, 9 y 10 se encuentran dentro del ECA.

4.3 Análisis Estadístico

4.3.1. *Caracterizando la muestra en su análisis inicial*

En este punto se presentan los resultados de los monitoreos realizados en campo, así como también los resultados de los análisis de laboratorio con su respectiva interpretación en el cuerpo receptor marino (Bahía de Ferroles). De tal modo que para el monitoreo del cuerpo marino se tomó en consideración las épocas de producción pesquera y la época de veda y basándose en los valores descritos en el Estándares de Calidad Ambiental (D.S N.º 004-2017-MINAM), de la Categoría 4, subcategoría E1)

Se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla 9.

Resultado de Monitoreo en Punto de Control de Calidad de Agua a nivel superficial de la Investigación

PARAMETROS FISICO QUIMICOS										
ESTACION	Temperatura (°C)	pH	Salinidad (S°/oo) *	OD (mg/l)	DBO (mg/l)	Nitritos (mg/l)*	Nitratos (mg/l)	Fosfatos (mg/l)*	Aceites y Grasa (mg/l)	SST (mg/l)
1-S	15.1	7.7	32	3.2	30.5	0,022	0.320	0.217	4.8	50.3
2-S	15.0	7.9	31	4.0	25.8	0.027	0.415	0.255	4.3	38.2
3-S	15.2	7.8	33	3.8	33.7	0.035	0.547	0.196	3.4	41.1
4-S	15.1	7.8	34	3.4	90.8	0.030	0.637	0.237	3.2	43.2
5-S	14.7	7.9	33	2.8	135.2	0.033	1.055	0.285	6.3	51.2
6-S	14.9	8.1	34	2.1	158.7	0.037	0.825	0.256	7.4	48.4
7-S	15.4	8.0	34	3.2	204.3	0.028	0.761	0.307	8.2	62.1
8-S	15.3	7.8	33	3.1	173.7	0.047	0.678	0.293	7.1	21.3
9-S	15.1	7.9	33	5.1	165.2	0.015	0.234	0.202	2.3	24.4
10-S	15.2	7.7	34	4.8	45.4	0.018	0.148	0.242	1.8	23.5
1-S	21.8	7.8	30	4.2	10.5	0.011	0.035	0.125	3.1	30.3
2-S	22.4	7.9	32	4.3	15.8	0.021	0.031	0.145	2.3	18.2
3-S	21.7	7.9	31	3.7	13.7	0.017	0.046	0.165	2.4	21.1
4-S	23.1	7.7	33	5.4	30.4	0.012	0.082	0.196	2.2	33.2
5-S	22.7	7.9	35	5.7	35.2	0.015	0.061	0.205	3.3	31.2
6-S	23.6	8.0	34	6.5	58.7	0.014	0.025	0.225	4.4	35.4
7-S	23.5	8.1	35	5.8	54.3	0.016	0.038	0.185	5.2	32.1
8-S	22.3	7.9	33	6.3	73.5	0.015	0.038	0.162	5.1	15.3
9-S	21.8	7.8	34	6.9	65.5	0.012	0.012	0.175	2.2	14.4
10-S	21.6	7.8	35	7.2	35.7	0.011	0.011	0.185	1.3	20.5
ECA/4-E1	Δ 2	6.8-8.5	....	≥ 4	10	....	200	....	5	30

*Datos no delimitados en la D.S N.º 004-2017-MINAM, pero analizados en campo.

Monitoreo tomado a nivel superficial en etapa de producción

Monitoreo tomado a nivel superficial en etapa de veda

Tabla 10.

Resultado de Monitoreo en Punto de Control de Calidad de Agua a nivel de fondo de la Investigación

ESTACION	PARAMETROS FISICO QUIMICOS									
	Temperatura (°C)	pH	Salinidad (S°/oo)	OD (mg/l)	DBO (mg/l)	Nitritos (mg/l)	Nitratos (mg/l)	Fosfatos (mg/l)	Aceites y Grasa (mg/l)	SST (mg/l)
1-F	13.6	7.9	35	1.5	50.5	0.048	0.785	0.826	4.7	44.5
2-F	13.4	8.2	34	1.4	45.8	0.045	0.858	0.953	3.9	38.2
3-F	13.6	7.8	34	2.1	53.7	0.032	0.936	0.895	4.1	38.3
4-F	13.5	7.8	35	1.5	120.8	0.028	0.618	1.135	3.8	46.2
5-F	13.2	8.1	35	2.1	165.4	0.035	0.725	0.985	5.8	54.2
6-F	13.7	8.2	35	1.3	190.3	0.022	0.805	0.874	5.4	44.4
7-F	13.3	7.8	34	1.5	280.5	0.032	0.712	0.805	7.6	52.1
8-F	13.2	7.9	35	1.7	273.2	0.030	0.615	0.725	7.1	31.3
9-F	13.5	7.8	35	4.6	301.6	0.011	0.121	0.312	2.3	29.4
10-F	13.6	7.9	34	5.2	90.4	0.013	0.088	0.256	2.0	27.5
1-F	19.6	7.9	34	2.6	40.5	0.019	0.035	0.123	3.7	24.5
2-F	19.4	8.1	35	3.5	35.5	0.021	0.031	0.144	2.9	19.8
3-F	19.6	7.8	35	4.7	33.7	0.017	0.042	0.178	3.1	21.3
4-F	20.5	7.9	34	4.3	60.3	0.012	0.082	0.019	3.2	27.2
5-F	20.2	8.0	34	3.7	55.4	0.015	0.064	0.231	4.3	34.3
6-F	21.5	8.1	34	3.6	80.8	0.016	0.071	0.168	4.2	34.4
7-F	20.3	7.9	35	4.1	70.9	0.022	0.062	0.159	3.6	32.1
8-F	19.2	7.9	35	4.0	83.2	0.019	0.058	0.231	3.1	28.2
9-F	19.5	7.8	34	4.5	54.5	0.012	0.024	0.105	1.5	15.4
10-F	20.6	7.8	34	4.3	90.1	0.011	0.022	0.103	1.6	19.5
ECA/4-E1	Δ 2	6.8-8.5	....	≥ 4	10	....	200	....	5	30

*Datos no delimitados en la D.S N.º 004-2017-MINAM, pero analizados en campo.

 Monitoreo tomado a nivel de fondo en etapa de producción

 Monitoreo tomado a nivel de fondo en etapa de veda

4.3.2. Análisis Estadístico Descriptivo Comparativo

Para determinar el comportamiento estadístico descriptivo de los resultados, se procede a analizar los parámetros comparables en la D.S N.º 004-2017-MINAM de lo cual se obtiene:

A. Monitoreo tomado a nivel superficial

➤ Temperatura: Parámetro de Campo

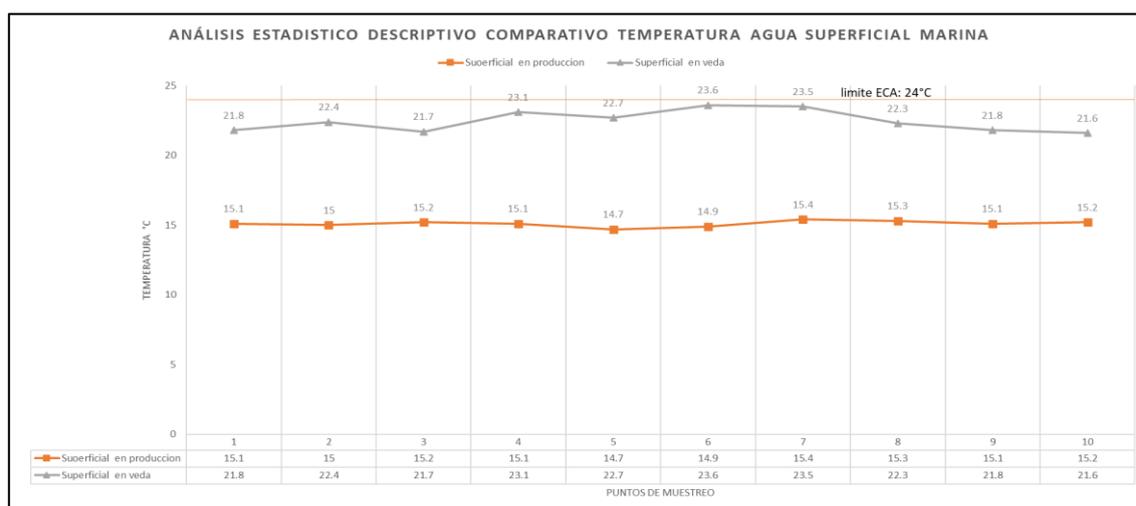
Tabla 11.

Estadística Descriptiva Temperatura tomado a nivel superficial

Punto de muestreo	Temperatura (°C)	
	Superficial en producción	Superficial en veda
1	15.1	21.8
2	15	22.4
3	15.2	21.7
4	15.1	23.1
5	14.7	22.7
6	14.9	23.6
7	15.4	23.5
8	15.3	22.3
9	15.1	21.8
10	15.2	21.6

Figura 21.

Análisis descriptivo del comportamiento de la temperatura en agua superficial marina



La Tabla 11 y Figura 21, muestran una variación de la temperatura con aumento en

tiempos de veda en aguas a nivel superficial de la bahía Ferroles, pero no superando los ECA, este parámetro es considerado de campo, y se evalúa para ver su tendencia en muestras a agua marina superficial.

➤ Potencial de Hidrógenos: Parámetro in situ.

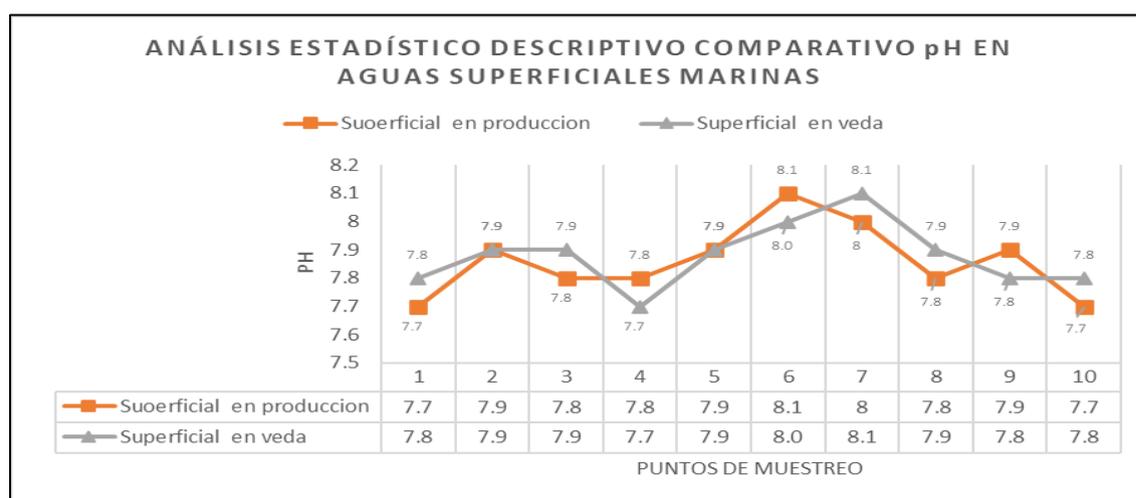
Tabla 12.

Estadística Descriptiva de pH tomado a nivel superficial.

Punto de muestreo	pH	
	Superficial en producción	Superficial en veda
1	7.7	7.8
2	7.9	7.9
3	7.8	7.9
4	7.8	7.7
5	7.9	7.9
6	8.1	8.0
7	8	8.1
8	7.8	7.9
9	7.9	7.8
10	7.7	7.8

Figura 22.

Análisis Descriptivo del comportamiento del pH en agua superficial marina.



En la Tabla 12 y Figura 22 se observa que el pH se mantiene casi constante en los rangos de acuerdo al ECA entre 6.8-8.5, no presentando una variación o movilidad significativa

en lo que respecta al nivel superficial según lo obtenido en campo.

➤ Salinidad (S°/oo) (Parámetro de Campo)

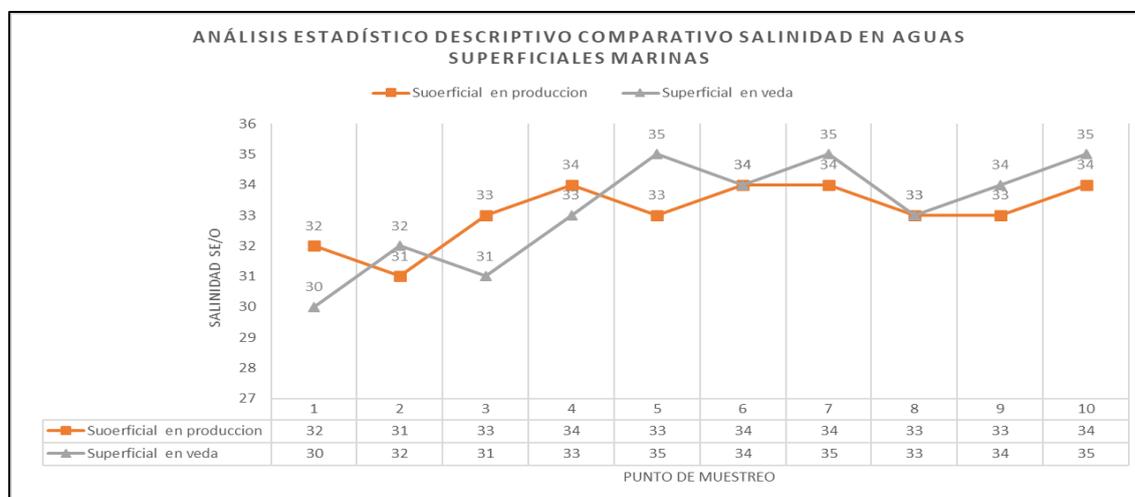
Tabla 13.

