



Universidad Nacional
SAN LUIS GONZAGA



Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional

Esta licencia permite a otras combinar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial, siempre y cuando den crédito y licencia a nuevas creaciones bajo los mismos términos.

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



EVALUACION DE ORIGINALIDAD

CONSTANCIA

El que suscribe, deja constancia que se ha realizado el análisis con el software de verificación de similitud de la **TESIS** cuyo título es:

“CONTAMINACIÓN ORGÁNICA EN ZONA DE AMORTIGUAMIENTO DE LA RESERVA NACIONAL DE PARACAS POR EFLUENTES DE LAS FÁBRICAS DE HARINA Y ACEITE DE PESCADO VERTIDOS POR EL EMISOR SUBMARINO”

Presentado por:

SOTELO TORREALVA MANUEL ALEJANDRO

De la **MAESTRÍA EN CIENCIAS DEL MAR** mención **ACUICULTURA**.

Que, se ha recibido del operador del programa informático evaluador de originalidad de la Escuela de Posgrado de la UNICA, el informe automatizado de originalidad, el mismo que concluye de la siguiente manera:

El documento de investigación APRUEBA los criterios de originalidad con un porcentaje de similitud de 13%.

Para dar fe, se adjunta al presente el reporte de similitud de las bases de datos de iThenticate. En Ica 11 de febrero de 2025.

Atentamente

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"
ESCUELA DE POSGRADO

Dr. MARIO GUSTAVO REYES MEJÍA
DIRECTOR

**UNIVERSIDAD NACIONAL “SAN LUIS GONZAGA”
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
ESCUELA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN CIENCIAS DEL MAR**



TESIS

“Contaminación orgánica en zona de amortiguamiento de la Reserva Nacional de Paracas por efluentes de las fábricas de harina y aceite de pescado vertidos por el emisor submarino”

Línea de investigación:

Ciencias naturales, ingeniería y tecnologías sostenibles

Presentado por:

Bach. MANUEL ALEJANDRO SOTELO TORREALVA

GRADO POR OBTENER: MAESTRO

Ica – Perú

2025

Dedicatoria:

A mis padres; que me dieron lo indispensable para ser lo que soy.

A mis hijos que son la proyección de mi vida en el tiempo.

Agradecimiento

A mi querida esposa Doris Inés; que día a día me apoya y me alienta a seguir superándome.

ÍNDICE

RESUMEN.....	10
I. INTRODUCCIÓN	11
1.1. Planteamiento del problema.....	12
1.2. Formulación del Problema.....	13
1.3. Justificación e importancia de la investigación.....	14
1.4. Antecedentes Internacionales.....	14
1.5. Antecedentes Nacionales.	15
1.6. Antecedentes locales.	15
1.7. Contaminación orgánica en la zona de amortiguamiento de la Reserva Nacional de Paracas (RNP).....	16
1.8. Efluentes generados durante el proceso de producción de harina y aceite de pescado.	17
1.8.1. Tipos de efluentes del proceso.....	17
1.9. Tratamiento de efluentes de proceso de las plantas de harina y aceite de pescado – Agua de bombeo.....	19
1.10. Emisor Submarino APROPISCO.....	20
1.11. Parámetros característicos de los efluentes.....	20
1.12. Impactos ambientales relacionados al vertimiento de efluentes de fábrica de harina de pescado	21
1.13. Tratamiento del agua de bombeo.....	22
1.14. Hipótesis [14].....	23
1.15. Objetivos. Objetivo general.....	24
II. ESTRATEGIA METODOLOGICA	25
2.1. Tipo, diseño y nivel de la investigación	25
2.1.1. Tipo de investigación [15]	25
2.1.2. Diseño de la investigación.....	25
2.1.3. Nivel de la investigación	25
2.2. Población y muestra	26
2.2.1. Población.	26
2.2.2. Muestra.....	26
2.3. Equipos y materiales	26
2.4. Técnicas de recolección de datos	27
2.5. Selección de puntos de muestreo.....	27
2.5.1. Análisis de muestra de agua de mar. Determinación de Oxígeno Disuelto ...	27
2.6. Instrumento de recolección de datos	32

2.7.	Procesamiento y análisis de datos	32
III.	RESULTADOS	33
3.1.	Resultados de los parámetros ambientales del agua de mar.	33
3.2.	Resultados estadísticos de la prueba de hipótesis	61
3.2.1.	Prueba estadística de la hipótesis general	61
3.2.2.	Prueba estadística de la hipótesis específica. Hipótesis específica 1	64
IV.	CONCLUSIONES	68
V.	RECOMENDACIONES.....	69
VI.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	70
ANEXO*	71

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1 Promedio de oxígeno disuelto, solidos suspendidos, aceite y grasa y potencial de iones de hidrogeno en el mar de Pisco – Paracas, 2014.	17
Tabla 2 Características del agua de bombeo	18
Tabla 3 Características Físico Químicas de la Sanguaza.....	18
Tabla 4 Composición química del agua de cola.....	19
Tabla 5 Operacionalización de las variables	24
Tabla 6 Diseño de la investigación.....	25
Tabla 7 Promedio mensual de parámetros ambientales del mar frente a Pisco Año 2023 – Transparencia a 0 metros de profundidad Estación A	33
Tabla 8 Promedio mensual de parámetros ambientales del mar frente a Pisco Año 2023 – Transparencia a 27metros de profundidad Estación A	34
Tabla 9 Promedio mensual de parámetros ambientales del mar frente a Pisco Año 2023 – Transparencia a 0 metros de profundidad Estación B.....	35
Tabla 10 Promedio mensual de parámetros ambientales del mar frente a Pisco Año 2023 – Transparencia a 27metros de profundidad Estación B	36
Tabla 11 Promedio mensual de parámetros ambientales del mar frente a Pisco Año 2023 – Temperatura a 0 metros de profundidad Estación A	37
Tabla 12 Promedio mensual de parámetros ambientales del mar frente a Pisco Año 2023 – Temperatura a 27 metros de profundidad Estación A	38
Tabla 13 Promedio mensual de parámetros ambientales del mar frente a Pisco Año 2023 – Temperatura a 0 metros de profundidad Estación B	39
Tabla 14 Promedio mensual de parámetros ambientales del mar frente a Pisco Año 2023 – Temperatura a 27 metros de profundidad Estación B	40
Tabla 15 Promedio mensual de parámetros ambientales del mar frente a Pisco Año 2023 – Oxigeno a 0 metros de profundidad Estación A	41
Tabla 16 Promedio mensual de parámetros ambientales del mar frente a Pisco Año 2023 – Oxigeno a 27 metros de profundidad Estación A	42
Tabla 17 Promedio mensual de parámetros ambientales del mar frente a Pisco Año 2023 – Oxigeno a 0 metros de profundidad Estación B.....	43
Tabla 18 Promedio mensual de parámetros ambientales del mar frente a Pisco Año 2023 – Oxigeno a 27 metros de profundidad Estación B.....	44
Tabla 19 Promedio mensual de parámetros ambientales del mar frente a Pisco Año 2023 – pH a 0 metros de profundidad Estación A.....	45
Tabla 20 Promedio mensual de parámetros ambientales del mar frente a Pisco Año 2023 – pH a 27 metros de profundidad Estación A.....	46

Tabla 21 Promedio mensual de parámetros ambientales del mar frente a Pisco Año 2023 – pH a 0 metros de profundidad Estación B.....	47
Tabla 22 Promedio mensual de parámetros ambientales del mar frente a Pisco Año 2023 – pH a 27 metros de profundidad Estación B.....	48
Tabla 23 Promedio mensual de parámetros ambientales del mar frente a Pisco Año 2023 – Solidos totales a 0 metros de profundidad Estación A.....	49
Tabla 24 Promedio mensual de parámetros ambientales del mar frente a Pisco Año 2023 – Solidos Totales a 27 metros de profundidad Estación A	50
Tabla 25 Promedio mensual de parámetros ambientales del mar frente a Pisco Año 2023 – Solidos Totales a 0 metros de profundidad Estación B.....	51
Tabla 26 Promedio mensual de parámetros ambientales del mar frente a Pisco Año 2023 – Solidos Totales a 27 metros de profundidad Estación B.....	52
Tabla 27 Promedio mensual de parámetros ambientales del mar frente a Pisco Año 2023 – DBO5 (mg/L) a 0 metros de profundidad Estación A	53
Tabla 28 Promedio mensual de parámetros ambientales del mar frente a Pisco Año 2023 – DBO5 (mg/L) a 0 metros de profundidad Estación B.....	54
Tabla 29 Promedio mensual de parámetros ambientales del mar frente a Pisco Año 2023 – Salinidad a 0 metros de profundidad Estación A	55
Tabla 30 Promedio mensual de parámetros ambientales del mar frente a Pisco Año 2023 – Salinidad a 27 metros de profundidad Estación A	56
Tabla 31 Promedio mensual de parámetros ambientales del mar frente a Pisco Año 2023 – Salinidad a 0 metros de profundidad Estación B.....	57
Tabla 32 Promedio mensual de parámetros ambientales del mar frente a Pisco Año 2023 – Salinidad a 27 metros de profundidad Estación B.....	58
Tabla 33 Promedio mensual de parámetros ambientales de las fábricas de harina y aceite de pescado medidas en el tanque recolector que lleva los residuos sólidos por el emisor submarino.....	59
Tabla 34 Prueba de hipótesis de oxígeno a cero metros de profundidad.....	61
Tabla 35 Valor estadístico de la prueba O2 a cero metros de profundidad	62
Tabla 36 Prueba de hipótesis de la Demanda Bioquímica de oxígeno a cero metros de profundidad	62
Tabla 37 Valor estadístico de la prueba DBO5 a cero metros de profundidad.....	63
Tabla 38 Demanda Bioquímica de Oxigeno en el tanque receptor.....	64
Tabla 39 Valor del estadístico de prueba DBO5 en el tanque receptor	64
Tabla 40 Prueba de hipótesis de la DBO5	66
Tabla 41 Valor estadístico de la prueba DBO5.....	66
Tabla 42 Matriz de consistencia	71

ÍNDICE DE GRAFICO

Grafico 1 Promedio mensual de parámetros ambientales del mar frente a Pisco Año 2023– Transparencia a 0 metros de profundidad Estación A.....	33
Grafico.....	34
Grafico 3 Promedio mensual de parámetros ambientales del mar frente a Pisco Año 2023 – Transparencia a 0 metros de profundidad Estación B.....	35
Grafico 4 Promedio mensual de parámetros ambientales del mar frente a Pisco Año 2023– Transparencia a 27 metros de profundidad Estación B	36
Grafico 5 Promedio mensual de parámetros ambientales del mar frente a Pisco Año 2023 – Temperatura a 0 metros de profundidad Estación A	37
Grafico 6 Promedio mensual de parámetros ambientales del mar frente a Pisco Año 2023 – Temperatura a 27 metros de profundidad Estación A	38
Grafico 7 Promedio mensual de parámetros ambientales del mar frente a Pisco Año 2023– Temperatura 0 metros de profundidad Estación B	39
Grafico 8 Promedio mensual de parámetros ambientales del mar frente a Pisco Año 2023 – Temperatura a 27 metros de profundidad Estación B	40
Grafico 9 Promedio mensual de parámetros ambientales del mar frente a Pisco Año 2023 – Oxigeno a 0 metros de profundidad Estación A	41
Grafico 10 Promedio mensual de parámetros ambientales del mar frente a Pisco Año 2023 – Oxigeno a 27 metros de profundidad Estación A.....	42
Grafico 11 Promedio mensual de parámetros ambientales del mar frente a Pisco Año 2023– Oxigeno a 0 metros de profundidad Estación B.....	43
Grafico 12 Promedio mensual de parámetros ambientales del mar frente a Pisco Año 2023 – Oxigeno a 27 metros de profundidad Estación B.....	44
Grafico 13 Promedio mensual de parámetros ambientales del mar frente a Pisco Año 2023 – pH a 0 metros de profundidad Estación A.....	45
Grafico 14 Promedio mensual de parámetros ambientales del mar frente a Pisco Año 2023 – pH a 27 metros de profundidad Estación A.....	46
Grafico 15 Promedio mensual de parámetros ambientales del mar frente a Pisco Año 2023– pH a 0 metros de profundidad Estación B	47
Grafico 16 Promedio mensual de parámetros ambientales del mar frente a Pisco Año 2023 – pH a 27 metros de profundidad Estación B	48
Grafico 17 Promedio mensual de parámetros ambientales del mar frente a Pisco Año 2023 – Solidos totales a 0 metros de profundidad Estación A.....	49
Grafico 18 Promedio mensual de parámetros ambientales del mar frente a Pisco Año 2023 – Solidos totales a 27 metros de profundidad Estación A	50