Estadística Descriptiva Salinidad tomado a nivel superficial

Punto de muestreo	Salinidad (S°/oo)	
	Superficial en producción	Superficial en veda
1	32	30
2	31	32
3	33	31
4	34	33
5	33	35
6	34	34
7	34	35
8	33	33
9	33	34
10	34	35

Figura 23.

Análisis Descriptivo del comportamiento de la Salinidad en agua superficial Marina



En la Tabla 13 y Figura 23 se observa que presenta una ligera variabilidad en concentración de salinidad presentando puntos de aumento en el nivel de producción con respecto a veda, pero manteniendo la tendencia constante de concentración de salinidad a nivel superficial marino.

➤ Oxígeno Disuelto (mg/l) (Parámetro de Laboratorio)

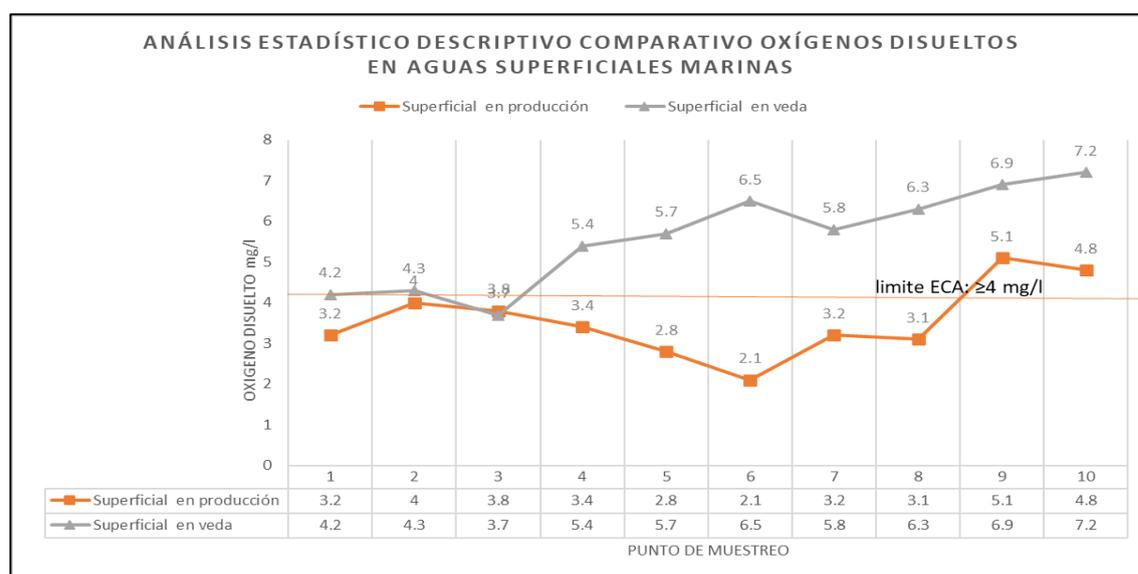
Tabla 14.

Estadística Descriptiva Oxígeno Disuelto tomado a nivel superficial

Punto de muestreo	Oxígeno Disuelto (mg/l)	
	Superficial en producción	Superficial en veda
1	3.2	4.2
2	4	4.3
3	3.8	3.7
4	3.4	5.4
5	2.8	5.7
6	2.1	6.5
7	3.2	5.8
8	3.1	6.3
9	5.1	6.9
10	4.8	7.2

Figura 24.

Análisis Descriptivo del comportamiento del Oxígeno Disuelto en agua superficial



En la Tabla 14 y Figura 24, se observa a nivel superficial en etapa de producción una disminución significativa en la concentración de oxígeno disuelto, expresando el consumo del mismo en el agua superficial marino, no cumpliendo con el parámetro establecido por el ECA.

➤ Demanda Bioquímica de Oxígeno: Parámetro de Laboratorio.

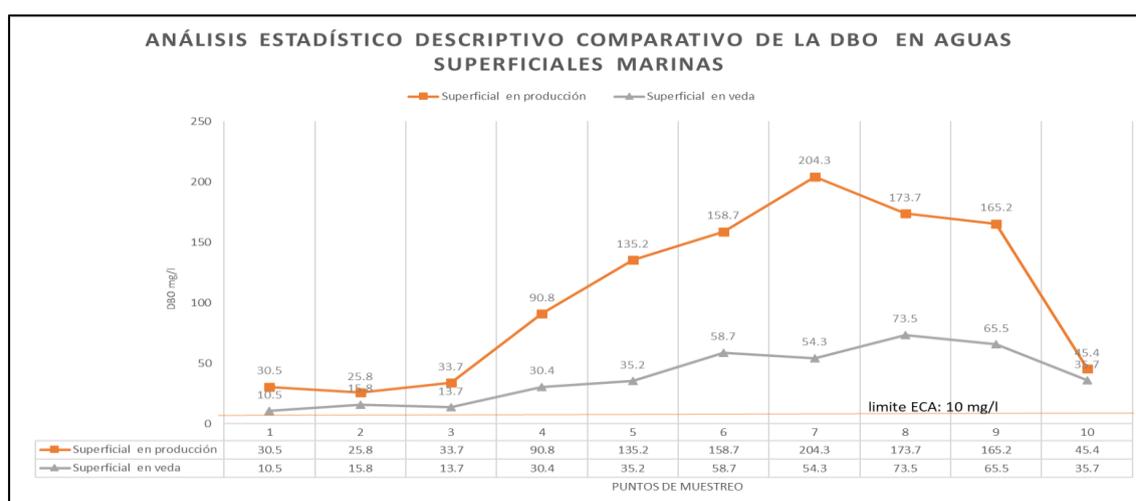
Tabla 15.

Estadística Descriptiva DBO tomado a nivel superficial.

Punto de muestreo	DBO (mg/l)	
	Superficial en producción	Superficial en veda
1	30.5	10.5
2	25.8	15.8
3	33.7	13.7
4	90.8	30.4
5	135.2	35.2
6	158.7	58.7
7	204.3	54.3
8	173.7	73.5
9	165.2	65.5
10	45.4	35.7

Figura 25.

Análisis Descriptivo del comportamiento de la DBO en agua superficial Marina



En la Tabla 15 y Figura 25 se observa en la zona superficial que la DBO es superior al límite establecido por el ECA presentando sus mayores picos en etapa de producción, siendo un factor primordial para representar la diferenciación fisicoquímica de todos los factores.

➤ Nitritos: Parámetro de Laboratorio.

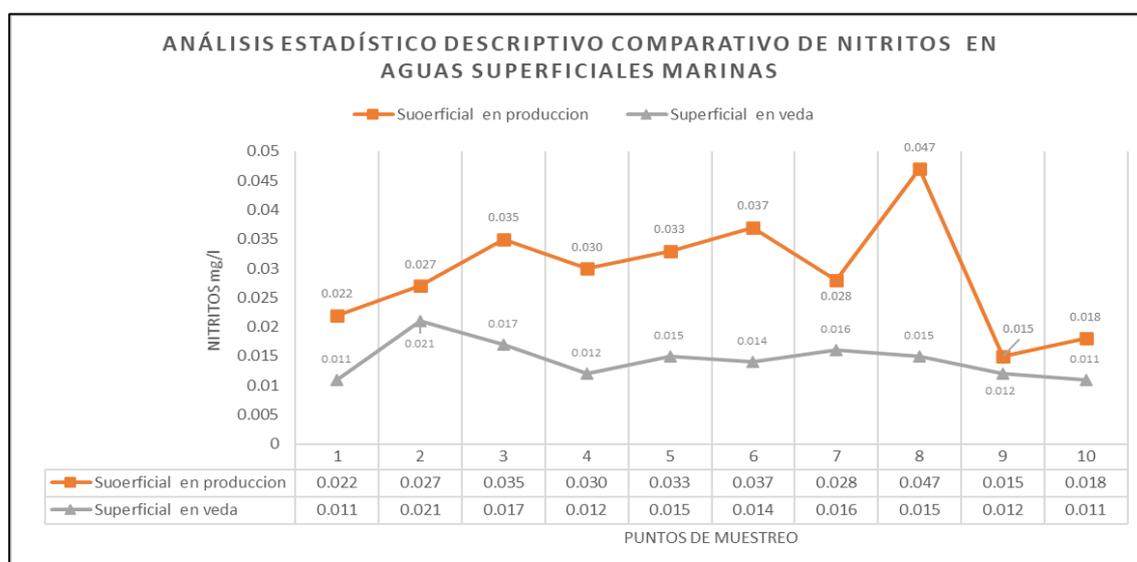
Tabla 16.

Estadística Descriptivo de Nitritos tomados a nivel superficial

Punto de muestreo	Nitritos (mg/l)	
	Superficial en producción	Superficial en veda
1	0.022	0.011
2	0.027	0.021
3	0.035	0.017
4	0.030	0.012
5	0.033	0.015
6	0.037	0.014
7	0.028	0.016
8	0.047	0.015
9	0.015	0.012
10	0.018	0.011

Figura 26.

Análisis Descriptivo del comportamiento de la Nitritos en agua superficial Marina



En la Tabla 16 y Figura 26 se observa en la zona superficial el comportamiento de nitritos en el agua, presentando sus máximos picos cuando existen descargar de los procesos industriales realizados al mar o se vierten descargas domésticas, aumentando los nitritos en el agua.

➤ Nitratos: Parámetro de Laboratorio.

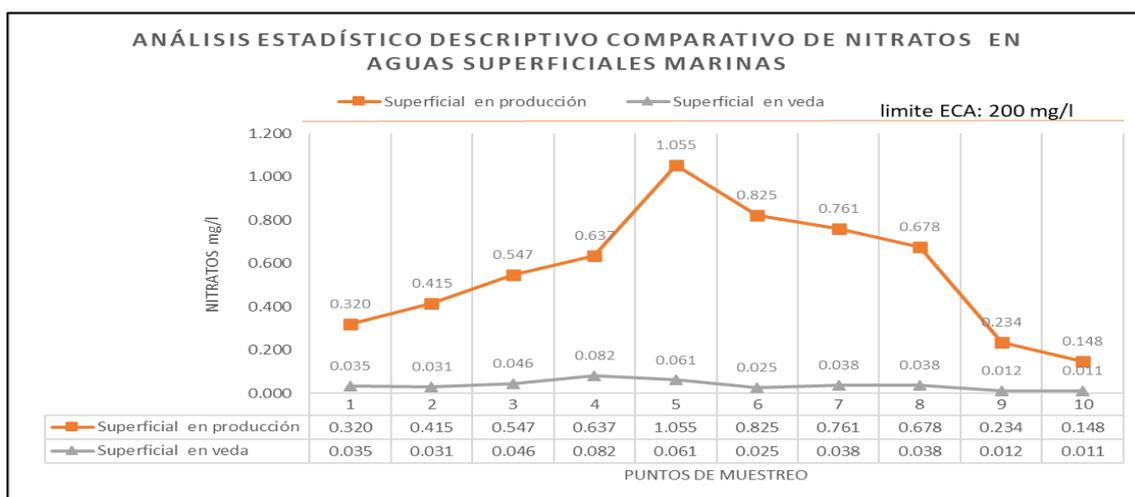
Tabla 17.

Análisis Descriptiva del comportamiento de la Nitratos en agua superficial Marina

Punto de muestreo	Nitratos (mg/l)	
	Superficial en producción	Superficial en veda
1	0.320	0.035
2	0.415	0.031
3	0.547	0.046
4	0.637	0.082
5	1.055	0.061
6	0.825	0.025
7	0.761	0.038
8	0.678	0.038
9	0.234	0.012
10	0.148	0.011

Figura 27.

Análisis Descriptivo del comportamiento de la Nitratos en agua superficial Marina



En la Tabla 17 y Figura 27, se observa en la zona superficial el comportamiento de los nitratos con picos máximos cuando se dan descargas de los procesos industriales realizados al mar, no se supera el ECA, pero si existe un aumento en época de producción respecto a la etapa de veda.

➤ Fosfatos: Parámetro de Laboratorio.

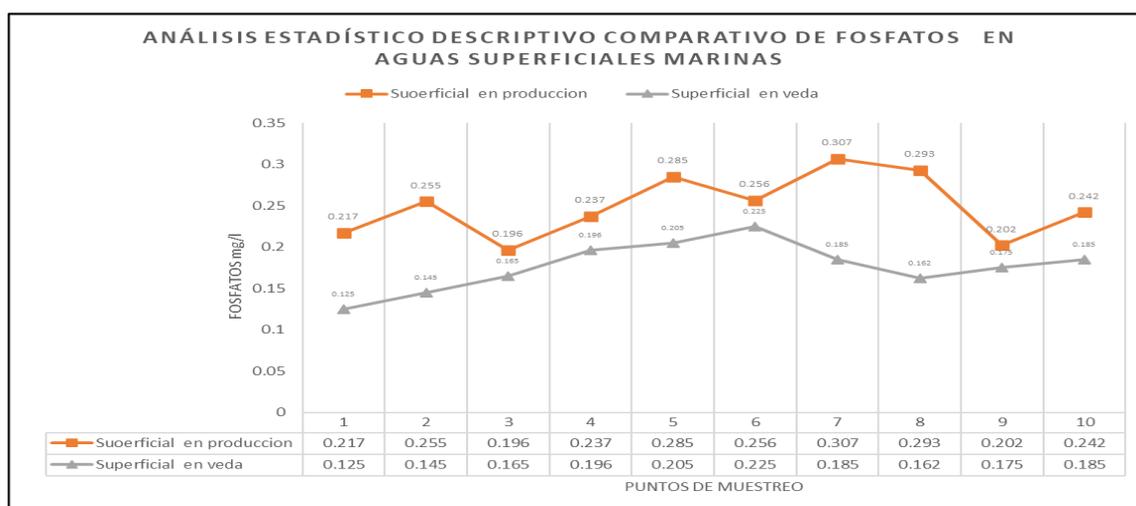
Tabla 18.