Grafico 19 Promedio mensual de parámetros ambientales del mar frente a Pisco Año 2023	
– Solidos Totales a 0 metros de profundidad Estación B	51
Grafico 20 Promedio mensual de parámetros ambientales del mar frente a Pisco Año 2023	
– Solidos Totales a 27 metros de profundidad Estación B	52
Grafico 21 Promedio mensual de parámetros ambientales del mar frente a Pisco Año 2023	
– DBO5 (mg/L) a 0 metros de profundidad Estación A	53
Grafico 22 Promedio mensual de parámetros ambientales del mar frente a Pisco Año 2023	
– DBO5 (mg/L) a 0 metros de profundidad Estación B	54
Grafico 23 Promedio mensual de parámetros ambientales del mar frente a Pisco Año 2023	
– Salinidad a 0 metros de profundidad Estación A	55
Grafico 24 Promedio mensual de parámetros ambientales del mar frente a Pisco Año 2023	
– Salinidad a 27 metros de profundidad Estación A	56
Grafico 25 Promedio mensual de parámetros ambientales del mar frente a Pisco Año 2023	
– Salinidad a 0 metros de profundidad Estación B	57
Grafico 26 Promedio mensual de parámetros ambientales del mar frente a Pisco Año 2023	
– Salinidad a 27 metros de profundidad Estación B	58
Grafico 27 Promedio mensual de parámetros ambientales (Solidos totales, Oxígeno y DBO5) de las fábricas de harina y aceite de pescado medidas en el tanque recolector que lleva los residuos sólidos por el emisor submarino.....	59
Grafico 28 Promedio mensual de parámetros ambientales (Temperatura) de las fábricas de harina y aceite de pescado medidas en el tanque recolector que lleva los residuos sólidos por el emisor submarino	60
Grafico 29 Promedio mensual de parámetros ambientales (Salinidad) de las fábricas de harina y aceite de pescado medidas en el tanque recolector que lleva los residuos sólidos por el emisor submarino	60

RESUMEN

El trabajo “Contaminación orgánica en zona de amortiguamiento de la Reserva Nacional de Paracas por efluentes de las fábricas de harina y aceite de pescado vertidos por el emisor submarino”, es un trabajo de investigación no experimental, es cuantitativa porque los resultados se cuantifican y se procesan, es de campo porque se toman las muestras del agua de mar a cero metros de profundidad y a 27 metros de profundidad en el mes de Julio (veda). La temperatura a 0 metros de profundidad es 21.70°C y a 27 metros de profundidad es 14.75°C; la cantidad de oxígeno disuelto a 0 metros de profundidad es 9.85 mg/L y a 27 metros de profundidad 0.80 mg/L; el pH a 0 metros de profundidad es 8.19 μ /pH y a 27 metros de profundidad es 7.75 μ /pH; los SSTT a cero metros de profundidad 42.70 mg/L y a 27 metros de profundidad es 64.98 mg/L; la DBO₅ a 0 metros de profundidad es 1.26 mg/L.

Como resultado final del efluente transportado por el emisor submarino encontramos que al diluirse en el agua de mar a 27 metros de profundidad no hay contaminación; el agua mezclada es transportada hacia la profundidad del mar, se vuelve contaminante cuando no es bien tratada al ingresar al emisor.

ABSTRACT

The work “Organic pollution in the buffer zone of the Paracas National Reserve due to effluents from fishmeal and fish oil factories discharged by the underwater emitter”, is a non-experimental research work, it is quantitative because the results are quantified and process, it is field because seawater samples are taken at zero meters depth and at 27 meters depth in the month of July (closed season). The temperature at 0 meters depth is 21.70°C and at 27 meters depth it is 14.75°C; The amount of dissolved oxygen at 0 meters depth is 9.85 mg/L and at 27 meters depth 0.80 mg/L; the pH at 0 meters depth is 8.19 μ /pH and at 27 meters depth it is 7.75 μ /pH; The SSTT at zero meters depth is

42.70 mg/L and at 27 meters depth is 64.98 mg/L; The BOD₅ at 0 meters depth is 1.26 mg/L.

As a final result of the effluent transported by the underwater emitter, we find that when diluted in seawater at a depth of 27 meters, there is no contamination; The mixed water is transported to the depth of the sea, it becomes polluting when it is not well treated upon entering the emitter.

I. INTRODUCCIÓN

Contaminación orgánica en zona de amortiguamiento de la Reserva Nacional de Paracas por efluentes de las fábricas de harina y aceite de pescado vertidos por el emisor submarino, es una investigación no experimental, cuantitativa, transversal y de campo con un nivel correlacional explicativo. En el año 2004 APROPISCO termino la construcción del emisor submarino con una longitud de trece kilómetros cuya descarga está ubicada en UTM 8838645,4 N y UTM 308561,24 E a una profundidad de 50, emisor que transporta los efluentes de 7 fábricas de harina y aceite de pescado ubicados en la zona de amortiguamiento de la Reserva Nacional de Paracas. Los efluentes de las fábricas están compuestos por el agua de bombeo previamente tratada con tecnologías de última generación que recuperan gran porcentaje de sólidos y grasa que se produce al bombear pescado desde la chata hasta el desagugador del sistema de descarga y por los vertidos que se originan en la fábrica (agua de limpieza de planta máquinas y equipos, servicios higiénicos y residuos domestico).

En conjunto, el agua de bombeo previamente tratada y los vertidos propios de las fábricas son bombeadas a través del emisor en agua cuya corriente hace que estas se dirijan a las grandes profundidades del océano. Sin embargo la eficiencia en determinada época del año varia, al cambiar de dirección las corrientes marinas superficiales y de profundidad originando que restos de sólidos y grasas regresan a la zona de amortiguamiento originando en algunos casos muerte por anoxia de concha de abanico en los criaderos ubicados en playa Atenas, cuya circulación de agua es lenta originando una lenta circulación termoalina de las aguas y recuperación de oxígeno disuelto.

En el tratamiento del agua de bombeo el rendimiento de los equipos utilizados depende de la calidad del pescado que se está descargando, es así que el pescado ligeramente descompuesto durante el bombeo, ocasiona desprendimiento de sólido y grasa en mayor cantidad ocasionando sobrecarga en los equipos y como consecuencia una disminución de su eficiencia, todo ello ocasiona un transporte de mayor concentración de sólidos y grasa por el emisor submarino, siendo necesario cuantificarlo para que se tomen las medidas correctivas del caso.

El presente trabajo de investigación cuantifica los sólidos suspendidos, solidos totales, demanda bioquímica de oxígeno (DBO_5), aceites y grasa, pH de los efluentes de las fábricas y de la columna de agua en el lugar de descarga del emisor submarino.

1.1. Planteamiento del problema.

En el año 2003 – 2004 la industria pesquera productora de harina y aceite de pescado termino la construcción de un emisor submarino para sus efluentes orgánicos previamente tratados, con una longitud de trece (13) Kilómetros y profundidad de descarga de 50 metros, se empleó tuberías HDPE HD, el objetivo principal es el transporte de agua de bombeo previamente tratadas de 7 fábricas ubicados en la zona de amortiguamiento de la Reserva Nacional de Paracas hacia la profundidad del océano; la descarga mediante boquillas a 50 metros de profundidad del agua de mar con restos de sólidos y grasa, se distribuyen en la columna de agua para ser arrastrado por corriente submarina hacia la profundidad del océano conduciendo el material orgánico fuera de la Bahía de Paracas, originando en algunos casos que restos orgánicos regresen a la bahía al cambiar las corrientes submarinas ocasionando una disminución del oxígeno disuelto y un aumento de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅).

Las fábricas de harina y aceite de pescado conformantes de la Asociación de Productores de Harina de Pisco (APROPISCO) en el proyecto del emisario submarino, realizaron una reingeniería en los sistemas de descarga con el objetivo de utilizar menor cantidad de agua de mar en el bombeo del pescado y un sistema de recuperación de sólidos y aceite del agua de bombeo.

Durante la operación de las plantas y en temporadas de abundante pesca se observa disminución del oxígeno disuelto en la zona de amortiguamiento originando en algunos casos muerte por anoxia de concha de abanico de los criaderos ubicados en la Playa de Atenas donde la velocidad de las corrientes es mínima (Moron Antonio, 1985).

Cuando las plantas de harina se encuentran en pleno funcionamiento se produce sanguaza, licor de precocción, caldo de prensa, licor de separadora y finalmente agua de cola que ingresa a las plantas evaporadoras concentradoras de agua de cola, produciendo concentrado con alto contenido de solubles que es dosificado al ingreso del secador; en algunos casos el sobrante de concentrado se almacena para el día siguiente sin sistema de conservación; cuando el almacenamiento es prolongado encontramos un alto contenido de histamina arrojándose también al emisor submarino.

APROPISCO con el propósito de no impactar negativamente el ecosistema de la Bahía de Paracas ha implementado sistema de recuperación de sólidos y grasa del agua de bombeo, utilizando nuevas tecnologías de procesamiento del agua de bombeo, sin embargo no siempre es así, el funcionamiento y eficiencia de los equipos depende de la calidad de la materia prima la cual varia en razón que el 100% de la flota no está equipado con medios de conservación de la pesca (Sistema de agua de mar refrigerada (RSW)). El pescado, en el mejor caso, ligeramente

descompuesto durante el bombeo, ocasiona desprendimiento de sólidos y aceite en mayor cantidad sobre cargando los equipos de recuperación y como consecuencia mayor cantidad de sólidos y grasas transportados por el emisor submarino, originando mayor concentración de sólidos suspendidos y grasa en la descarga del emisor, estas deducciones lógicas es necesario cuantificarlas para que se tomen las medidas correctivas y los conductores de los Centros Acuícolas de Concha de Abanico de la zona Playa Atenas puedan realizar sus actividades sin temor a una contaminación orgánica con la consecuente disminución del oxígeno disuelto y aumento considerable de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5). Por lo expuesto existe la necesidad de realizar una evaluación de los principales indicadores de contaminación orgánica en la zona de descarga del emisor submarino.

1.2. Formulación del Problema

Al existir una relación directa de los sistemas de recuperación de sólidos y grasas y el efluente transportado por el emisor submarino es imperiosa la necesidad de evaluar el comportamiento de los sólidos en la descarga del emisor más aún si la composición varía por la calidad del pescado.

Problema general.

¿Existe contaminación orgánica en zona de amortiguamiento de la Reserva Nacional de Paracas por efluentes de las fábricas de harina y aceite de pescado vertidos por el emisor submarino?

Problemas específicos.

¿La composición de los efluentes de las fábricas de harina y aceite de pescado antes de ingresar al sistema de bombeo del emisor submarino son contaminantes?

¿Los efluentes tratados y transportados por el emisor submarino, diluidos en el cuerpo receptor causan contaminación orgánica?

La delimitación espacial (Geográfica) de la zona de estudio comprende la zona de amortiguamiento de la Reserva Nacional de Paracas (RNP) comprendida entre las coordenadas:

13° 44 s – 76° 24 W

13° 44 s – 76° 14 W

13° 50 s – 76° 24 W

13° 50 s – 76° 14 W

Ubicándose la zona industrial pesquera en las coordenadas 13° 48'20"s – 76° 14 W y el emisor submarino (Emisor APROPISCO) en las coordenadas 13° 46 s – 76° 16 W.

La delimitación Social en la presente investigación se trabajó con los conductores de las estaciones acuícolas (cultivo de concha de abanico) de Playa Atenas ubicado en la zona de amortiguamiento de la Reserva Nacional de Paracas y de los pescadores artesanales de San Andrés con la finalidad de obtener información sobre la actividad acuícola y pesca con respecto a mortalidad del recurso pesquero por efecto de contaminación.

1.3. Justificación e importancia de la investigación.

El fenómeno de la contaminación orgánica en la zona de amortiguamiento de la Reserva Nacional de Paracas ha sido motivo de muchos trabajos de investigación por hechos puntuales sucedidos en los últimos 40 años; en el 1985 producto de una huelga de trabajadores de Pesca Perú, irresponsablemente se arrojaron cerca de la bahía 3 000 Ton de anchoveta descompuesta, las corrientes marinas transportaron la materia orgánica a la bahía y zona de amortiguamiento de la Reserva Nacional de Paracas (RNP) originando la disminución del oxígeno disuelto (O_2) llegando a 0 ppm y un incremento de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO_5) a valores nunca observados (250 a 1 000 mg/100 ml).

Al instalarse el emisor submarino no tenemos valores exactos de materia orgánica vertida al mar, pero si existe referencia que cuando se incrementa la captura de anchoveta para su procesamiento coincidentemente se ha producido mortalidad por anoxia de concha de abanico.

La justificación radica en determinar los valores de oxígeno disuelto y demanda bioquímica de oxígeno en los meses de máxima producción, con la finalidad de prevenir muerte por anoxia de concha de abanico.