Análisis Descriptivo del comportamiento de fosfatos en agua superficial Marina

Punto de muestreo	Fosfatos (mg/l)	
	Superficial en producción	Superficial en veda
1	0.217	0.125
2	0.255	0.145
3	0.196	0.165
4	0.237	0.196
5	0.285	0.205
6	0.256	0.225
7	0.307	0.185
8	0.293	0.162
9	0.202	0.175
10	0.242	0.185

Figura 28.

Análisis Descriptivo del comportamiento de fosfatos en agua superficial Marina



En la Tabla 18 y Figura 28 se observa en la zona superficial que, el comportamiento de los fosfatos presenta sus máximos picos en época de producción, sin embargo, dichas concentraciones están asociadas a descargas domésticas.

➤ Aceites y Grasas: Parámetro de Laboratorio.

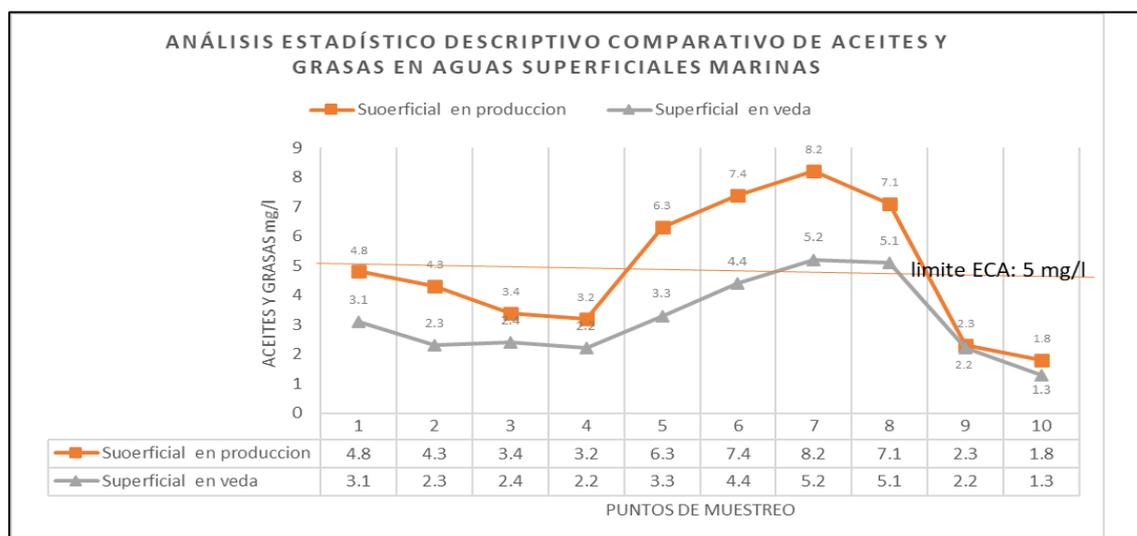
Tabla 19.

Análisis Descriptivo del comportamiento de Aceites y Grasas en agua superficial Marina

Punto de muestreo	Aceites y Grasas (mg/l)	
	Superficial en producción	Superficial en veda
1	4.8	3.1
2	4.3	2.3
3	3.4	2.4
4	3.2	2.2
5	6.3	3.3
6	7.4	4.4
7	8.2	5.2
8	7.1	5.1
9	2.3	2.2
10	1.8	1.3

Figura 29.

Análisis Descriptivo del comportamiento de Aceites y Grasas en agua superficial Marina



En la Tabla 19 y Figura 29 se observa en la zona superficial que los Aceites y Grasa presentan sus máximos picos con las descargas de los efluentes industriales o hay trabajos específicos en embarcaciones o la chata dentro de mar con usos de lubricantes.

➤ Sólidos Suspendidos Totales: Parámetro de Laboratorio.

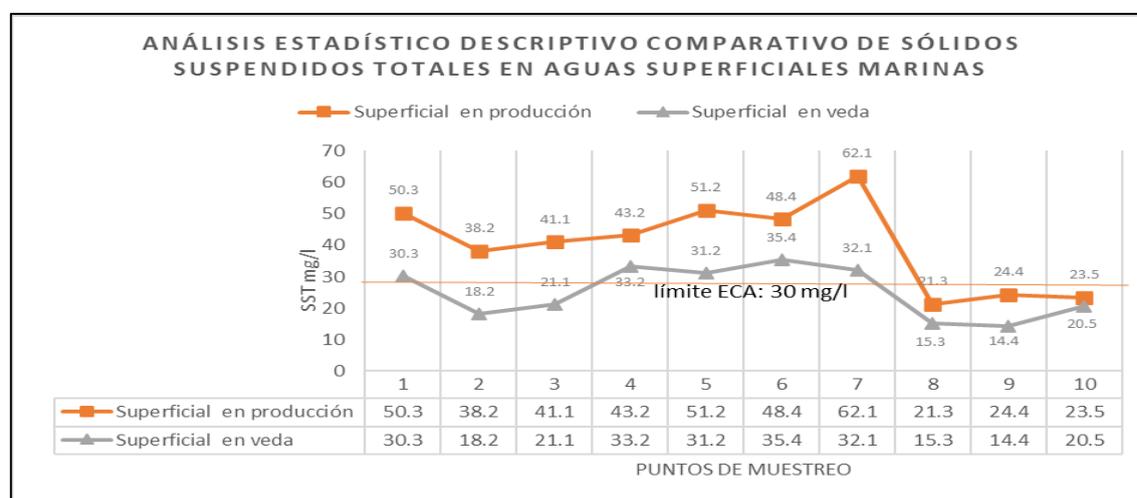
Tabla 20.

Análisis Descriptivo del comportamiento de Sólidos Suspendidos Totales en agua superficial Marina

Punto de muestreo	SST (mg/l)	
	Superficial en producción	Superficial en veda
1	50.3	30.3
2	38.2	18.2
3	41.1	21.1
4	43.2	33.2
5	51.2	31.2
6	48.4	35.4
7	62.1	32.1
8	21.3	15.3
9	24.4	14.4
10	23.5	20.5

Figura 30.

Análisis Descriptivo del comportamiento de Sólidos Suspendidos Totales en agua superficial Marina



En la Tabla 20 y Figura 30, se observa en la zona superficial marino, el comportamiento de los Sólidos Suspendidos Totales presentando sus máximos picos cuando existen descargas de los procesos industriales o hay presencia de efluentes domésticos.

B) Monitoreo tomado a nivel de fondo

➤ Temperatura: Parámetro de Campo

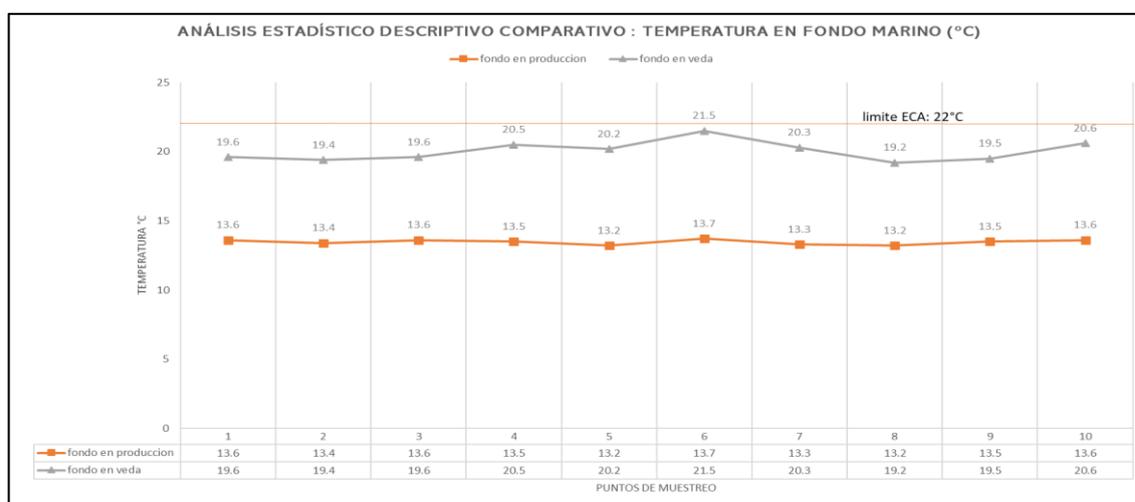
Tabla 21.

Estadística Descriptiva Temperatura tomado a nivel de fondo

Punto de muestreo	Temperatura (°C)	
	fondo en producción	fondo en veda
1	13.6	19.6
2	13.4	19.4
3	13.6	19.6
4	13.5	20.5
5	13.2	20.2
6	13.7	21.5
7	13.3	20.3
8	13.2	19.2
9	13.5	19.5
10	13.6	20.6

Figura 31.

Análisis Descriptivo del comportamiento de la Temperatura a nivel de fondo Marino



En la Tabla 21 y Figura 31 se aprecia una variación de la temperatura que aumenta en etapa de veda en las aguas de la bahía Ferroles, pero no superando los parámetros establecidos por el ECA. Este parámetro de campo se evalúa in situ a fin de observar su tendencia en el momento de la toma de muestra.

➤ pH (Parámetro in situ)

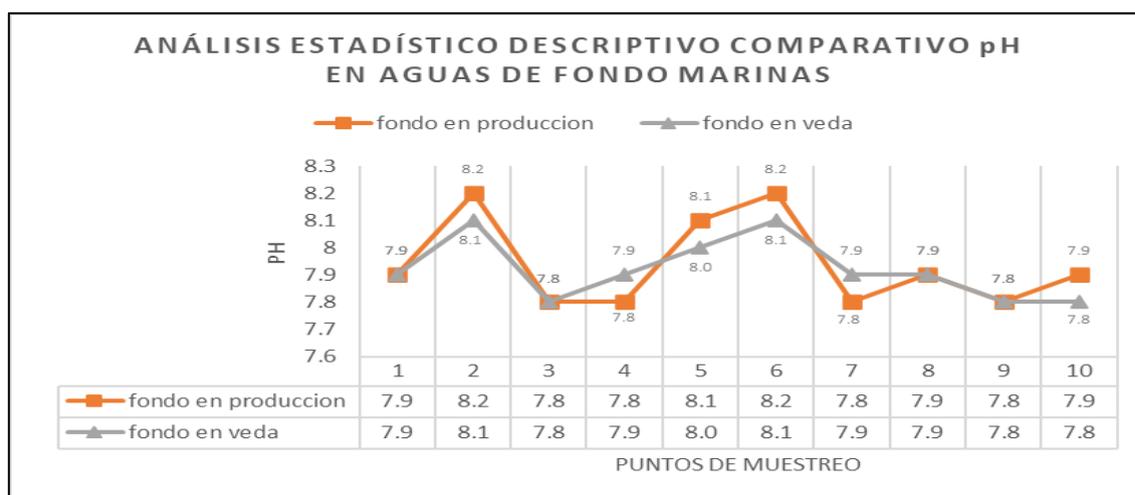
Tabla 22.

Estadística Descriptiva pH tomado a nivel de fondo

Punto de muestreo	pH	
	fondo en producción	fondo en veda
1	7.9	7.9
2	8.2	8.1
3	7.8	7.8
4	7.8	7.9
5	8.1	8.0
6	8.2	8.1
7	7.8	7.9
8	7.9	7.9
9	7.8	7.8
10	7.9	7.8

Figura 32.

Análisis Descriptivo del comportamiento del pH a nivel de fondo Marino



En la Tabla 22 y Figura 32 se observa que el pH se mantiene casi constante en los rangos de acuerdo al ECA entre 6.8-8.5, no presentando una variación o movilidad significativa en lo que respecta al nivel de fondo según lo obtenido en campo.

➤ Salinidad (S°/oo) (Parámetro de Campo)

Tabla 23.

Estadística Descriptiva Salinidad tomado a nivel de fondo

Punto de muestreo	Salinidad (S°/oo)	
	fondo en producción	fondo en veda
1	35	34
2	34	35
3	34	35
4	35	34
5	35	34
6	35	34
7	34	35
8	35	35
9	35	34
10	34	34

Figura 33.

Análisis Descriptiva del comportamiento de la Salinidad a nivel de fondo Marino



En la Tabla 23 y Figura 33 se observa que en la evaluación a nivel de fondo marino se presenta una constancia de variabilidad de la salinidad lo que indica que en el fondo marino no se presenta una tendencia de valores ya que varía entre 34 y 35 por mil de concentración salina.

➤ Oxígeno Disuelto: Parámetro de Campo

Tabla 24.