La investigación es importante porque al detectarse materia orgánica en exceso en la descarga del emisor submarino significara que se está procesando pescado con descomposición inicial, por lo que las autoridades del Ministerio de la Producción – Pesquería exigirán la implementación en el 100% de embarcaciones, sistemas de conservación de pescado con sistemas de agua de mar refrigerada (RSW), sistema que más se adapta para el almacenamiento en bodega de pescado como la anchoveta.

1.4. Antecedentes Internacionales.

Ambrosio [1] La actividad de procesamiento pesquero, cuya importancia económica es indudable provoca por una gestión ambiental no integrada, problemas que exceden la capacidad de las comunidades en que se asientan. El objetivo del trabajo fue evaluar la gestión de los residuos sólidos y efluente y el impacto generado por su disposición en la Costa de Mar del Plata

(Argentina). Se relevó la información brindada por empresas, municipio y la secretaria de agricultura, ganadería, pesca y alimentación, caracterizando los efluentes mediante determinaciones analíticas y cuantificación de los vertidos. Se concluye que los impactos significativos se originan en la falta de instalación u operación de equipo con la tecnología adecuada para el tratamiento de los efluentes líquidos y la construcción de plantas de harina de pescado convencional (no integral).

1.5. Antecedentes Nacionales.

Guerra [2] La investigación se realizó en una planta de harina y aceite de pescado ubicada en el Puerto de Malabrigo, Región La Libertad durante el periodo de producción Noviembre del 2011 a enero del 2012, de Abril a Julio del 2012 y de Noviembre del 2012 a Enero del 2013. Los datos se obtuvieron del plan de monitoreo del agua de bombeo, luego se calculó la eficiencia de recuperación con lo que se obtuvieron diferencias significativas entre periodo de recuperación tanto para grasa como para sólidos suspendidos y un porcentaje de eficiencia de recuperación del sistema desde el ingreso del agua de bombeo hasta el emisor de 96, 99, 98% para grasa; 97, 98 y 99% para sólidos suspendidos, por lo que se concluye la eficiencia de recuperación de grasas y sólidos suspendidos del agua de bombeo es ascendente con el resto al periodo de producción.

Paredes [3] La aplicación de estrategias ambientales como la producción más limpia dentro de la producción en el sector pesquero, ha permitido generar una reducción significativa de la contaminación marino costero, a través de la recuperación de sólidos y grasas principalmente de los efluentes que eran retornados al mar y que ahora son introducidos al proceso principal mejorando el desempeño ambiental y la productividad y contribuyendo a generar una imagen positiva ante los diversos grupos de interés.

Pizarro et al. [4] El estudio consiste en el tratamiento del agua de bombeo utilizando sistemas de flotación para aire disuelto, sedimentación u otros métodos viables de tratamiento primario para la remoción de insolubles, el acondicionamiento de un coagulante o floculante, orgánico para desestabilizar las micelas formadas y permitir la separación del material orgánico con la finalidad de alcanzar una remoción efectiva de sólidos finos en suspensión, grasas, emulsificación y aceites, de ese modo reducir la demanda biológica de oxígeno del efluente descargado al mar.

1.6. Antecedentes locales.

Muñoz, J. [5] Sostiene que la Bahía de Pisco – Paracas está expuesta a la acción contaminante del sector industrial pesquero, de las aguas residuales urbanas de los municipios y en menor grado del sector agrícola y actividad portuaria; requiere de la toma de decisiones urgente para evitar el progresivo deterioro y posibilitar su conservación, señala también que durante la investigación se

presentaron en forma paralela novedades como la implementación de los Programas de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA) para las industrias de harina y aceite de pescado y la elaboración de estudios destinados a establecer los límites máximos permisibles para descarga contaminante sobre el medio marino (LMP) eliminándose su vigencia el 5 de abril de 1996 (RM 208 – 96 PE), límites que se habían establecido el 16 de Diciembre de 1994. La suspensión señala que se deja sin efecto hasta que se desarrolle la tecnología para el tratamiento de grandes volúmenes, en especial del agua de bombeo. Esto demuestra que existen muchos aspectos encontrados que han contribuido a la contaminación orgánica de la bahía.

Chauca, Z. [6]. Sostiene que la actividad más importante que se desarrolla en Pisco es la pesquería industrial de la anchoveta que da pie a una gran industria pesquera dedicada a la elaboración de harina y aceite de pescado generando empleo para los habitantes. Esta actividad siempre ha presentado un fuerte impacto en la bahía por el vertimiento de sus efluentes, los cuales se producen por el agua de bombeo de pescado a las plantas y por el proceso de fabricación de los productos pesqueros (PRODUCE e IMARPE 2010). En el 2004 se creó la Asociación de Productores de harina de pescado de Pisco (APROPISCO) con la finalidad de reducir la contaminación orgánica mediante procesos físicos (Carbajo 2009). Estas empresas realizan monitoreo periódicos y permanentes de la calidad acuática de la bahía y de los efluentes que vierten al mar por medio de un emisor submarino común de 13,8 Km de extensión a 50 metros de profundidad y a partir del 2008, fue de manera mensual (PRODUCE e IMARPE, 2010). En la bahía de paracas se han logrado registrar en reiteradas oportunidades descoloración del mar (Aguirre et al., 2014, Flores, 2016), altas concentraciones de H₂S (Cabello y Tam, 2002), varazones pequeñas de peces e invertebrados, mayormente asociados a mareas rojas (IMARPE, 2016) y crecimiento de macroalga en el litoral Sur y Norte de la ciudad de Pisco. Tales situaciones se atribuyen a los procesos de degradación de la materia orgánica proveniente de los efluentes pesqueros, los cuales generan niveles de anoxia en la columna de agua y la formación de gases tóxicos como los sulfuros, al comparar los niveles de oxígeno disuelto durante la producción de harina y el periodo de veda encontró que en época de producción el oxígeno disuelto desciende a límites mínimos, como consecuencia, el ambiente se torna desfavorable para los recursos hidrobiológicos costeros (Jacinto et al., 1996 b).

1.7. Contaminación orgánica en la zona de amortiguamiento de la Reserva Nacional de Paracas (RNP).

[7] La mayor fuente de contaminación orgánica de la zona de amortiguamiento de la Reserva Nacional de Paracas (RNP) la constituye el agua de bombeo que utilizan las fábricas de harina y aceite de pescado, la cual se caracteriza por sus grandes volúmenes y alto contenido de sólido disuelto y grasa, la industria pesquera ha implementado sistemas de recuperación disminuyendo

los vertidos al agua de mar y ha construido un emisor submarino con el objetivo de transportar los contaminantes a aguas marinas oceánicas, en el 2010 el comportamiento de las aguas residuales en el cuerpo receptor se reflejaron en la siguiente tabla.

Tabla 1 Promedio de oxígeno disuelto, solidos suspendidos, aceite y grasa y potencial de iones de hidrogeno en el mar de Pisco – Paracas, 2014.

Parámetro	Oxígeno disuelto (mg/litro)		Solidos suspendidos (SST mg/litro)		Aceite y grasa (mg/litro)		pH	
	Superficie	fondo	Superficie	fondo	Superficie	fondo	Superficie	Fondo
Mínimo	< 0,05	< 0,05	2,0	2,4	< 1.0	4,0	6,73	7,14
Máximo	14,3	3,56	730	282,1	85	15,0	8,44	8,30
Promedio	5,40	1,80	27,2	26,5	2,8	2,9	7,85	7,68

Fuente: Elaboración propia (información de Jacinto, M. (2014))

1.8. Efluentes generados durante el proceso de producción de harina y aceite de pescado.

Los efluentes de la industria de harina de pescado después del tratamiento son vertidos por lo general en el mar afectando en menor o mayor grado el ecosistema acuático y la salud humana (Barrera, 1987 citado por Pérez, M. 2019).

1.8.1. Tipos de efluentes del proceso.

Agua de bombeo.

El agua de bombeo es el agua de mar utilizado para el bombeo de pescado durante la descarga, el pescado es bombeado a través de una tubería desde la embarcación hacia los desagües colocados en la planta de harina utilizando una bomba colocada en la Chata o bombas de accionamiento positivo móviles.

Esta agua contiene materia orgánica diluida y suspendida, agua de mar, sangre, aceite y grasas (PRODUCE, 2009) [8].

El agua de mar empleado en la descarga está en función del tipo de bomba utilizado y representa una proporción de 2,0 a 1,0 parte de agua de mar por parte de materia prima. Las características físico químicas que posee el agua de bombeo estarán relacionados al tiempo de captura, calidad de la materia prima, estacionalidad de la pesca y la bomba utilizado por el trasvase (CONAM, 1998 citado por Pérez, M. 2019).

Tabla 2 Características del agua de bombeo

Parámetros	Valores	
Solidos totales	32 – 79 g/l	2,8%
Grasa	0,16 – 7,5 g/l	0,10%
Proteínas	NR	1,00%
Proteínas solubles	0,3 – 7,50 g/l	NR
Cenizas	NR	1,4%
DBO5	NR	4600 ppm
DQO	490 – 12600 ppm	35200 ppm
pH	NR	6,2
Fuente:	Mari et al (1994)	Abu et al (1984) citado por del Valle et al (1980)

Fuente: Castro (2004) citado por Perez, M. (2019).

Sanguaza.

La sanguaza se genera por la presión del pescado en las pozas de almacenamiento de anchoveta contiene agua, sangre y solidos del pescado (PRODUCE..2009). Este efluente tiene considerable carga orgánica, presenta de 6 a 8% de solidos totales y de 1 a 2% de grasa (Pesca Perú, 1995).

La sanguaza es el resultado de la acción bacteriana y la autólisis de las enzimas existente en el estómago del pescado originando perdidas de proteínas y aceites. La generación de este efluente es potenciado por el trabajo inadecuado del equipo de bombeo del pescado, la altura de la poza, el tamaño de la anchoveta y el tiempo y temperatura de almacenamiento (Landeo y Ruiz. 1996). Según estudios realizados en Chile, la producción de sanguaza en el proceso puede alcanzar un 2 a 10% del pescado almacenado (Parin et al., 1979, citados por del Valle y Aguilera 1990) [9].

Tabla 3 Características Físico Químicas de la Sanguaza.

Parámetro	Valores
Solidos totales (ST)	4,6 a 7,3%
Grasa	0,8 a 1,2%
Proteína Total	2,2 a 4,4%
DQO	93000 ppm
pH	6,9

Fuente: Del Valle y Aguilera (1990).

Agua de cola.

Fracción líquida obtenida del licor de prensa, licor de precocción después de haber eliminado grasa parte de los sólidos en suspensión y de la materia grasa (PRODUCE, 2016). Es el efluente con mayor contenido de materia orgánica (PRODUCE, 2009), se estima que por cada Ton de pescado fresco procesado se produce alrededor de media Ton de agua de cola, con un contenido de 7% de sólidos (Castro, 2004 citado por Coronado, N. 2018), el agua de cola es un efluente del proceso de harina, tiene una carga orgánica alta y cuya descarga, cuando no es reaprovechada genera un impacto negativo en el ecosistema (Castro 2004 citado por Coronado, N. 2018), el tratamiento de agua de cola se realiza para la recuperación de sólidos y aceites (CONAM 1998 citado por Coronado, N. 2018) [10].

La recuperación de los sólidos y aceite de agua de cola no se hace por el valor del aceite recuperado sino porque es una operación necesaria para recuperar las proteínas y poder elaborar harina de pescado integral (Tornes y George, 1972 citado por Coronado, N. 2018).

Tabla 4 Composición química del agua de cola.

Parámetros	Valores	
Agua (%)	91,0 – 94,0	90,0 – 93,0
Grasa (%)	0,2 – 0,9	0,30
Proteínas (%)	--	7,10
Cenizas (%)	--	1,00
Sólidos Totales (%)	6,0 – 9,0	9,40
Fuente:	Landeo y Ruiz (1996)	Del Valle y Aguilera (1990)

Fuente: Rodríguez (2002) citado por Coronado, N. (2018).

1.9. Tratamiento de efluentes de proceso de las plantas de harina y aceite de pescado – Agua de bombeo.

El tratamiento de agua de bombeo se realiza con la finalidad de recuperar sólidos y grasa; inicialmente el agua de bombeo ingresa a filtros rotativos con abertura de malla de diferentes diámetros (0,1 mm – 1 mm) con el fin de recuperar sólidos, que se incorporan al proceso, posteriormente el efluente ingresa a una trampa de grasa y celdas DAF con inyección de micro burbujas, para atrapar las moléculas de grasa que ascenderán a la superficie y que por medio de un barrido se colocaran en un tanque de espumas.