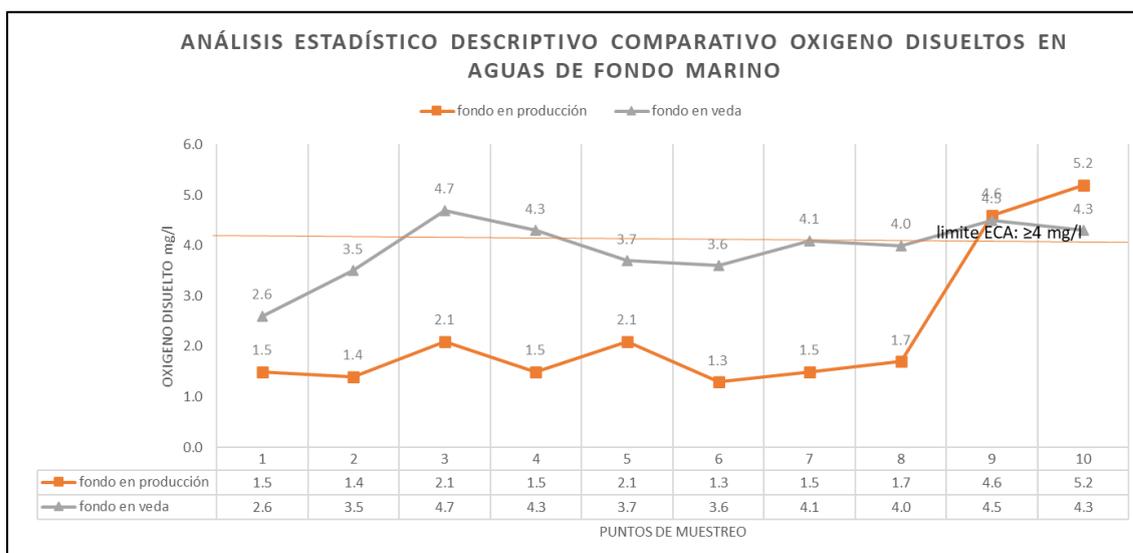
Estadística Descriptiva Oxígeno Disuelto tomado a nivel de fondo

Punto de muestreo	Oxígeno Disuelto (mg/l)	
	fondo en producción	fondo en veda
1	1.5	2.6
2	1.4	3.5
3	2.1	4.7
4	1.5	4.3
5	2.1	3.7
6	1.3	3.6
7	1.5	4.1
8	1.7	4.0
9	4.6	4.5
10	5.2	4.3

Figura 34.

Análisis Descriptivo del comportamiento del Oxígeno Disuelto q nivel de fondo

Marino



En la Tabla 24 y Figura 34 se observa en etapa de producción y a nivel de fondo una disminución significativa en la concentración de oxígeno disuelto, presentando mayores valores de poca concentración de oxígeno, esto se observa de manera muy recurrente, no cumpliendo con el parámetro establecido por el ECA.

➤ DBO (mg/l) (Parámetro de Laboratorio)

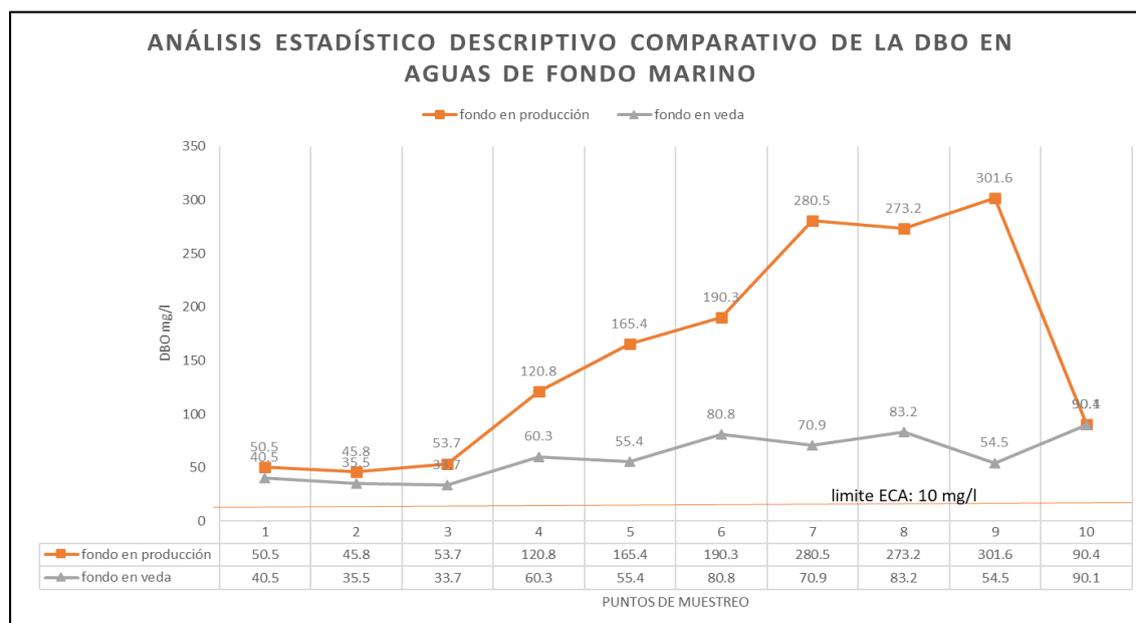
Tabla 25.

Estadística Descriptiva DBO tomado a nivel de fondo

Punto de muestreo	DBO (mg/l)	
	fondo en producción	fondo en veda
1	50.5	40.5
2	45.8	35.5
3	53.7	33.7
4	120.8	60.3
5	165.4	55.4
6	190.3	80.8
7	280.5	70.9
8	273.2	83.2
9	301.6	54.5
10	90.4	90.1

Figura 35.

Análisis Descriptiva del comportamiento de la DBO en agua superficial Marina

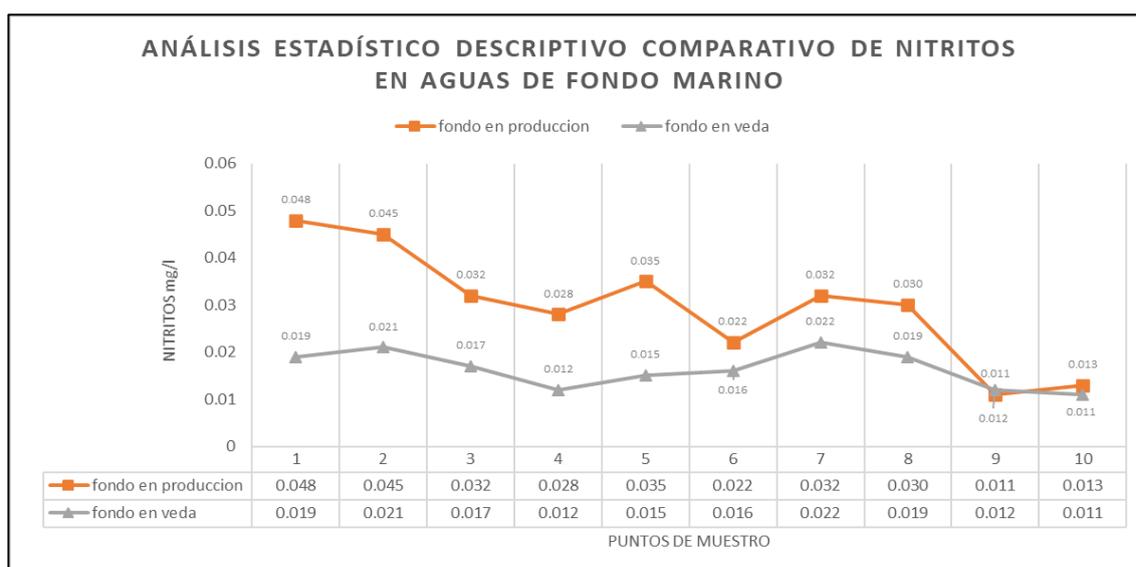


En la Tabla 25 y Figura 35 se observa a nivel de fondo que, la DBO es superior al límite establecido por el ECA presentando sus mayores picos en época de producción, disminuyendo los niveles de oxígeno y la capacidad de albergar vida, siendo un factor primordial para representar la diferenciación fisicoquímica de todos los factores.

➤ Nitritos: Parámetro de Laboratorio

Tabla 26.*Estadística Descriptiva de Nitritos tomados a nivel de fondo*

Punto de muestreo	Nitritos (mg/l)	
	fondo en producción	fondo en veda
1	0.048	0.019
2	0.045	0.021
3	0.032	0.017
4	0.028	0.012
5	0.035	0.015
6	0.022	0.016
7	0.032	0.022
8	0.030	0.019
9	0.011	0.012
10	0.013	0.011

Figura 36.*Análisis Descriptivo del comportamiento de la Nitritos en agua de fondo**Marino*

En la Tabla 26 y Figura 36, se observa en la zona de fondo que, los nitritos alcanzan sus máximos picos cuando existen descargas de los procesos industriales y aumentan sus concentraciones en el agua de mar, presentan menor concentración que a nivel superficial, pero si existe evidencia de que los nitritos van en aumento no en cantidades considerables.

➤ Nitratos: Parámetro de Laboratorio.

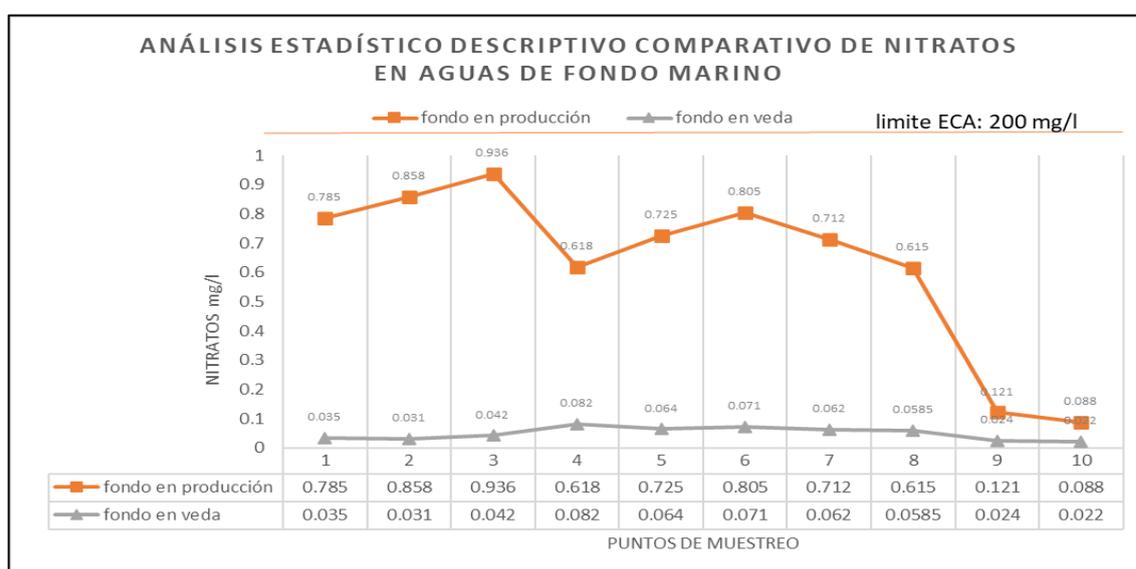
Tabla 27.

Análisis Descriptiva del comportamiento de la Nitratos en agua de fondo Marino

Punto de muestreo	Nitratos (mg/l)	
	fondo en producción	fondo en veda
1	0.785	0.035
2	0.858	0.031
3	0.936	0.042
4	0.618	0.082
5	0.725	0.064
6	0.805	0.071
7	0.712	0.062
8	0.615	0.0585
9	0.121	0.024
10	0.088	0.022

Figura 37.

Análisis Descriptivo del comportamiento de la Nitratos en agua de fondo Marino



En la Tabla 27 y Figura 37, se observa en la zona de fondo el comportamiento de los nitratos con picos máximos cuando se dan descargas de los procesos industriales realizados al mar, no se supera el ECA, pero si existe un aumento en época de producción respecto a la etapa de veda.

➤ Fosfatos: Parámetro de Laboratorio.

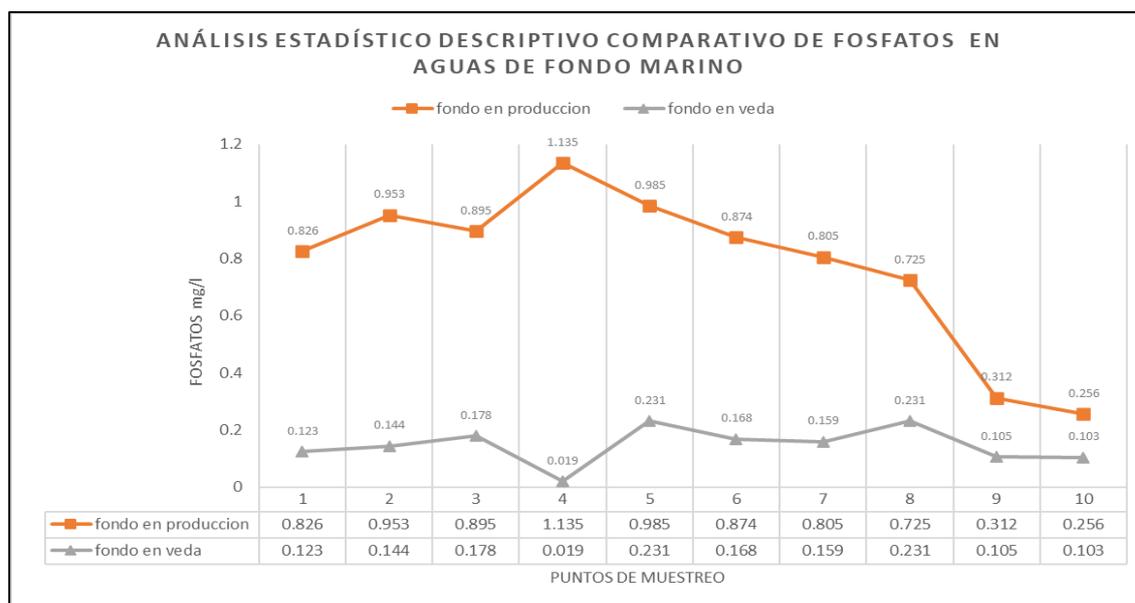
Tabla 28.

Análisis Descriptivo del comportamiento de fosfatos en agua de fondo Marino

Punto de muestreo	Fosfatos (mg/l)	
	fondo en producción	fondo en veda
1	0.826	0.123
2	0.953	0.144
3	0.895	0.178
4	1.135	0.019
5	0.985	0.231
6	0.874	0.168
7	0.805	0.159
8	0.725	0.231
9	0.312	0.105
10	0.256	0.103

Figura 38.

Análisis Descriptivo del comportamiento de fosfatos en agua de fondo Marino



En la Tabla 28 y Figura 38, se observa en la zona de fondo que, el comportamiento de los fosfatos presenta sus máximos picos en época de producción, sin embargo, dichas concentraciones están asociadas a descargas domésticas.