El efluente resultante ingresa a un sistema donde se agrega coagulantes y floculantes hasta alcanzar los límites máximo permisible (LMP) para ser vertidos al mar, los lodos resultantes son derivados a una separadora donde se obtiene residuos y efluente derivado al mar. El licor de prensa es derivado a un tricanter que es un separador de tres fases (sólido, aceite y agua de cola, este último derivado a la planta de agua de cola, el concentrado es agregado al proceso, al mezclarse con el queque de prensa y el líquido que es agua evaporada se utiliza en la planta. La sanguaza es almacenada en un tanque pulmón, luego pasa a un tricanter, el líquido pasa a la centrifuga produciéndose sólidos, agua de cola y aceite. (Coronado, N. 2018).

1.10. Emisor Submarino APROPISCO.

La gestión adecuada del vertimiento de los efluentes generados en los procesos fabriles de las empresas pesqueras está a cargo de APROPISCO. Los fluentes tratados en las plantas pesqueras para el cumplimiento de los límites máximo permisible (LMP) son vertidos al mar fuera de la Bahía de Paracas en armonía con estándares de calidad ambiental para agua (ECA) mediante un sistema integral de recepción, almacenamiento y bombeo de efluentes. Este sistema integral consta de una red de tuberías en tierra de material de polietileno de alta densidad que trasladan los efluentes previamente tratados desde las instalaciones de las plantas pesqueras hacia los tanques de APROPISCO (2 tanques con capacidad de 1150 m³ cada uno) para luego ser bombeados a través de una tubería de 18" (pulgadas) de diámetro y 13,8 Km de extensión a una profundidad de 51 metros. Los efluentes previamente tratados son vertidos al mar en una zona donde acorde a estudios y análisis realizado, existen características apropiadas (fuertes corrientes marinas, profundidad, etc.) que permite la disolución y posterior mineralización de estos efluentes, minimizando el impacto en el mar, salvaguardando así el ecosistema marino de la Reserva Nacional de Paracas (RNP) (APROPISCO 2008) [11].

1.11. Parámetros característicos de los efluentes.

Los parámetros característicos de los efluentes están determinados en el decreto supremo N° 010-2008 PRODUCE.

Potencial de Hidrogeno (pH).

El pH determina el grado de acidez (cantidad de iones de hidrogeno) o alcalinidad (cantidad de iones de hidróxido) de una sustancia que por lo general es líquido. Matemáticamente se expresa como logaritmo decimal del concentrado de iones hidrogeno, los cuales son calculados en moles/litro (Riaño 2004, citado por Pérez, M. 2019).

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5).

La DBO₅ es la cantidad de oxígeno utilizado por microorganismos heterótrofos para transformar la materia orgánica metabolizable en anhídrido carbónico, agua y productos finales, el resultado se expresa en mg/litro (Baird 2002, mencionado por Gil, citado por Pérez, M. 2019).

Sólidos suspendidos totales (SST).

Los SST es la concentración de las partículas retenidas en un medio filtrante con un tamaño de filtro de 1,5 micrómetro de diámetro (Sánchez 2011), estos sólidos no se pueden eliminar por deposición y la unidad de medida es en mg/litro, y en ppm (Elías 2012, citado por Pérez, M. 2019).

Aceites y grasas.

Los aceites y grasas están compuestos de triglicéridos, que son ésteres de una molécula de glicerina que contienen tres ácidos grasos (Primo, 2007, citado por Pérez, M. 2007).

Para determinar grasas y aceites se deben relacionar sustancias con características físicas similares con base en su solubilización en el solvente, siendo su unidad de medida en mg/litro (Primo 2007, citado por Pérez, M. 2019).

1.12. Impactos ambientales relacionados al vertimiento de efluentes de fábrica de harina de pescado.

Modificaciones de las características físico químicas del agua de mar.

Los cambios como son el incremento de temperatura hacen que disminuya la solubilidad del agua y aumenta la cantidad de sales, esto aumenta las reacciones metabólicas causando putrefacción (Echevarría 2007, citado por Pérez, M. 2019) [12].

Los cambios químicos son a causa de las grandes cantidades de materia orgánica, generando la disminución del contenido de oxígeno disuelto llegando a veces a una anoxia, alteración del pH del agua y en la capacidad de óxido – reducción de los sedimentos (Produce, 2009 citado por Pérez, M. 2019).

Los compuestos orgánicos presente en el agua generan emulsiones y películas que impiden el paso de la luz, causando que no haya fotosíntesis, además de impedir el paso del aire generando la no oxigenación de las aguas (Jiménez 2002, citado por Pérez, M. 2019).

Alteraciones de la calidad de sedimento del fondo marino.

La alteración de los fondos marinos se debe al aumento de la materia orgánica y la incapacidad del ecosistema marino en asimilarlas, generando la acumulación de sedimentos reductores y

sedimentos refractarios a la degradación (PRODUCE 2009). Las mayores fuentes de contaminación son las partículas en suspensión, las cuales generan turbidez provocando la dificultad de vida de organismos y destruyen lugares que sirven de alimentación y desove de los peces (Echarri, 2007, citado por Pérez M. 2019)

Alteraciones en el ecosistema marino.

La disminución de la concentración de oxígeno disuelto (O_2) es debido a la contaminación por materia orgánica, generando reducción de O_2 para las especies del ecosistema (PRODUCE 2009) una alteración seria las sustancias orgánicas del efluente del emisor submarino, que al degradarse se combina con el oxígeno del agua generando el agotamiento del oxígeno provocando la muerte de la especie por anoxia. Otro seria lo generado por las grasas y aceites, que es la generación de película que no permite el paso de oxígeno impidiendo la fotosíntesis y asfixia de las especies marinas (Álvarez 2001, citado por Pérez, M. 2019) [13].

Alteración de la calidad de vida.

Las áreas acuáticas donde se vierten los efluentes industriales pesqueros si son muy cercanos a la costa y centros poblados sufren cambios drásticos como son la transparencia, hedor desagradable, cambio de coloración, los cuales pueden ser producidos por las bacterias o blooms Fitoplanctónicos (PRODUCE 2009).

Los aceites y grasas son difíciles de metabolizar por las bacterias por lo que genera que se formen películas que flotan en el agua afectando a los seres vivos (Echarri, 2007, citado por Pérez, M. 2019).

1.13. Tratamiento del agua de bombeo.

Primera fase.

Consiste en la recuperación de solidos mayores a 0,75 mm, el tratamiento primario se realiza primero en filtro rotativo con abertura de 1 mm como máximo, estos pueden ser rotativos o estáticos, llamados también zarandas vibratorias de alta frecuencia y luego pasan a un filtro rotativo donde se recuperan solidos mayores a 0,75 mm (PRODUCE 2009).

Segunda fase.

Recuperación de aceites y solidos suspendidos la cual consiste en la recuperación de la grasa del agua de bombeo, en celdas de flotación e inyección de micro burbujas de aire, centrifugado en un tricanter, obteniendo aceite, sólidos y agua de cola que se envía a la planta evaporadora concentradora de agua de cola.

Tercera fase.

Tratamiento químico, consiste en un tratamiento complementario con adición de coagulantes y floculantes que comprende: El agua de bombeo procedente de la celda de flotación (segunda fase del tratamiento) el cual será almacenado en un tanque ecualizador y luego enviado a un tanque de flotación (clarificador) en la que con ayuda de químicos se logra obtener un efluente que cumplirá con los límites máximos permitidos (LMP) y se evacuará a través de un emisario submarino.

1.14. Hipótesis [14]

Hipótesis general.

H₁: Los efluentes de las fábricas de harina y aceite de pescado representados por el DBO₅ y vertidos por el emisor submarino no causan contaminación orgánica en la zona de amortiguamiento de la Reserva Nacional de Paracas.

H₀: Los efluentes de las fábricas de harina y aceite de pescado representado por el DBO₅ y vertido por el emisor submarino causan contaminación orgánica en la zona de amortiguamiento de la Reserva Nacional de Paracas.

Hipótesis específicas.

H₁: La composición de los efluentes de las fábricas de harina y aceite de pescado representados por el DBO₅, antes de ingresar al sistema de bombeo del emisor submarino son contaminantes.

H₀: La composición de los efluentes de las fábricas de harina y aceite de pescado representados por el DBO₅, antes de ingresar al sistema de bombeo del emisor submarino no son contaminantes

H₂: Los efluentes tratados y transportados por el emisor submarino representado por el DBO₅, diluido en el cuerpo receptor del agua de mar causan contaminación orgánica.

H₀: Los efluentes tratados y transportados por el emisor submarino representado por el DBO₅, diluido en el cuerpo receptor del agua de mar no causan contaminación orgánica.

Variables.

- **Variable independiente (X):** Efluente de las fábricas de harina y aceite de pescado vertidos por el emisor submarino.
- **Variable dependiente (Y):** Contaminación orgánica en la zona de amortiguamiento de la Reserva Nacional de Paracas (RNP).

Operacionalización de las variables.

Tabla 5 Operacionalización de las variables.

Variable	Dimensiones	Indicadores	Unidad de medida
Independiente (X)			
Efluentes de las fábricas de harina y aceite de pescado vertidos por el emisor submarino.	Parámetros físicos químicos de efluentes tratados	✓ Solidos suspendidos totales (SST)	Mg/L
		✓ DBO ₅	Mg/L
		✓ Aceite y grasas	Mg/L
		✓ pH	Moles/L
Dependiente (Y)			
Contaminación orgánica en la zona de amortiguamiento de la Reserva Nacional de Paracas (RNP).	Parámetros físicos químicos del emisor receptor (agua de mar)	✓ Solidos suspendidos totales (SST)	Mg/L
		✓ O ₂	Mg/L
		✓ DBO ₅	Mg/L
		✓ Aceite y grasas	Mg/L
		✓ pH	s/L

Fuente: Elaboración propia

1.15. Objetivos. Objetivo general.

Determinar la contaminación orgánica en la zona de amortiguamiento de la Reserva Nacional de Paracas representado por la DBO₅, por efluentes de las fábricas de harina y aceite de pescado vertidos por el emisor submarino.

Objetivos específicos.

- Determinar la composición de los efluentes de las fábricas de harina y aceite de pescado representado por la DBO₅, antes de ingresar a sistema de bombeo del emisor submarino, son contaminantes
- Determinar si los efluentes tratados y transportados por el emisor submarino representado por la DBO₅, diluido en el cuerpo receptor (agua de mar), causan contaminación orgánica.

II. ESTRATEGIA METODOLOGICA

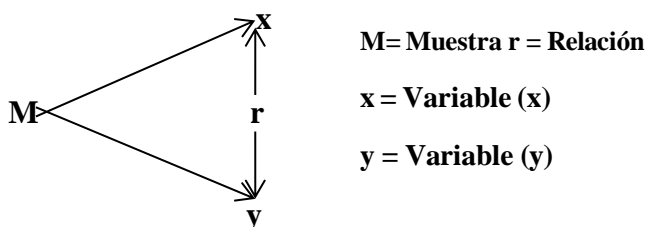
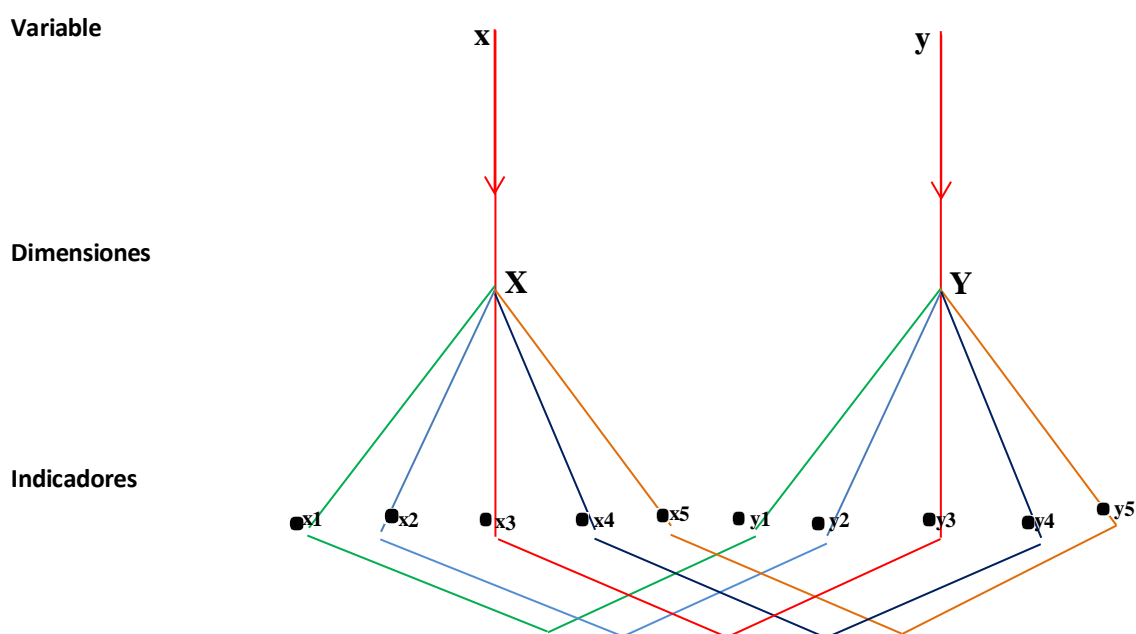
2.1. Tipo, diseño y nivel de la investigación.