➤ Aceites y Grasas: Parámetro de Laboratorio.

Tabla 29.

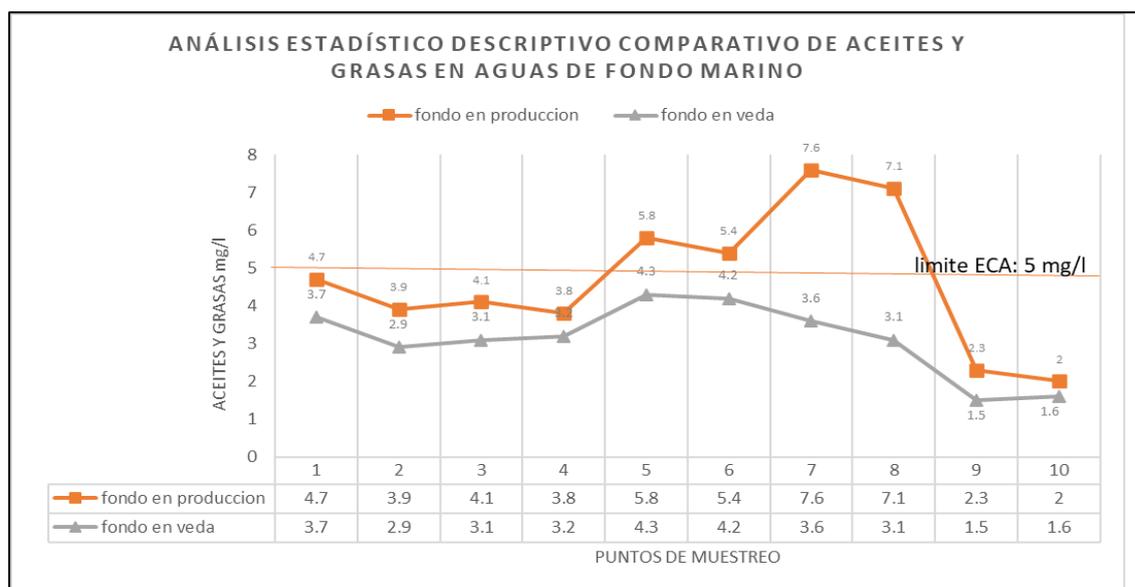
Análisis Descriptivo del comportamiento de Aceites y Grasas en agua de fondo Marino.

Punto de muestreo	Aceites y Grasas (mg/l)	
	fondo en producción	fondo en veda
1	4.7	3.7
2	3.9	2.9
3	4.1	3.1
4	3.8	3.2
5	5.8	4.3
6	5.4	4.2
7	7.6	3.6
8	7.1	3.1
9	2.3	1.5
10	2	1.6

Figura 39.

Análisis Descriptivo del comportamiento de Aceites y Grasas en agua de fondo

Marino



En la Tabla 29 y Figura 39, se observa a nivel de fondo marino, el comportamiento de los Aceites y Grasas, presentando sus máximos picos en zona de producción con descargas industriales o hay trabajos de mantenimiento específicos.

➤ Sólidos Suspendedos Totales: Parámetro de Laboratorio.

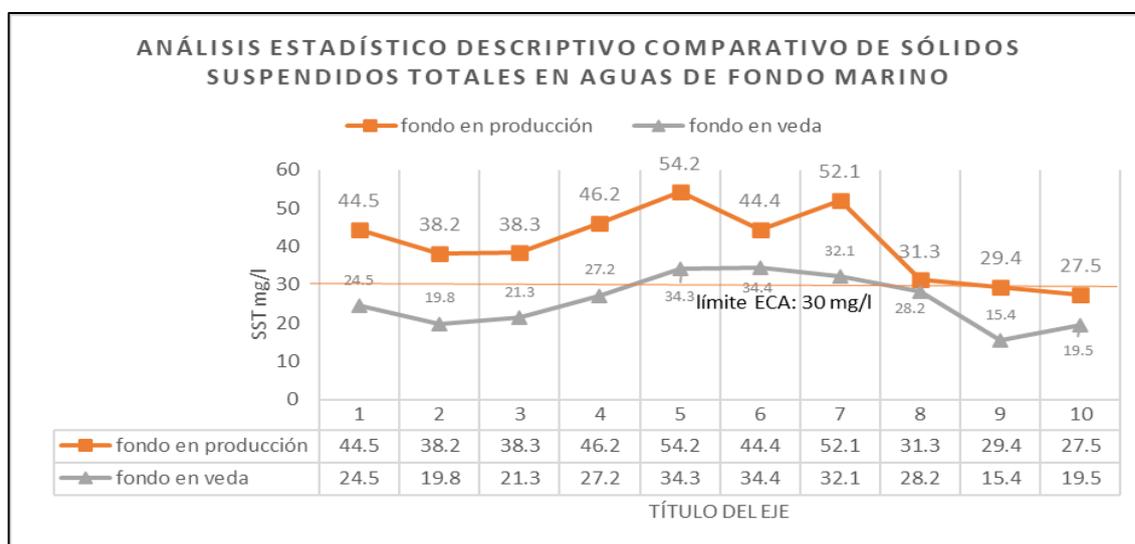
Tabla 30.

Análisis Descriptivo del comportamiento de Sólidos Suspendidos Totales en agua superficial Marina

Punto de muestreo	SST (mg/l)	
	fondo en producción	fondo en veda
1	44.5	24.5
2	38.2	19.8
3	38.3	21.3
4	46.2	27.2
5	54.2	34.3
6	44.4	34.4
7	52.1	32.1
8	31.3	28.2
9	29.4	15.4
10	27.5	19.5

Figura 40.

Análisis Descriptivo del comportamiento de Sólidos Suspendidos Totales en aguas de fondo Marino



En la Tabla 30 y Figura 40, se observa en la zona de fondo marino, el comportamiento de los Sólidos Suspendidos Totales presentando sus máximos picos cuando existen descargas como resultado de los procesos industriales o hay presencia de efluentes domésticos.

4.3.3 Análisis Estadístico Inferencial

Para poder comprobar las relaciones entre los parámetros en análisis y establecer la verificación de las hipótesis planteadas se usará una prueba hipótesis ANOVA de un solo factor obteniendo los siguientes resultados:

- ✓ ANOVA para Temperatura

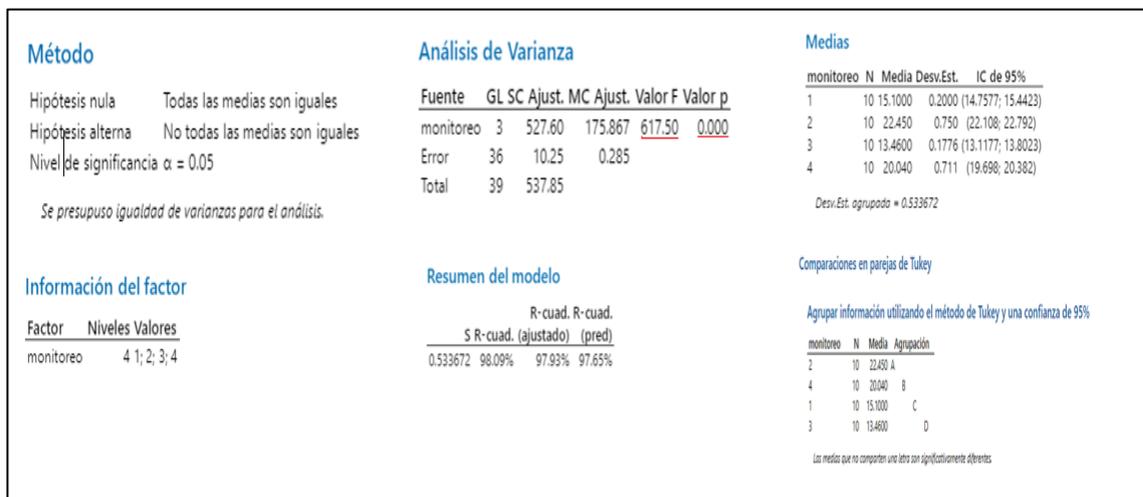
Se procederá a hacer la comparación entre los parámetros de temperatura determinados en campo y verificar las hipótesis planteadas

Ha: La variación de temperatura presenta diferencia significativa entre la superficie y el fondo marino.

Ho: La variación de temperatura no presenta diferencia significativa entre la superficie y el fondo marino.

Figura 41.

Prueba ANOVA aplicada a la Temperatura en aguas de superficie y de fondo marino



Nota. Elaborado en Minitab Versión 19.

Por lo tanto, con un p- valor de 0.00 que es menor al p-valor de la investigación que es 0.05 por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna por lo cual se puede afirmar que existe diferencias significativas entre la temperatura en zona superficial y fondo marino afirmando que el parámetro temperatura se presenta alta variabilidad en tiempo de

producción y veda y se ajusta a los cambios superficiales y de fondo marino.

✓ ANOVA para pH

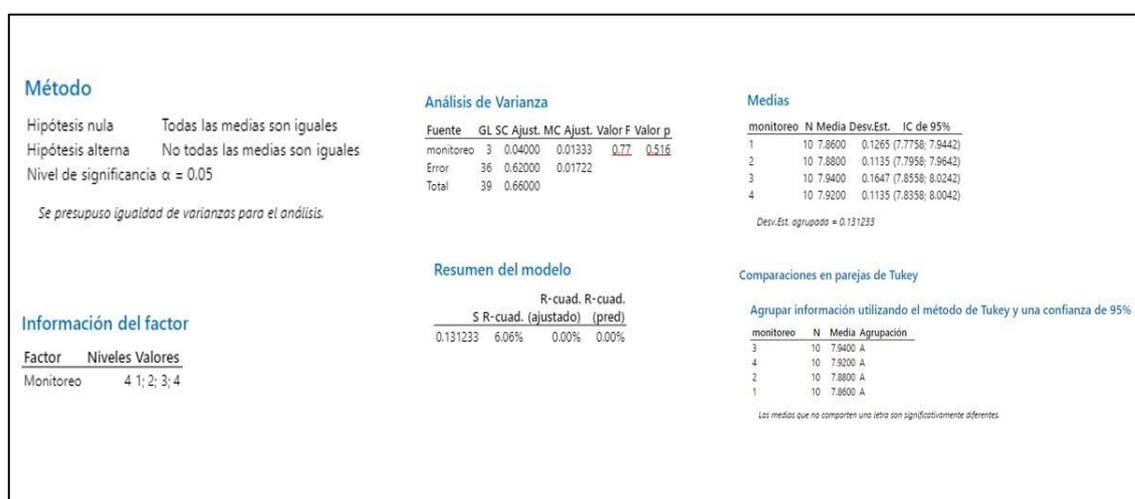
Se procederá a hacer la comparación entre los parámetros de pH determinados en campo y verificar las hipótesis planteadas

Ha: La variación de pH presenta diferencia significativa entre la superficie y el fondo marino.

Ho: La variación de pH no presenta diferencia significativa entre la superficie y el fondo marino.

Figura 42.

Prueba ANOVA aplicada a pH en aguas de superficie y de fondo marino



Nota. Elaborado en Minitab Versión 19.

Por lo tanto, con un p- valor de 0.516 que es mayor al p-valor de la investigación que es 0.05 por lo tanto se rechaza la hipótesis alterna y se acepta la hipótesis nula por lo cual se puede afirmar que no existe diferencias significativas entre la pH en zona superficial y fondo marino afirmando que el parámetro pH no presenta alta variabilidad en tiempo de producción y veda que se dan en los cambios superficiales y de fondo marino.

✓ ANOVA para Salinidad

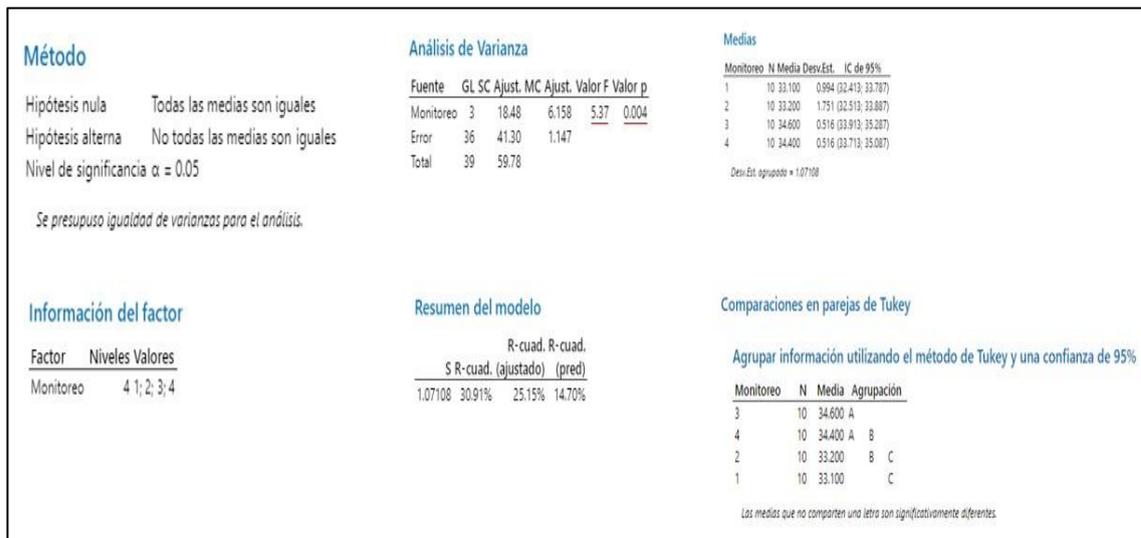
Se procederá a hacer la comparación entre los parámetros de Salinidad determinados en campo y verificar las hipótesis planteadas

Ha: La variación de salinidad presenta diferencia significativa entre la superficie y el fondo marino.

Ho: La variación de salinidad no presenta diferencia significativa entre la superficie y el fondo marino.

Figura 43.

Prueba ANOVA aplicada a la Salinidad en aguas de superficie y de fondo marino



Nota. Elaborado en Minitab Versión 19.

Por lo tanto, con un p-valor de 0.004 que es menor al p-valor de la investigación que es 0.05 por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna por lo cual se puede afirmar que existe diferencias significativas entre la salinidad en zona superficial y fondo marino afirmando que el parámetro salinidad presenta alta variabilidad en tiempo de producción y veda y se ajusta a los cambios superficiales y de fondo marino.

✓ ANOVA para Oxígeno Disuelto

Se procederá a hacer la comparación entre los parámetros de Oxígeno Disuelto determinados en campo y verificar las hipótesis planteadas

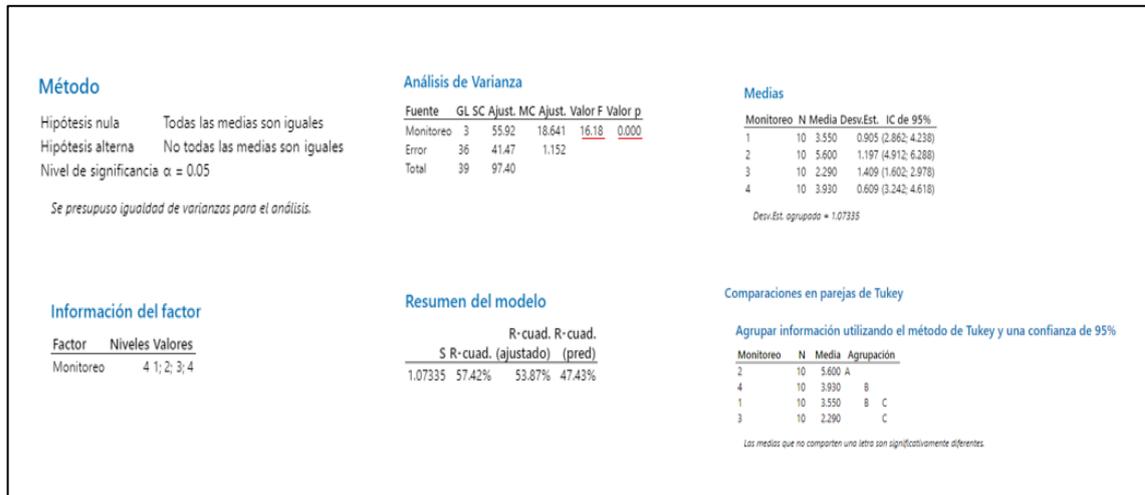
Ha: La variación de Oxígeno disuelto presenta diferencia significativa entre la superficie y el fondo marino.

Ho: La variación de Oxígeno disuelto no presenta diferencia significativa entre la superficie

y el fondo marino.

Figura 44.

Prueba ANOVA aplicada al Oxígeno Disuelto en aguas de superficie y de fondo marino



Nota. Elaborado en Minitab Versión 19.

Por lo tanto, con un p-valor de 0.00 que es menor al p-valor de la investigación que es 0.05 por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna por lo cual se puede afirmar que existe diferencias significativas entre el oxígeno disuelto en zona superficial y fondo marino afirmando que el parámetro oxígeno disuelto presenta alta variabilidad en tiempo de producción y veda y se ajusta a los cambios superficiales y de fondo marino.

✓ ANOVA para DBO

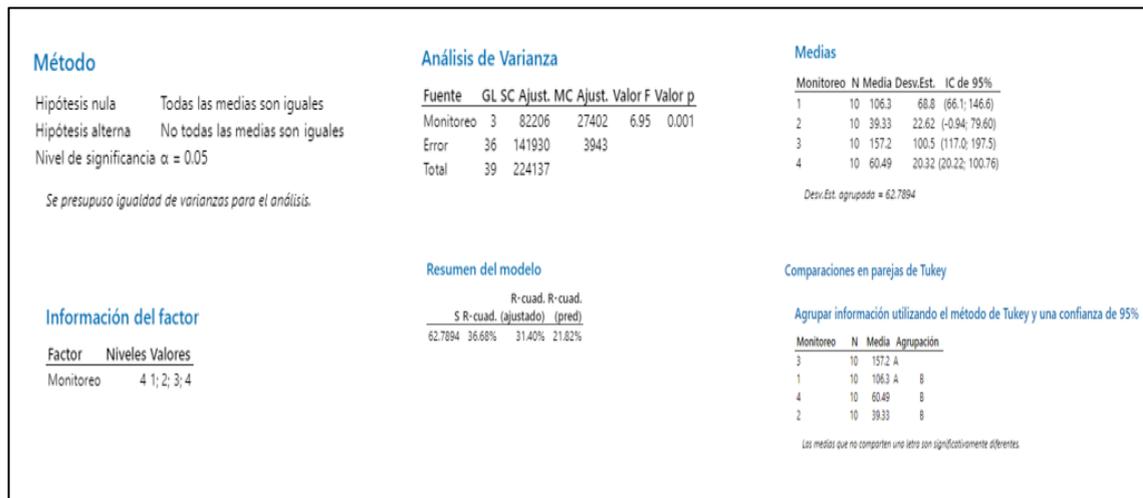
Se procederá a hacer la comparación entre los parámetros de DBO determinados en campo y verificar las hipótesis planteadas

Ha: La variación de DBO presenta diferencia significativa entre la superficie y el fondo marino.

Ho: La variación de DBO no presenta diferencia significativa entre la superficie y el fondo marino.

Figura 45.

Prueba ANOVA aplicada a la DBO en aguas de superficie y de fondo marino



Nota. Elaborado en Minitab Versión 19.

Por lo tanto, con un p-valor de 0.001 que es menor al p-valor de la investigación que es 0.05 por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna por lo cual se puede afirmar que existe diferencias significativas entre la DBO en zona superficial y fondo marino afirmando que el parámetro DBO presenta alta variabilidad en tiempo de producción y veda y se ajusta a los cambios superficiales y de fondo marino.

✓ ANOVA para Nitritos

Se procederá a hacer la comparación entre los parámetros de Nitritos determinados en campo y verificar las hipótesis planteadas

Ha: La variación de Nitritos presenta diferencia significativa entre la superficie y el fondo marino.

Ho: La variación de Nitritos no presenta diferencia significativa entre la superficie y el fondo marino.

Figura 46.

Prueba ANOVA aplicada a los Nitritos en aguas de superficie y de fondo marino

Método		Análisis de Varianza					Medias					
Hipótesis nula	Todas las medias son iguales	Fuente	GL	SC	Ajust. MC	Ajust. Valor F	Valor p	Monitoreo	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales	Monitoreo	3	0.001981	0.000660	10.18	0.000	1	10	0.02920	0.00950	(0.02404; 0.03436)
Nivel de significancia $\alpha = 0.05$		Error	36	0.002335	0.000065			2	10	0.014400	0.003134	(0.009235; 0.019565)
Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.		Total	39	0.004316				3	10	0.02960	0.01201	(0.02444; 0.03476)
								4	10	0.01640	0.00389	(0.01124; 0.02156)
								Desv.Est. agrupada = 0.00805329				
Información del factor		Resumen del modelo				Comparaciones en parejas de Tukey						
Factor	Niveles	Valores	R-cuad.		R-cuad.	Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%						
Monitoreo	4	1; 2; 3; 4	S R-cuad. (ajustado)	45.90%	(pred)	41.39%	33.21%	Monitoreo	N	Media	Agrupación	
			0.0080533					3	10	0.02960	A	
								1	10	0.02920	A	
								4	10	0.01640	B	
								2	10	0.014400	B	
								Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.				

Nota. Elaborado en Minitab Versión 19.

Por lo tanto, con un p-valor de 0.00 que es menor al p-valor de la investigación que es 0.05 por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna por lo cual se puede afirmar que existe diferencias significativas entre los nitritos en zona superficial y fondo marino afirmando que el parámetro nitrito presenta alta variabilidad en tiempo de producción y veda y se ajusta a los cambios superficiales y de fondo marino.

✓ ANOVA para Nitratos

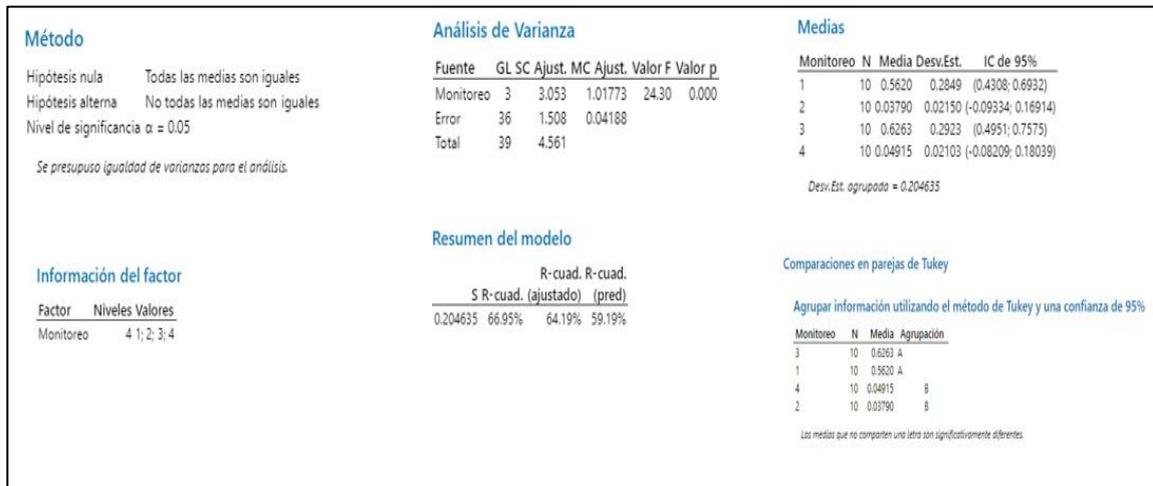
Se procederá a hacer la comparación entre los parámetros de Nitratos determinados en campo y verificar las hipótesis planteadas

Ha: La variación de Nitratos presenta diferencia significativa entre la superficie y el fondo marino.

Ho: La variación de Nitratos no presenta diferencia significativa entre la superficie y el fondo marino.

Figura 47.

Prueba ANOVA aplicada a los Nitratos en aguas de superficie y de fondo marino



Nota. Elaborado en Minitab Versión 19.

Por lo tanto, con un p-valor de 0.00 que es menor al p-valor de la investigación que es 0.05 por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna por lo cual se puede afirmar que existe diferencias significativas entre los nitratos en zona superficial y fondo marino afirmando que el parámetro nitrato presenta alta variabilidad en tiempo de producción y veda y se ajusta a los cambios superficiales y de fondo marino.

✓ ANOVA para Fosfatos

Se procederá a hacer la comparación entre los parámetros de Fosfatos determinados en campo y verificar las hipótesis planteadas

Ha: La variación de Fosfatos presenta diferencia significativa entre la superficie y el fondo marino.

Ho: La variación de Fosfatos no presenta diferencia significativa entre la superficie y el fondo marino.

Figura 48.

Prueba ANOVA aplicada a los Fosfatos en aguas de superficie y de fondo marino

Método		Análisis de Varianza					Medias						
Hipótesis nula	Todas las medias son iguales	Fuente	GL	SC	Ajust. MC Ajust.	Valor F	Valor p	Monitoreo	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%	
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales	Monitoreo	3	2.6310	0.87700	40.67	0.000	1	10	0.2490	0.0379	(0.1548; 0.3432)	
Nivel de significancia $\alpha = 0.05$		Error	36	0.7762	0.02156			2	10	0.17680	0.02921	(0.08263; 0.27097)	
<i>Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis:</i>		Total	39	3.4072				3	10	0.7766	0.2827	(0.6824; 0.8708)	
								4	10	0.1461	0.0635	(0.0519; 0.2403)	
								<i>Desv.Est. agrupada = 0.146837</i>					
Información del factor		Resumen del modelo					Comparaciones en parejas de Tukey						
Factor	Niveles	Valores	R-cuad.		R-cuad.								
Monitoreo	4	1; 2; 3; 4	S R-cuad. (ajustado)		(pred)								
			0.146837	77.22%	75.32%	71.87%							
								Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%					
								Monitoreo	N	Media	Agrupación		
								3	10	0.7766	A		
								1	10	0.2490	B		
								2	10	0.17680	B		
								4	10	0.1461	B		
								<i>Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.</i>					

Nota. Elaborado en Minitab Versión 19.

Por lo tanto, con un p-valor de 0.00 que es menor al p-valor de la investigación que es 0.05 por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna por lo cual se puede afirmar que existe diferencias significativas entre los fosfatos en zona superficial y fondo marino afirmando que el parámetro fosfatos presenta alta variabilidad en tiempo de producción y veda y se ajusta a los cambios superficiales y de fondo marino.