2.1.1. Tipo de investigación [15]

La investigación es no experimental porque se observara los acontecimientos y se medirán los indicadores de las variables sin intervenir en los mismos, se tomaran tal como se presentan en la realidad, es cuantitativa porque los resultados de los análisis se cuantificaran y se procesaran estadísticamente para su presentación y es transversal porque la toma de muestra se realizarán en un tiempo definido, finalmente es de campo porque se tomaran las muestras en el mar (alrededor del emisor submarino) y en tierra (tanques colectores de efluentes de las fábricas de harina y aceite de pescado).

2.1.2. Diseño de la investigación.

Tabla 6 Diseño de la investigación.



2.1.3. Nivel de la investigación.

La investigación tiene un nivel correlacional explicativo.

Correlacional porque tiene el objetivo de medir el grado de relación de las dos variables: efluentes de las fábricas de harina y aceite de pescado vertidos al mar (X) y contaminación orgánica en la zona de amortiguamiento de la RNP (Y) conocer el comportamiento de una variable dependiente a partir de la información de la variable independiente o causal. Explicativo porque tiene el propósito de dar a conocer porque un hecho o fenómeno de la realidad (vertidos) tiene tales o cuales características, cualidades o propiedades, en síntesis, porque las variables o propiedades, en estudio son como son.

2.2. Población y muestra.

2.2.1. Población.

Población es toda el agua de mar que se encuentra en la zona de amortiguamiento frente a las instalaciones industriales de las plantas de harina y aceite de pescado.

2.2.2. Muestra.

Indica el lugar de donde se extraen las muestras: Extracción de muestras del efluente en el punto de muestreo denominado A que corresponde al efluente que ingresa a los tanques de recolección de efluente de cada planta pesquera asociada a APROPISCO. Extracción de muestra del agua de mar con el efluente diluido en el punto de control de vertimiento ubicado en las coordenadas (descarga del emisor) UTM: 8838645,4 N y UTM: 308561,24 E, estableciéndose una zona de muestreo de 200 metros de diámetro estableciéndose como centro de la circunferencia las coordenadas de descarga del emisor.

2.3. Equipos y materiales

- Multiparámetro
- Espectrofotómetro, potenciómetro, balanza analítica, instrumental de laboratorio, GPS navegador Garmin 64S.
- Termómetro de superficie marca HANNA
- Cronometro marca CASSIO
- Envases de plásticos y de vidrio ámbar, para las pruebas y el traslado de muestra a laboratorio, transporte y manipuleo a lo recomendado por el protocolo de monitoreo.
- Reactivos químicos para la preservación de la muestra, de acuerdo con lo establecido en el protocolo de muestreo.
- Cooler de plástico con asas.

2.4. Técnicas de recolección de datos

Siendo el tipo de investigación de campo, las muestras se tomarán insitu, serán recogidas, transportadas y analizadas en el laboratorio de acuerdo al protocolo establecido en: Normas Técnicas Hidrográficas N° 10 Oceanografía – Normas técnicas para el procesamiento de muestreo y análisis de agua de mar y sedimento marino HIRDNAN 5139 (2013) y Standard Methods for the examination of wáter and wastewater. American Public Health American Water Works Association Water Pollution Control Federation New York (2005).

Siendo el tipo de investigación de campo, las muestras se tomarán insitu, serán recogidas, transportadas y analizadas en el laboratorio de acuerdo al protocolo establecido en: Normas Técnicas Hidrográficas N° 10 Oceanografía – Normas técnicas para el procesamiento de muestreo y análisis de agua de mar y sedimento marino HIRDNAN 5139 (2013) y Standard Methods for the examination of wáter and wastewater. American Public Health American Water Works Association Water Pollution Control Federation New York (2005).

2.5. Selección de puntos de muestreo.

La selección de puntos de muestreo del efluente descargado por el emisario submarino este de acuerdo con las normas técnicas hidrográficas N°10-2013-HIDRONAV 5139.

“En caso de emisario submarino, dispersión de contaminantes solido o líquidos, instalaciones de hidrocultivos biológicos o de molusco, construcción de puertos y muelles, será necesario muestrear alrededor del punto o zona a evaluar considerando además en el muestreo la variabilidad estacional, es por ello que tendrá que realizar un monitoreo tanto en verano como en invierno.”

Para la ejecución de los muestreos de campo, se llenará un formato que se presenta adjunto en el anexo B de esta norma, el cual deberá ser llenados con datos como hora de muestreo, posiciones geográficas de cada punto, mediciones in situ y muestras que serán llevadas al laboratorio para su análisis.

2.5.1. Análisis de muestra de agua de mar. Determinación de Oxígeno Disuelto.

Normas Técnicas Hidrográficas N° 10 Oceanografía – Normas técnicas para el procesamiento de muestreo y análisis de agua de mar y sedimento marino HIRDNAN 5139 (2013).

Método de Winkler modificado por Carrit y Carpenter (1966)

Equipos y materiales:

- Botellas de 100 ml de capacidad color blanco transparente con tapa esmerilada.

- Frascos erlenmeyer de 250 ml
- Bureta automática de 10 ml en unidad de 0.05 ml
- Pipetas Volumétricas de 10.0 ml
- Pipetas automáticas de 1.0 ml
- Agitador magnético con sus respectivos imanes
- Bureta automática para titulación
- Bureta automática para titulación 15

Reactivos:

- Cloruro manganoso: 40 g de cloruro manganoso $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ es disuelto a 100 ml con agua destilada.
- Ioduro alcalino: 60 g de ioduro de sodio (NaI), 32 g de hidróxido de sodio (NaOH) y 1 g azida de sodio (NaN_3) son disueltos separadamente en una mínima cantidad de agua y luego se mezclan estas soluciones. La solución se lleva a 100 ml con agua destilada.
- Ácido sulfúrico: 50 ml de ácido sulfúrico concentrado (H_2SO_4) es agregado a 50 ml de agua destilada. La mezcla debe ser enfriada durante la preparación.
- Solución de tiosulfato: 5.000g de tiosulfato de sodio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) es disuelto en un litro de agua destilada previamente hervida con el fin de eliminar los carbonatos. Para preservar la solución agregar 10 ml de isobutanol.
- Solución de almidón: 3 g de almidón es disuelto en 100 ml de glicerina. Para ayudar a la disolución calentar la mezcla a temperatura moderada hasta que adquiera un color traslúcido.
- Solución estándar: Se disuelve en agua destilada 0.367 g de yodato de potasio (KIO_3), se completa a 1L en una fiola y se mezcla fuertemente. La normalidad es exactamente 0.0100 N, esta solución es estable indefinidamente.

Procedimiento analítico:

Análisis (titulación):

- El contenido del frasco de la muestra se pasa a un erlenmeyer de 250 ml.
- Se titula con una solución estándar de tiosulfato de sodio hasta que tome un color amarillo pálido.
- Se agrega 2 gotas del indicador (solución de almidón) y se continúa la titulación hasta que el color amarillo desaparezca.
- Se anota el volumen gastado de tiosulfato y se corrige éste con el factor de normalidad para el tiosulfato.

Cálculos:

El contenido de oxígeno de la muestra es calculado en la siguiente forma: 1 equivalente de tiosulfato = 8 g de oxígeno

1 ml 0.02 N = 0.112 ml de oxígeno

Una botella contiene:

$(a \times f \times 8 \text{ mg oxígeno}) / 50 \text{ ml} = \text{mg} / \text{ml}$

En un litro habrá

$a \times f \times 8 \times 1000 / 50 (b-2) = \text{mg} / \text{litro}$

$a \times f \times 112 / (b - 2) = \text{ml} / \text{litro oxígeno}$

Dónde:

a = Consumo de tiosulfato en la titulación

b = Volumen de la botella f = Factor del tiosulfato

Determinación de Potencial de Hidrogeno (pH).

Normas Técnicas Hidrográficas N° 10 Oceanografía – Normas técnicas para el procesamiento de muestreo y análisis de agua de mar y sedimento marino HIRDNAN 5139 (2013).

Equipos, materiales y reactivos:

- Potenciómetro
- Electrodo para el tipo de agua a determinar
- Botellas de plástico de 50 ml
- Pisseta
- Vasos de precipitado de 50 ml
- Solución buffer de 4.0, 7.0 y 10.0
- Solución de almacenamiento del electrodo

Procedimiento Analítico:

- Para realizar una medición de pH retire la tapa protectora del electrodo y simplemente sumerja la punta del electrodo (unos 4 cm.) y la sonda de temperatura en la muestra a ser medida.
- Si es necesario presione RANGO hasta que la pantalla cambie a modo pH.
- Permita que el electrodo se ajuste y que la medición se estabilice (el reloj de arena de la pantalla se apaga). La pantalla mostrará ahora la medición de pH junto con la

temperatura de la muestra.

- Para realizar mediciones más precisas, asegúrese de que el instrumento está calibrado.

Calibración del potenciómetro portátil HANNA HI 9026:

- Seleccione el primer buffer con las teclas flecha arriba y abajo y/o con la tecla CUSTOM BUFF (valores personalizados).
- Sumerja el electrodo aproximadamente 4 cm. En la solución y ubique la sonda de temperatura lo más cerca posible del electrodo y revuelva delicadamente.
- En la pantalla parpadeará NOT READY por 12 segundos, luego; si la lectura no se acerca al buffer seleccionado la pantalla mostrará el mensaje WRONG; si la lectura es estable y corresponde al buffer seleccionado el equipo emitirá un sonido y la pantalla mostrará el texto READY fijo y el texto CFM parpadeando.
- Presione la tecla CFM para confirmar la calibración; el medidor almacenará el primer punto de calibración. La parte principal de la pantalla mostrará el valor del primer punto de calibración, mientras que la parte zona secundaria de la pantalla el valor de pH del segundo buffer a ser usado en la calibración. Si va a usar un valor distinto utilice las teclas flecha arriba y abajo para cambiar el valor.
- Sumerja el electrodo aproximadamente 4 cm en la solución y ubique la sonda de temperatura lo más cerca posible del electrodo y revuelva delicadamente.
- En la pantalla parpadeará NOT READY por 12 segundos, luego; si la lectura no se acerca al buffer seleccionado la pantalla mostrará el mensaje WRONG; si la lectura es estable y corresponde al buffer seleccionado el equipo emitirá un sonido y la pantalla mostrará el texto READY fijo y el texto CFM parpadeando.
- Presione la tecla CFM; el valor se almacena en la memoria y el equipo va al modo normal de medición. Las etiquetas correspondientes a los buffers usados para la calibración se encenderán junto con la barra de “condición”

Determinación de Sólidos suspendidos.

Normas Técnicas Hidrográficas N° 10 Oceanografía – Normas técnicas para el procesamiento de muestreo y análisis de agua de mar y sedimento marino HIRDNAN 5139 (2013).

Equipos, materiales y reactivos:

- Filtros de fibra de vidrio tales como Millipore AP-40, Reeves Angel 934-AH, Gelman tipo A/E ó equivalente.
- Equipo de filtración, embudos etc.
- Pinzas
- Estufa 103-105 °C

- Desecador
- Balanza Analítica.
- Papel tissue

Procedimiento analítico:

Preparación de los filtros:

Colocar el filtro en el equipo de filtración y lavar por tres veces con 20 ml de agua destilada. Sacar el filtro con ayuda de una pinza del equipo de filtración y secar a una temperatura de 103-105 °C por una hora. Llevarlo al desecador hasta que alcance la temperatura del ambiente y pesar en una balanza analítica. Volver a colocarlo en la estufa por una hora, enfriar y pesar, repetir este procedimiento hasta lograr un peso constante. Pesar el filtro antes de ser utilizado.

Selección del volumen de muestra:

Para un filtro de 4.7 de diámetro es suficiente 100 ml de muestra. Si el peso del residuo capturado es menor que 1.0 mg, el volumen de muestra debe ser incrementado para proveer por lo menos 1.0 mg de residuo.

Análisis:

- Se deja que la muestra alcance la temperatura ambiente.
- Colocar un filtro preparado, humedecido con una pequeña cantidad de agua destilada en el equipo de filtración.
- Agitar la muestra de agua vigorosamente y verter el volumen determinado usando una probeta graduada.
- Remover todas las trazas de agua por aplicación continua de vacío después de haber pasado la muestra y lavar el filtro seguidamente con 30 ml de agua destilada en porciones de 10 ml cada una.
- Sacar el filtro con la ayuda de una pinza y secarlo en una estufa por espacio de 2 horas a 103 –105 °C.
- Colocar el filtro en el desecador por espacio de 45 minutos ó hasta que alcance la temperatura ambiente.
- Se pesa el filtro con los sólidos capturado en una balanza analítica.
- Repetir desde 5 – 7 hasta obtener un peso constante.