✓ ANOVA para Aceites y Grasas

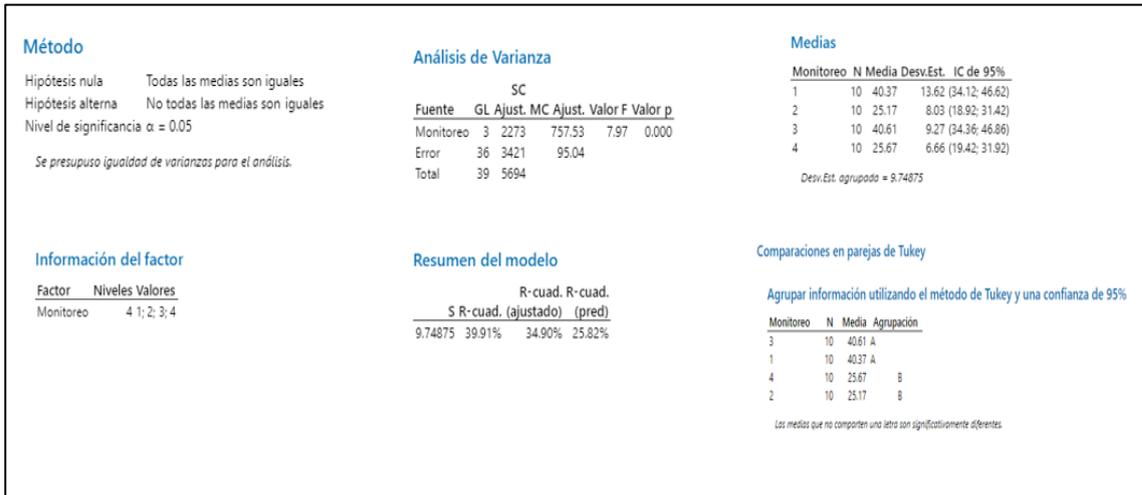
Se procederá a hacer la comparación entre los parámetros de Nitritos determinados en campo y verificar las hipótesis planteadas

Ha: La variación de Aceites y Grasas presenta diferencia significativa entre la superficie y el fondo marino.

Ho: La variación de Aceites y Grasas no presenta diferencia significativa entre la superficie y el fondo marino.

Figura 50.

Prueba ANOVA aplicada a los SST en aguas de superficie y de fondo marino



Nota. Elaborado en Minitab Versión 19.

Por lo tanto, con un p-valor de 0.00 que es menor al p-valor de la investigación que es 0.05 por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna por lo cual se puede afirmar que existe diferencias significativas entre los SST en zona superficial y fondo marino afirmando que el parámetro SST presenta alta variabilidad en tiempo de producción y veda y se ajusta a los cambios superficiales y de fondo marino.

Por tanto, del análisis inferencial de 10 parámetros fisicoquímicos, 8 presentan variabilidad en zona de superficie y fondo marino, en tiempo de producción y veda respectivamente por tanto presentan un alto grado de variación en la calidad del agua a nivel de superficie y fondo marino y alto grado de variación época de producción pesquera y bajo grado en época de veda en la Bahía Ferroles, siendo el parámetro representativo la DBO porque se relaciona con los demás parámetros de manera directa.

Tabla 31.*Contrastación de Hipótesis planteadas en la Investigación*

HIPOTESIS GENERAL	ARGUMENTACION	CONTRASTACION
<p>Los vertimientos pesqueros influyen significativamente en la variación Físicoquímica de la Calidad de Agua en la Bahía Ferroles, Callao 2020.</p>	<p>Los vertimientos pesqueros influyen de manera significativa sobre la calidad del agua específicamente elevando la DBO, lo cual establece que si hay más de 10 mg/l la carga orgánica es mayor y presenta contaminación y con un $F= 6.95$ y un p-valor menor a 0.05 que es el valor de error máximo permitido en la investigación se establece que existe influencia significativa en este parámetro físicoquímico el cual influye de manera directa en los otros parámetros</p>	<p>Verdadera</p>
<p>HIPOTESIS ESPECIFICAS</p>		
<p>Los parámetros físicoquímicos presentan un alto grado de variación en la calidad del agua a nivel de superficie durante la época de producción pesquera y bajo grado en época de veda en la Bahía Ferroles, Callao, 2020.</p>	<p>De la misma manera a nivel superficial se observa que la DBO presenta acentuación como parámetro generando aumentos específicamente en la época de producción, presentando un $F= 6.95$ y un p-valor menor a 0.05 que es el valor de error máximo permitido en la investigación, el cual influye de manera directa en los otros parámetros, presentando disminución significativa en época de veda</p>	<p>Verdadera</p>
<p>Los parámetros físicoquímicos presentan un alto grado de variación en la calidad del agua a nivel de</p>	<p>De la misma manera a nivel de fondo se observa que la DBO presenta acentuación como parámetro generando aumentos específicamente en la época de producción,</p>	<p>Verdadera</p>

fondo durante la época de producción pesquera y bajo grado en época de veda en la Bahía Ferroles, Callao, 2020.	presentando un $F= 6.95$ y un p-valor menor a 0.05 que es el valor de error máximo permitido en la investigación, el cual influye de manera directa en los otros parámetros, presentando disminución significativa en época de veda
---	---

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Romero (2013), en su artículo científico sobre *“Aporte contaminante del procesamiento de recursos pesqueros en Cuba y su impacto al medio”*, plantea como objetivo: Estimar el aporte contaminante en términos de carga a los distintos ambientes receptores, considerando el volumen de materia orgánica, es en este sentido que concluye que los efluentes y residuos generados a partir del procesamiento de especies del sector pesquero, generan contaminantes que en términos de materia prima procesada alcanzan valores de 342 TN de DBO en un solo; 676 TN de DQO; 16,1 TN de NTK; 6,2 TN de PT y 2,2 TN de $N-NH_4^+$, demostrando que el vertimiento de contaminantes a las aguas marinas genera impactos peligrosos y potenciales que pueden afectar a los ecosistemas receptores. En nuestra investigación se trabajó en dos épocas diferentes a fin de evaluar la diferencia en el grado de contaminación del ecosistema marino en la bahía de Ferroles en el Callao, los niveles más altos fueron registrados en la época de producción pesquera, obteniéndose en algunas estaciones a nivel de superficie las concentraciones más significativas de $DBO=73.5$ mg/l, $SST=62.1$ mg/l, Aceites y Grasa =8.2 mg/l, $NO_2^- = 0.047$ mg/l, $NO_3^- = 1.055$ mg/l, $PO_3^{3-} = 0.307$ mg/l y un bajo nivel de $OD=2.1$ mg/l, así mismo, a nivel de fondo se obtuvieron algunos resultados de importancia a evaluar como la $DBO = 301.6$ mg/l, $SST = 52.1$ mg/l, Aceites y Grasa = 7.6 mg/l, $NO_2^- = 0.048$ mg/l, $NO_3^- = 0.936$ mg/l, $PO_3^{3-} = 1.135$ mg/l y un bajo nivel de $OD = 1.3$ mg/l. Con la elevada carga orgánica presente en los vertimientos pesqueros mostrada por Romero (2013) en su estudio, y los valores obtenidos en nuestro trabajo de investigación en el ambiente marino, demuestran que existe una variación de algunos parámetros físico químicos en relación a los Estándares de Calidad Ambiental.

De acuerdo con Varas (2016), en su estudio sobre: *“Impacto de la Emisión de Efluentes Líquidos de la Industria Pesquera en el mar de Puerto Malabrigo, distrito de Rázuri, Ascope*

– 2015”, plantea como objetivo general, determinar el impacto de los efluentes líquidos de la industria pesquera en el mar de puerto Malabrigo distrito de Rázuri; provincia de Ascope, donde concluye que los valores que se encontraron de los parámetros analizados para el período de producción superan los ECA para la Categoría 4 “Conservación del medio ambiente acuático”, comparados con los de periodo de veda, puesto que se obtuvo que el valor de Oxígeno Disuelto (OD) fue de 0.82 mg/L y para la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) de 45.83mg/L, superando estos valores los ECA. Los resultados que se obtuvieron en relación a nuestra investigación sobre los niveles de Oxígeno Disuelto mostraron que en la época de producción pesquera el valor más bajo registrado para dos estaciones a nivel de superficie fue de 2.1 mg/l, y una Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) de 73.5 mg/l, y en relación a los resultados de fondo, los valores más significativos para dos estaciones fueron de 1.3 mg/l de Oxígeno Disuelto (OD) y una Demanda Bioquímica de Oxígeno de 301.6 mg/l, coincidiendo para ambos estudios, concentraciones de ambos parámetros por debajo de los ECA para aguas de Categoría 4 “Conservación del ambiente acuático”.

En su trabajo de investigación Castro (2020), estudió la “*Variación de los parámetros Fisicoquímicos por Vertimientos Pesqueros en la Bahía de Chancay, 2019*”, donde planteó como objetivo general, evaluar el estado actual de los parámetros fisicoquímicos de las aguas que presenta la Bahía de Chancay, a causa de los vertimientos pesqueros, en tal sentido, consideró también desarrollarlo en dos etapas bien marcadas, una de producción industrial pesquera y otra de veda. Los resultados obtenidos por Castro (2019), durante la época de producción arrojaron valores de importancia para algunas estaciones alcanzando una DBO de 60.3 mg/l, Aceites y Grasa igual a 10.9 mg/l, SST de 20 mg/l, $\text{NO}_2^- = 0.04$ mg/l, $\text{NO}_3^- = 0.98$ mg/l, $\text{PO}_3^{3-} = 1.74$ mg/l. Los resultados de nuestra investigación muestran valores de DBO=73.5 mg/l, SST=62.1 mg/l, Aceites y Grasa =8.2 mg/l, $\text{NO}_2^- = 0.047$ mg/l, $\text{NO}_3^- = 1.055$

mg/l y $\text{PO}_3^{3-} = 0.307$ mg/l, demostrándose en ambos casos una variación de los parámetros físico químicos por vertimientos pesqueros.

VI. CONCLUSIONES

6.1 De acuerdo a los resultados obtenidos a nivel superficial en época de producción pesquera, se concluye que existe una significativa variación para los parámetros de DBO, Aceites y Grasa, Solidos Suspendidos Totales y Oxígeno Disuelto, los cuales exceden los Estándares de Calidad Ambiental, a diferencia de los parámetros de Temperatura, pH, Salinidad, Nitritos, Nitratos y Fosfatos, quienes se encuentran dentro de sus niveles normales para el ambiente marino.

6.2 En relación a los resultados obtenidos a nivel de superficie en época de veda se concluye que hay una variación favorable (reducción) de todos los parámetros físico químicos en relación a la época de producción pesquera, sin embargo, la DBO y Solidos Suspendidos Totales siguen superando los Estándares de Calidad Ambiental para las estaciones 4, 5, 6, 7, 8, 9 y 10, asociado a la presencia de materia orgánica y lenta biodegradación como producto de algunos vertimientos pesqueros y/o domésticos.

6.3 De los resultados obtenidos en el monitoreo desarrollado a nivel de fondo en época de producción pesquera se concluye que existe una variación significativa no favorable de los parámetros de DBO, Aceites y Grasa, Solidos Suspendidos Totales y Oxígeno Disuelto, los cuales exceden los Estándares de Calidad Ambiental, a diferencia de los parámetros de Temperatura, pH, Salinidad, Nitritos, Nitratos y Fosfatos, quienes se encuentran dentro de sus niveles normales.

6.4 De acuerdo a los resultados obtenidos a nivel de fondo en época de veda se concluye que hay una variación favorable (reducción) de todos los parámetros físico químicos en relación a la época de producción pesquera, sin embargo, la DBO para todas las estaciones y

Sólidos Suspendidos Totales para las estaciones centrales (5, 6 y 7) siguen superando los Estándares de Calidad Ambiental, asociado a la presencia de materia orgánica acumulada en el fondo y su lenta biodegradación como producto de algunos vertimientos pesqueros y/o domésticos.

VII. RECOMENDACIONES

Con la finalidad de mitigar la contaminación orgánica, se recomienda que las industrias pesqueras, que no cuenten con un sistema de tratamiento para sus efluentes residuales, instalen uno adecuado, con la finalidad de reducir la carga de material orgánico procedente del agua de bombeo, agua de cola, sanguaza, residuos de alimentos, etc.

Para que exista una recuperación aceptable de los sedimentos marinos, con sus características normales, es necesario otorgarle un mayor tiempo de autodepuración, y considerando que las empresas industriales instaladas en el litoral, al igual que los efluentes domésticos, son los principales causantes de las concentraciones de materia orgánica, se recomienda que las plantas pesqueras instalen o mejoren la eficiencia de sus sistemas de tratamiento, al igual que para los efluentes urbanos.

Para evitar una mayor concentración de los materiales orgánicos, en función al área de influencia de la Bahía de Ferroles, se recomienda a las industrias pesqueras, la utilización de emisores submarinos con una mayor longitud de evacuación, con la finalidad de facilitar una mejor dilución de la materia orgánica, de manera que se aproveche las corrientes externas fuera del área de influencia de la Bahía.

Para mitigar en gran medida la polución orgánica generada por las diversas industrias, se recomienda un sistema de tratamiento integral, el cual contenga separadores de sólidos, aceites y grasa, sangre, proteínas, etc. con la finalidad que sus efluentes residuales sean evacuados por los emisores submarinos y contengan la mínima carga orgánica contaminante.