Cálculos:

Sólidos en Suspensión mg/l = $(A - B) \times 1000/C$

Dónde:

A = Peso de filtro (o filtro y cápsula) + Residuo en mg

B = Peso de filtro (o filtro y cápsula) en mg

C = ml de la muestra filtrada

2.6. Instrumento de recolección de datos

Para obtener y sistematizar la información se utilizó el sistema de fichaje el mismo que consiste en registrar los datos que se obtienen en la revisión bibliográfica realizada con el objeto de construir el marco teórico, las bases teóricas, el marco conceptual y la revisión de aspectos teóricos a lo largo de la investigación.

Con respecto a los resultados del laboratorio del análisis de la muestra estos se colocarán en fechas especiales para cada muestra y resultado, para su posterior tratamiento estadístico.

2.7. Procesamiento y análisis de datos

Los resultados de los análisis del laboratorio se agrupan y se estructuran con el propósito de responder al problema, objetivo e hipótesis de la investigación siguiendo los pasos siguientes:

- Organizar, agrupar y estructurar los datos obtenidos en el laboratorio (trabajo de campo).
- Definir las herramientas y programas estadísticos para el procesamiento de datos.
- Obtener resultados para su presentación mediante tablas, gráficos y/o ecuaciones si fuera el caso.

En el presente trabajo se utilizará el programa estadístico SPSS21 y un ordenador TOSHIBA – HARMAN / KARDON.

III. RESULTADOS

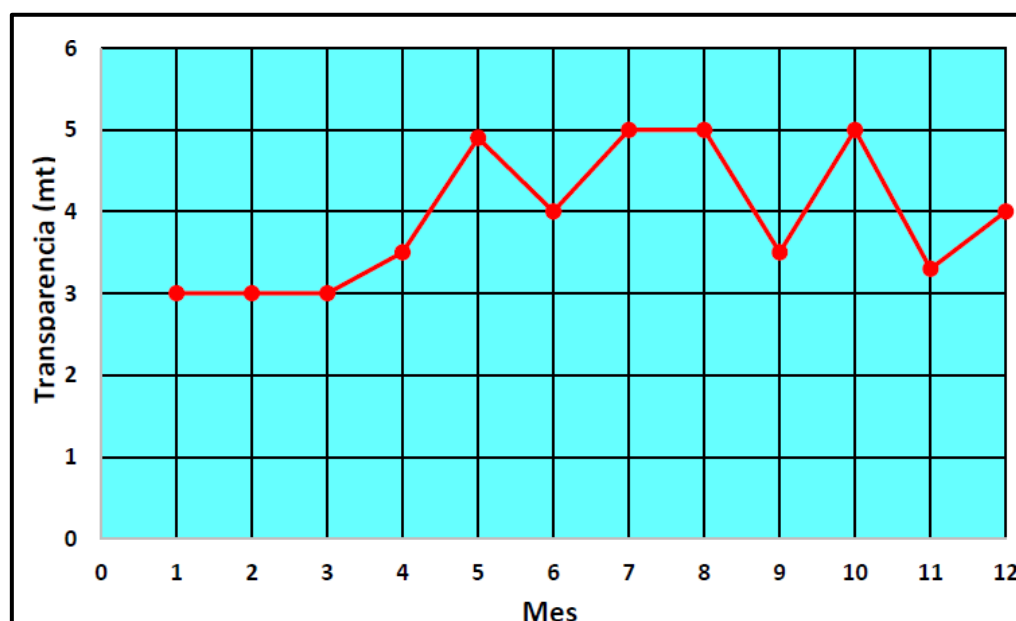
3.1. Resultados de los parámetros ambientales del agua de mar.

Tabla 7 Promedio mensual de parámetros ambientales del mar frente a Pisco Año 2023 – Transparencia a 0 metros de profundidad Estación A

Mes	Estación	Profundidad metros	Transparencia metros
Enero	A	0	3.0
Febrero	A	0	3.0
Marzo	A	0	3.0
Abril	A	0	3.5
Mayo	A	0	4.9
Junio	A	0	4.0
Julio	A	0	5.0
Agosto	A	0	5.0
Setiembre	A	0	3.5
Octubre	A	0	5.0
Noviembre	A	0	3.3
Diciembre	A	0	4.0

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 1 Promedio mensual de parámetros ambientales del mar frente a Pisco Año 2023 – Transparencia a 0 metros de profundidad Estación A



Fuente: Elaboración propia

Comentarios:

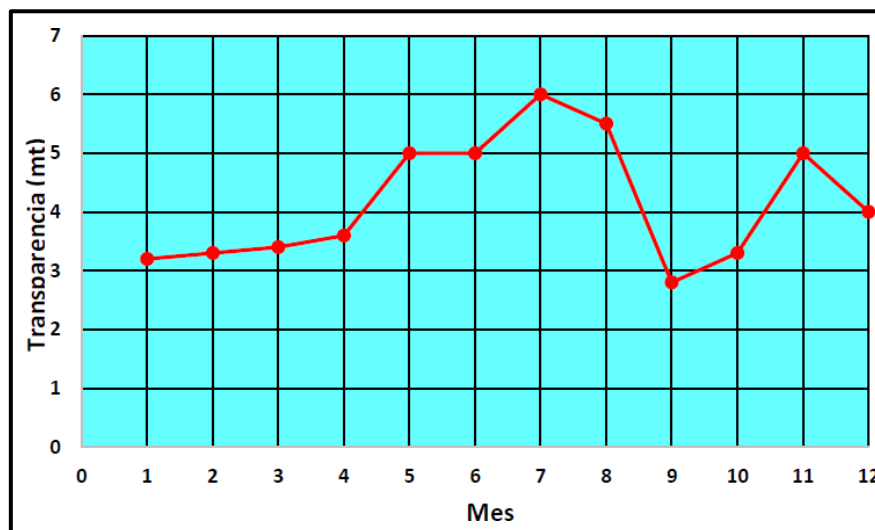
La transparencia del agua de mar en la estación A, a cero (0) metros de profundidad es mayor durante los meses de Julio, Agosto y Octubre, meses que las fábricas pesqueras se encontraron sin pesca, por lo que no hubo contaminación.

Tabla 8 Promedio mensual de parámetros ambientales del mar frente a Pisco Año 2023 – Transparencia a 27 metros de profundidad Estación A

Mes	Estación	Profundidad metros	Transparencia metros
Enero	A	27	3.2
Febrero	A	27	3.3
Marzo	A	27	3.4
Abril	A	27	3.6
Mayo	A	27	5.0
Junio	A	27	5.0
Julio	A	27	6.0
Agosto	A	27	5.5
Setiembre	A	27	2.8
Octubre	A	27	3.3
Noviembre	A	27	5.0
Diciembre	A	27	4.0

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 2 Promedio mensual de parámetros ambientales del mar frente a Pisco Año 2023 – Transparencia a 27 metros de profundidad Estación A



Fuente: Elaboración propia

Comentarios:

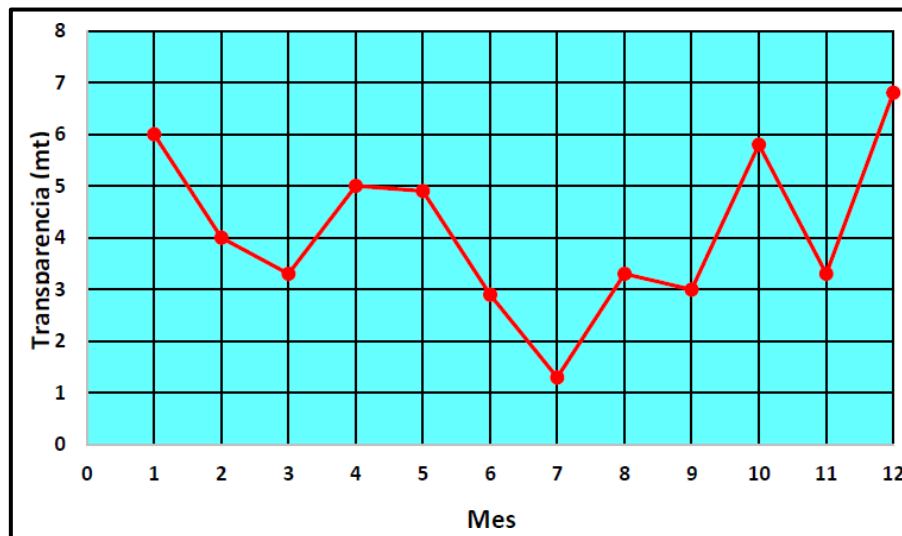
La transparencia del agua de mar en la estación A, a 27 metros de profundidad, fue mayor en los meses de Mayo, Junio, Julio, Agosto y Noviembre, meses que no hubo pesca, por lo que no hubo contaminación.

Tabla 9 Promedio mensual de parámetros ambientales del mar frente a Pisco Año 2023 – Transparencia a 0 metros de profundidad Estación B

Mes	Estación	Profundidad metros	Transparencia metros
Enero	B	0	6.0
Febrero	B	0	4.0
Marzo	B	0	3.3
Abril	B	0	5.0
Mayo	B	0	4.9
Junio	B	0	2.9
Julio	B	0	1.3
Agosto	B	0	3.3
Setiembre	B	0	3.0
Octubre	B	0	5.8
Noviembre	B	0	3.3
Diciembre	B	0	6.8

Fuente: Elaboración propia

Grafico 3 Promedio mensual de parámetros ambientales del mar frente a Pisco Año 2023 – Transparencia a 0 metros de profundidad Estación B



Fuente: Elaboración propia

Comentarios:

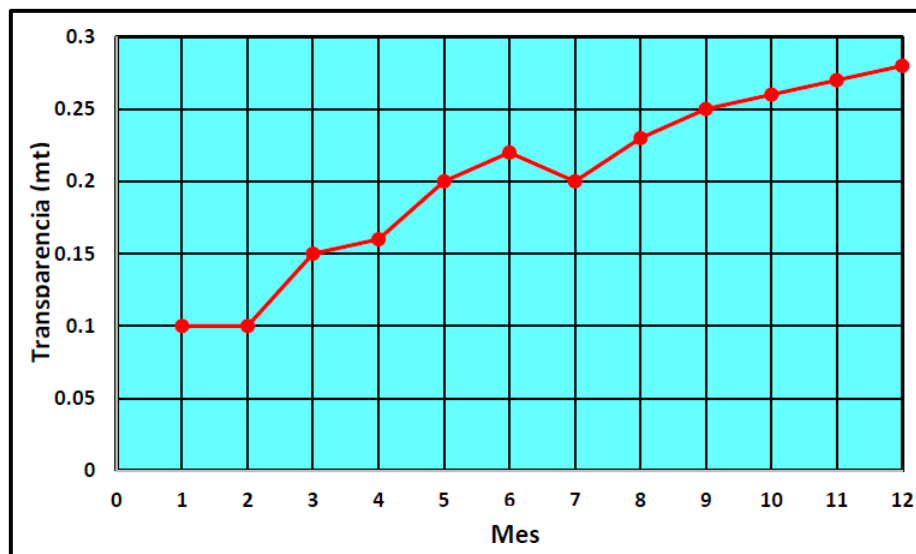
La transparencia del agua de mar en la estación B, a cero (0) metros de profundidad, es mayor en los meses de Enero y Diciembre, meses que las fábricas pesqueras se encontraron sin pesca, no hubo contaminación.

Tabla 10 Promedio mensual de parámetros ambientales del mar frente a Pisco Año 2023 – Transparencia a 27metros de profundidad Estación B

Mes	Estación	Profundidad metros	Transparencia metros
Enero	B	27	0.10
Febrero	B	27	0.10
Marzo	B	27	0.15
Abril	B	27	0.16
Mayo	B	27	0.20
Junio	B	27	0.22
Julio	B	27	0.20
Agosto	B	27	0.23
Setiembre	B	27	0.25
Octubre	B	27	0.26
Noviembre	B	27	0.27
Diciembre	B	27	0.28

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 4 Promedio mensual de parámetros ambientales del mar frente a Pisco Año 2023– Transparencia a 27 metros de profundidad Estación B



Fuente: Elaboración propia

Comentarios:

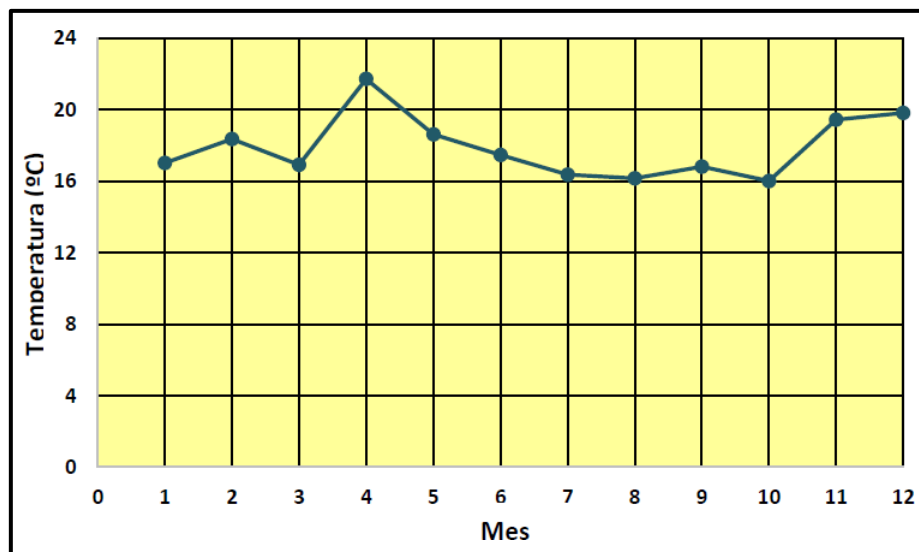
La transparencia del agua de mar en la estación B, a 27 metros de profundidad, fluctúa entre 0.1 y 0.28 metros indicando que nos encontramos cerca de las toberas del emisario submarino, a esa profundidad los sólidos disueltos oscurecen el agua de mar.

Tabla 11 Promedio mensual de parámetros ambientales del mar frente a Pisco Año 2023 – Temperatura a 0 metros de profundidad Estación A

Mes	Estación	Profundidad (Metros)	Temperatura (°C)
Enero	A	0	17.00
Febrero	A	0	18.35
Marzo	A	0	16.90
Abril	A	0	21.70
Mayo	A	0	18.60
Junio	A	0	17.45
Julio	A	0	16.35
Agosto	A	0	16.15
Setiembre	A	0	16.80
Octubre	A	0	16.00
Noviembre	A	0	19.43
Diciembre	A	0	19.80

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 5 Promedio mensual de parámetros ambientales del mar frente a Pisco Año 2023 – Temperatura a 0 metros de profundidad Estación A



Fuente: Elaboración propia

Comentarios:

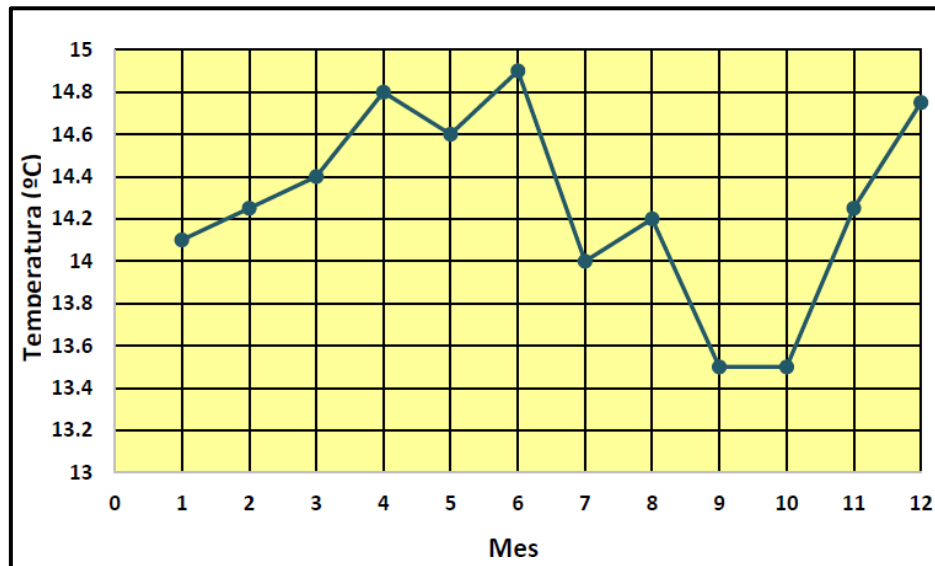
La temperatura en la estación A, a cero (0) metros de profundidad está influenciada por la temperatura del medio ambiente por lo que no hay contaminación.

Tabla 12 Promedio mensual de parámetros ambientales del mar frente a Pisco Año 2023 – Temperatura a 27 metros de profundidad Estación A

Mes	Estación	Profundidad (Metros)	Temperatura (°C)
Enero	A	27	14.10
Febrero	A	27	14.25
Marzo	A	27	14.40
Abril	A	27	14.80
Mayo	A	27	14.60
Junio	A	27	14.90
Julio	A	27	14.00
Agosto	A	27	14.20
Setiembre	A	27	13.50
Octubre	A	27	13.50
Noviembre	A	27	14.25
Diciembre	A	27	14.75

Fuente: Elaboración propia

Grafico 6 Promedio mensual de parámetros ambientales del mar frente a Pisco Año 2023 – Temperatura a 27 metros de profundidad Estación A



Fuente: Elaboración propia

Comentarios:

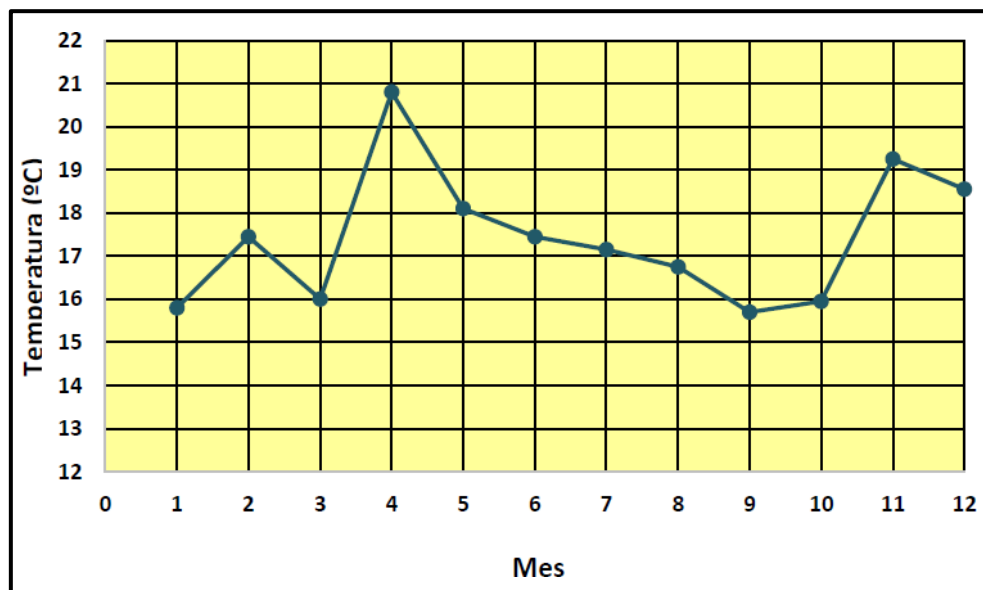
La temperatura en la estación A, 27 metros de profundidad es una mezcla del agua de mar y la dispersión realizada por el componente del efluente del emisor submarino.

Tabla 13 Promedio mensual de parámetros ambientales del mar frente a Pisco Año 2023 – Temperatura a 0 metros de profundidad Estación B

Mes	Estación	Profundidad (Metros)	Temperatura (°C)
Enero	B	0	15.80
Febrero	B	0	17.45
Marzo	B	0	16.00
Abril	B	0	20.80
Mayo	B	0	18.10
Junio	B	0	17.45
Julio	B	0	17.15
Agosto	B	0	16.75
Setiembre	B	0	15.70
Octubre	B	0	15.95
Noviembre	B	0	19.25
Diciembre	B	0	18.55

Fuente: Elaboración propia

Grafico 7 Promedio mensual de parámetros ambientales del mar frente a Pisco Año 2023– Temperatura 0 metros de profundidad Estación B



Fuente: Elaboración propia

Comentarios:

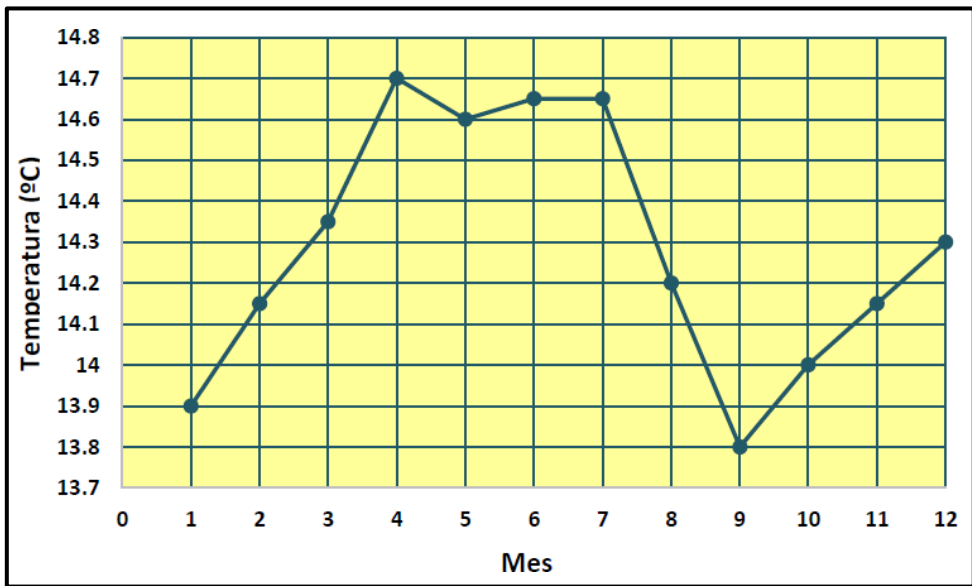
La temperatura en la estación B, a cero (0) metros de profundidad es una temperatura influenciada por el medio ambiente, no hay contaminación.

Tabla 14 Promedio mensual de parámetros ambientales del mar frente a Pisco Año 2023 – Temperatura a 27 metros de profundidad Estación B

Mes	Estación	Profundidad (Metros)	Temperatura (°C)
Enero	B	27	13.90
Febrero	B	27	14.15
Marzo	B	27	14.35
Abril	B	27	14.70
Mayo	B	27	14.60
Junio	B	27	14.65
Julio	B	27	14.65
Agosto	B	27	14.20
Setiembre	B	27	13.80
Octubre	B	27	14.00
Noviembre	B	27	14.15
Diciembre	B	27	14.30

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 8 Promedio mensual de parámetros ambientales del mar frente a Pisco Año 2023 – Temperatura a 27 metros de profundidad Estación B



Fuente: Elaboración propia

Comentarios:

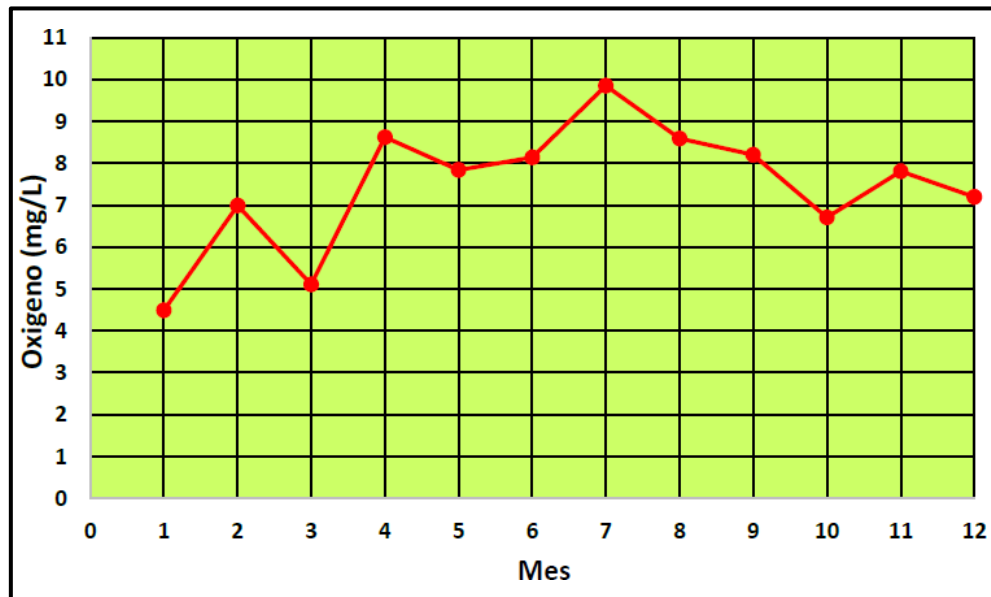
La temperatura en la estación B, 27 metros de profundidad está influenciada ligeramente por los vertidos del emisor submarino.