Para reducir los diferentes niveles de aceites y grasas encontrados en la Bahía de

Ferroles, se recomienda a todas las industrias del entorno, instalar un sistema de tratamiento químico, utilización de centrífugas, sistemas de flotación con aire o cualquier otro separador de aceites y grasas, con la finalidad que asegure una reducción considerable del contaminante antes de ser evacuados con los efluentes industriales.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ambrosio, M. (2017). “*Procesamiento pesquero, disposición de residuos e impacto ambiental. Magister en Ingeniería Sanitaria y Ambiental*” Cantabria- España
<https://docplayer.es/11299838-Procesamiento-pesquero-disposicion-de-residuos-e-impacto-ambiental.html>
- Casilla, S. (2014) *Evaluación de la Calidad de Agua en los diferentes puntos de descarga de la cuenca del rio Suchez Puno Perú* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Altiplano]. Repositorio institucional UNAP
http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/4546/Casilla_Quispe_Sergio.pdf?sequence=1
- Castro, P. (2004). *Recuperación de la materia orgánica del agua de cola y su aprovechamiento como fuente de nitrógeno en suelos agrícolas.* [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Castro, K. (2019). “*Variación de los parámetros fisicoquímicos por vertimientos pesqueros en la bahía de chancay, 2019*”. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Federico Villarreal] Repositorio institucional UNFV
<https://repositorio.unfv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13084/4788/CASTRO%20%20ARTEAGA%20KAREN%20MELANIE%20-%20TITULO%20PROFESIONAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Clemente, S. (2015) “*Impactos Ambientales Producidos por la Elaboración de Harina de Pescado en la Comuna Jambelí – provincia de Santa Elena 2014*” [Tesis de posgrado, Universidad de Guayaquil] Repositorio institucional UG
<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/26597/1/T-UG-DP-MAA-061.pdf>
- CONAM (Consejo Nacional del Ambiental). 1998. *Prácticas recomendadas para mejorar la eficiencia de los procesos en la industria de Harina de Pescado.* Lima, Perú. p. 93

- Coronado, N. (2018) *Análisis temporal de parámetros físico-químicos de calidad de efluentes en establecimientos industriales pesqueros – bahía del Callao (periodo 2012-2016)*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina]. Repositorio institucional La Molina <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/3115/coronado-cuadros-natalia.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, *Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias*. (07 de junio de 2017) <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/06/DS-004-2017-MINAM.pdf>
- Decreto Supremo N° 010-2018, *Límites Máximos Permisibles (LMP) para efluentes de los establecimientos industriales pesqueros de consumo humano directo e indirecto*. (30 de setiembre de 2018) http://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wpcontent/uploads/sites/22/2015/01/LM_P_DS-010-2008-PRODUCE.pdf
- García, S.; Pacheco A.; Valdez, H.; Márquez, R.; Lugo, S.; Ezquerro, B. (2009). *Impacto del agua de cola de la industria pesquera*. CyTA- Journal of food (México). 7(1), 67–77 <https://doi.org/10.1080/11358120902850412>
- Gianoli, A. (2018). *“Estudio microbiológico y físico químico de la calidad del agua en seis puntos de la Bahía de Sechura – Piura”*. [Tesis de pregrado, Universidad Peruana Cayetano Heredia]. Repositorio institucional UPCH https://repositorio.upch.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12866/1441/Estudio_Gianoli_Gianoli_Ariana.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. (6ª edición), McGraw-Hill, México.
- Ley N° 29338, Ley de Recursos Hídricos. (30 de marzo de 2009).

<http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/Ley-N%C2%B0-29338.pdf>

Ley N° 28611, Ley General del Ambiente. (15 de octubre de 2005).

<http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/06/ley-general-del-ambiente.pdf>

Lujan, N. (2019). “*Caracterización de efluentes de una industria pesquera de consumo humano directo y su grado de cumplimiento con las normas vigentes (2014-2016)*”.

[Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina]. Repositorio institucional

La Molina <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/4240/lujan-carbajal-nya-ximena.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Mendoza, M. (2018). “*Evaluación físicoquímica de la calidad del agua superficial en el centro poblado de Sacsamarca, Región Ayacucho, Perú*” [Tesis de posgrado, Pontificia

Universidad Católica del Perú]. Repositorio institucional PUCP

[http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/12256/MENDOZA](http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/12256/MENDOZA_FUENTES_MIGUEL_AGUA_SUPERFICIAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

[F U E N T E S M I G U E L A G U A S U P E R F I C I A L . p d f ? s e q u e n c e = 1 & i s A l l o w e d = y](http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/12256/MENDOZA_FUENTES_MIGUEL_AGUA_SUPERFICIAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Pérez, M. (2019). *Evaluación de parámetros físico-químicos de los efluentes industriales de empresas pesqueras de consumo humano indirecto, Bahía de Chancay (2011-2017)*

[Tesis de pregrado, Universidad Nacional Federico Villarreal]. Repositorio institucional UNFV.

http://repositorio.unfv.edu.pe/bitstream/handle/UNFV/3764/UNFV_PEREZ_COLQU

[I_MIRIAM_MARIA_TITULO_PROFESIONAL_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unfv.edu.pe/bitstream/handle/UNFV/3764/UNFV_PEREZ_COLQU)

y

Resolución Ministerial N°061-2016. Protocolo para el Monitoreo de Efluentes de los

Establecimientos Industriales Pesqueros de Consumo Humano Directo e Indirecto. (09

de febrero de 2016). [https://www2.produce.gob.pe/dispositivos/publicaciones/rm061-](https://www2.produce.gob.pe/dispositivos/publicaciones/rm061-2016-produce.pdf)

[2016-produce.pdf](https://www2.produce.gob.pe/dispositivos/publicaciones/rm061-2016-produce.pdf)

Resolución Ministerial N° 029-2019. Protocolo para el monitoreo de efluentes de los

establecimientos industriales pesqueros de consumo humano directo e indirecto, (30 de enero de 2019) https://www.produce.gob.pe/produce/download/dispositivos-legales/101472_1.pdf

Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA, Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales. (11 de enero del 2006). https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/r.j._010-2016-ana_0.pdf

Rivera, U. y Urrelo, R. *Gobierno Regional del Callao. Estudio oceanográfico de la bahía del Callao – Ventanilla y zonas de influencia* 2013 http://sitr.regioncallao.gob.pe/catalogoDocumento/Informe_Zonificacion_Oceanografica.pdf

Romero, T. (2013), “*Aporte contaminante del procesamiento de recursos pesqueros en Cuba y su impacto al medio*”. La Habana – Cuba. Scielo 34(2) http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1680-03382013000200002

Sánchez, L (2019). “*Evaluación de la calidad del agua de mar en la playa Cantolao- Sector Espigón del Abtao en la bahía del Callao*”. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Federico Villarreal] Repositorio institucional UNFV <https://repositorio.unfv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13084/3989/SANCHEZ%20AQUIJE%20LUZANGELA%20-%20TITULO%20PROFESIONAL%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

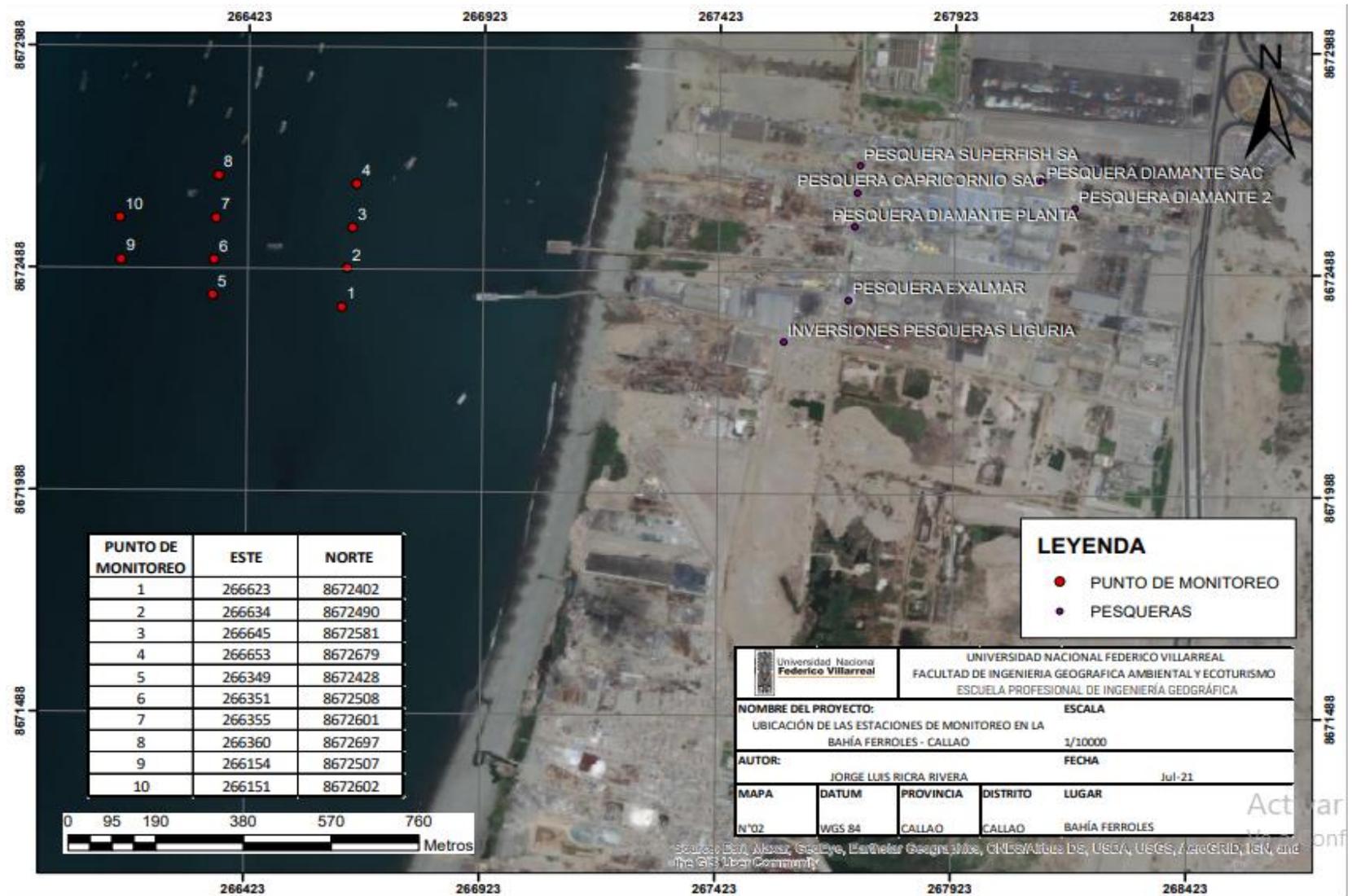
Varas, L. (2016). “*Impacto de la emisión de efluentes líquidos de la Industria Pesquera en el mar de Puerto Malabrigo, Distrito de Razuri, Ascope – 2015*”. [Tesis de posgrado, Universidad Nacional de Trujillo] Repositorio institucional UNITRU https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/1808/Tesis%20doctoral_Lupo%20Varas%20Ponce.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Verde, Reyes, Ponte y Zavaleta (2010), “*Impacto de los Efluentes de la Industria Pesquera en*

la Calidad de las Aguas costeras de Supe Puerto Barranca- Perú 2010". Aporte
Santiaguino. 6(2), 120-128.

http://revistas.unasam.edu.pe/index.php/Aporte_Santiaguino/article/view/511/479

Ubicación de las estaciones de monitoreo en la Bahía Ferroles (Callao)



9.2 Panel fotográfico



Inicio de toma de muestras en la Bahía del Callao



Toma de muestra para Solidos Suspendidos Totales.



Toma de muestra para Nutrientes.



Lavado de recipiente para toma de muestras.



Toma de muestras para Aceites y Grasa.



Medición de Salinidad, Oxígeno Disuelto y Potencial de Hidrógenos



Determinación de Nutrientes (Nitritos, Nitratos y Fosfatos)



Determinación de la Demanda Bioquímica de Oxígeno.



Determinación de Sólidos Suspendedos Totales

9.3 Matriz de Consistencia

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variable	Metodología
<p>Problema General</p> <p>¿De qué manera influyen los vertimientos pesqueros en la variación fisicoquímica de la calidad de agua en la Bahía Ferroles, Callao, 2020?</p> <p>Problemas específicos</p> <p>A) ¿Cómo es la variación fisicoquímica de la calidad de agua durante la época de producción industrial pesquera en la Bahía Ferroles, Callao, 2020?</p> <p>¿Cómo es la variación fisicoquímica de la calidad de agua durante la época de veda, pasada la etapa de producción pesquera en la Bahía Ferroles, Callao, 2020?</p>	<p>Objetivo General</p> <p>a) Evaluar la influencia de los vertimientos pesqueros en la variación Fisicoquímica de la calidad de agua de la Bahía Ferroles, Callao, 2020.</p> <p>Objetivos específicos</p> <p>a) Determinar los niveles de los parámetros fisicoquímicos de la calidad de agua a nivel de superficie durante la época de producción pesquera y veda en la Bahía Ferroles, Callao, 2020.</p> <p>b) Determinar los niveles de los parámetros fisicoquímicos a nivel de fondo de la calidad de agua durante la época de producción pesquera y veda, pasada la etapa de producción pesquera en la Bahía Ferroles, Callao, 2020.</p>	<p>Hipótesis general</p> <p>En la medida que los vertimientos excedan los Límites Máximos Permisibles se podrá evidenciar una variación de los parámetros físico químicos de la calidad del agua en las aguas de la Bahía de Ferroles, Callao 2020.</p> <p>Hipótesis específicas</p> <p>-Los parámetros fisicoquímicos presentan un alto grado de variación en la calidad del agua a nivel de superficie durante la época de producción pesquera y bajo grado en época de veda en la Bahía Ferroles, Callao, 2020.</p> <p>-Los parámetros fisicoquímicos presentan un alto grado de variación en la calidad del agua a nivel de fondo durante la época de producción pesquera y bajo grado en época de veda en la Bahía Ferroles, Callao, 2020.</p>	<p>Variable Independiente</p> <p>➤ Vertimientos Pesqueros</p> <p>Indicadores</p> <p>Veda Producción pesquera AyG SST Ph</p> <p>Variable Dependiente</p> <p>➤ Variación Fisicoquímica</p> <p>Indicadores</p> <p>Temperatura Salinidad pH Oxígeno disuelto Materia orgánica H2S DBO Aceites y grasas SST Nitratos Fosfatos</p>	<p>Tipo Descriptivo Explicativo</p> <p>Nivel Descriptivo- correlacional</p> <p>Diseño No experimental longitudinal</p> <p>Técnica Muestreo Protocolo de monitoreo Análisis de muestra Observación de campo</p> <p>Instrumentos Equipos de campo y mesa Métodos estandarizados Fichas textuales, resúmenes de informes Estadísticas</p> <p>Población y muestra Población: las aguas que conforman el volumen total correspondiente a la Bahía de Ferroles en el Callao.</p> <p>Muestra: Volumen de agua de aprox 10 litros</p>