Tabla 15 Promedio mensual de parámetros ambientales del mar frente a Pisco Año 2023 – Oxígeno a 0 metros de profundidad Estación A

Mes	Estación	Profundidad (Metros)	Oxígeno (mg/L)
Enero	A	0	4.49
Febrero	A	0	6.99
Marzo	A	0	5.11
Abril	A	0	8.62
Mayo	A	0	7.84
Junio	A	0	8.14
Julio	A	0	9.85
Agosto	A	0	8.59
Setiembre	A	0	8.20
Octubre	A	0	6.71
Noviembre	A	0	7.81
Diciembre	A	0	7.20

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 9 Promedio mensual de parámetros ambientales del mar frente a Pisco Año 2023 – Oxígeno a 0 metros de profundidad Estación A



Fuente: Elaboración propia

Comentarios:

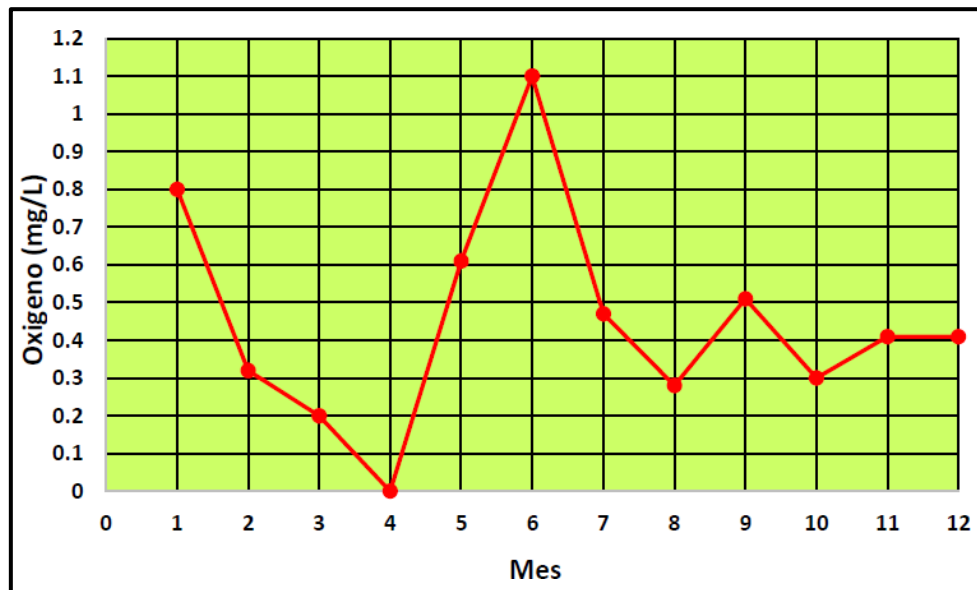
El oxígeno en la estación A, a la profundidad de cero (0) metros fluctúa entre 9.85 y 4.49 mg/L, el agua en la superficie tiene movimiento por lo tanto el oxígeno es alto.

Tabla 16 Promedio mensual de parámetros ambientales del mar frente a Pisco Año 2023 – Oxígeno a 27 metros de profundidad Estación A

Mes	Estación	Profundidad (Metros)	Oxígeno (mg/L)
Enero	A	27	0.80
Febrero	A	27	0.32
Marzo	A	27	0.20
Abril	A	27	0.00
Mayo	A	27	0.61
Junio	A	27	1.10
Julio	A	27	0.47
Agosto	A	27	0.28
Setiembre	A	27	0.51
Octubre	A	27	0.30
Noviembre	A	27	0.41
Diciembre	A	27	0.41

Fuente: Elaboración propia

Grafico 10 Promedio mensual de parámetros ambientales del mar frente a Pisco Año 2023 – Oxígeno a 27 metros de profundidad Estación A



Fuente: Elaboración propia

Comentarios:

El oxígeno en la estación A, a la profundidad de 27 metros fluctúa entre 0.0 y 1.10 mg/L, esto se debe a la mezcla del agua de mar y los vertidos del emisor submarino.

Tabla 17 Promedio mensual de parámetros ambientales del mar frente a Pisco Año 2023 – Oxígeno a 0 metros de profundidad Estación B

Mes	Estación	Profundidad (Metros)	Oxígeno (mg/L)
Enero	B	0	4.84
Febrero	B	0	6.62
Marzo	B	0	3.52
Abril	B	0	9.06
Mayo	B	0	7.31
Junio	B	0	6.62
Julio	B	0	9.44
Agosto	B	0	6.72
Setiembre	B	0	6.49
Octubre	B	0	5.93
Noviembre	B	0	7.96
Diciembre	B	0	6.50

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 11 Promedio mensual de parámetros ambientales del mar frente a Pisco Año 2023– Oxígeno a 0 metros de profundidad Estación B



Fuente: Elaboración propia

Comentarios:

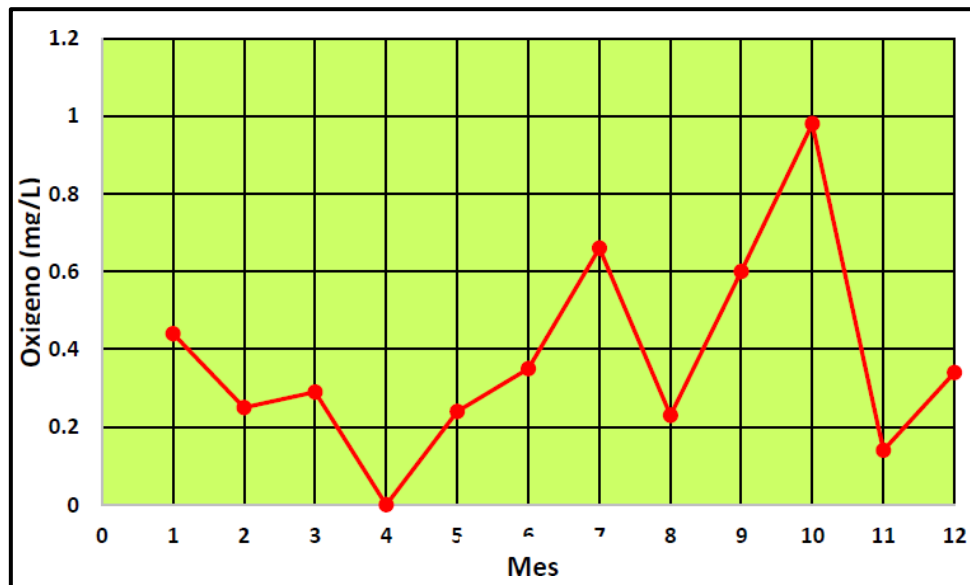
El oxígeno en la estación B, a la profundidad de cero (0) metros varía de 3.52 y 9.06 mg/L, debido al movimiento de las aguas superficiales del agua de mar.

Tabla 18 Promedio mensual de parámetros ambientales del mar frente a Pisco Año 2023 – Oxígeno a 27 metros de profundidad Estación B

Mes	Estación	Profundidad (Metros)	Oxígeno (mg/L)
Enero	B	27	0.44
Febrero	B	27	0.25
Marzo	B	27	0.29
Abril	B	27	0.00
Mayo	B	27	0.24
Junio	B	27	0.35
Julio	B	27	0.66
Agosto	B	27	0.23
Setiembre	B	27	0.60
Octubre	B	27	0.98
Noviembre	B	27	0.14
Diciembre	B	27	0.34

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 12 Promedio mensual de parámetros ambientales del mar frente a Pisco Año 2023 – Oxígeno a 27 metros de profundidad Estación B



Fuente: Elaboración propia

Comentarios:

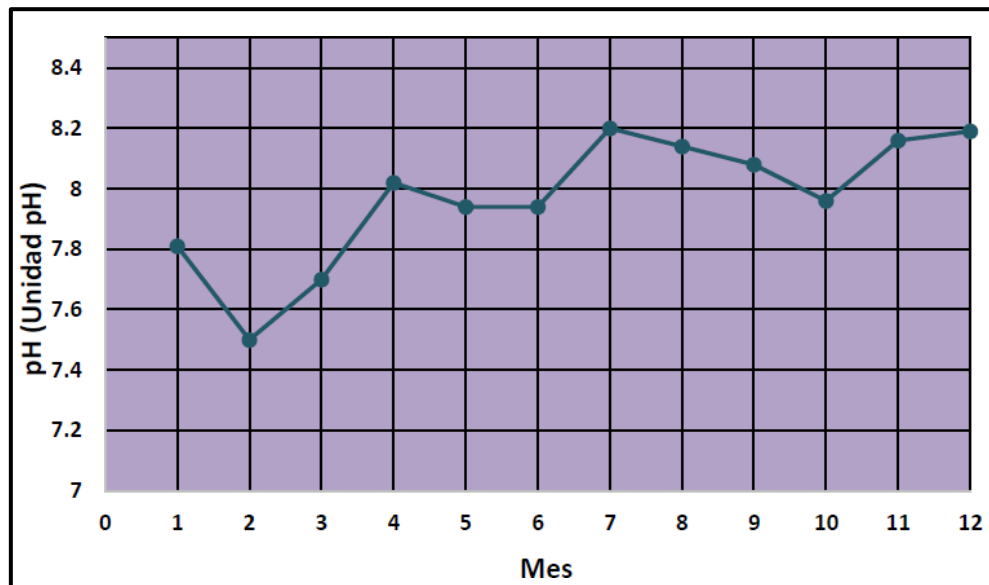
El oxígeno en la estación B, a la profundidad de 27 metros varía de 0.14 y 0.98 mg/L, debido a la mezcla de los vertidos del emisor submarino.

Tabla 19 Promedio mensual de parámetros ambientales del mar frente a Pisco Año 2023 – pH a 0 metros de profundidad Estación A

Mes	Estación	Profundidad (Metros)	pH (Unidad pH)
Enero	A	0	7.81
Febrero	A	0	7.50
Marzo	A	0	7.70
Abril	A	0	8.02
Mayo	A	0	7.94
Junio	A	0	7.94
Julio	A	0	8.20
Agosto	A	0	8.14
Setiembre	A	0	8.08
Octubre	A	0	7.96
Noviembre	A	0	8.16
Diciembre	A	0	8.19

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 13 Promedio mensual de parámetros ambientales del mar frente a Pisco Año 2023 – pH a 0 metros de profundidad Estación A



Fuente: Elaboración propia

Comentarios:

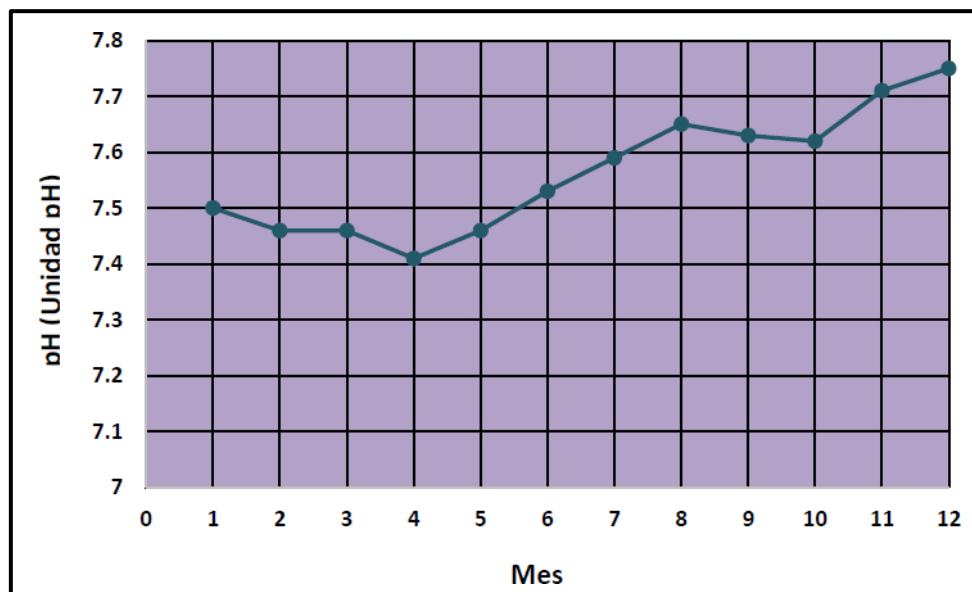
El pH en la estación A, a la profundidad de cero (0) metros varia de 7.50 y 8.20, en la superficie el pH se ha mezclado con el pH del agua de mar superficial resultando esos promedios.

Tabla 20 Promedio mensual de parámetros ambientales del mar frente a Pisco Año 2023 – pH a 27 metros de profundidad Estación A

Mes	Estación	Profundidad (Metros)	pH (Unidad pH)
Enero	A	27	7.50
Febrero	A	27	7.46
Marzo	A	27	7.46
Abril	A	27	7.41
Mayo	A	27	7.46
Junio	A	27	7.53
Julio	A	27	7.59
Agosto	A	27	7.65
Setiembre	A	27	7.63
Octubre	A	27	7.62
Noviembre	A	27	7.71
Diciembre	A	27	7.75

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 14 Promedio mensual de parámetros ambientales del mar frente a Pisco Año 2023 – pH a 27 metros de profundidad Estación A



Fuente: Elaboración propia

Comentarios:

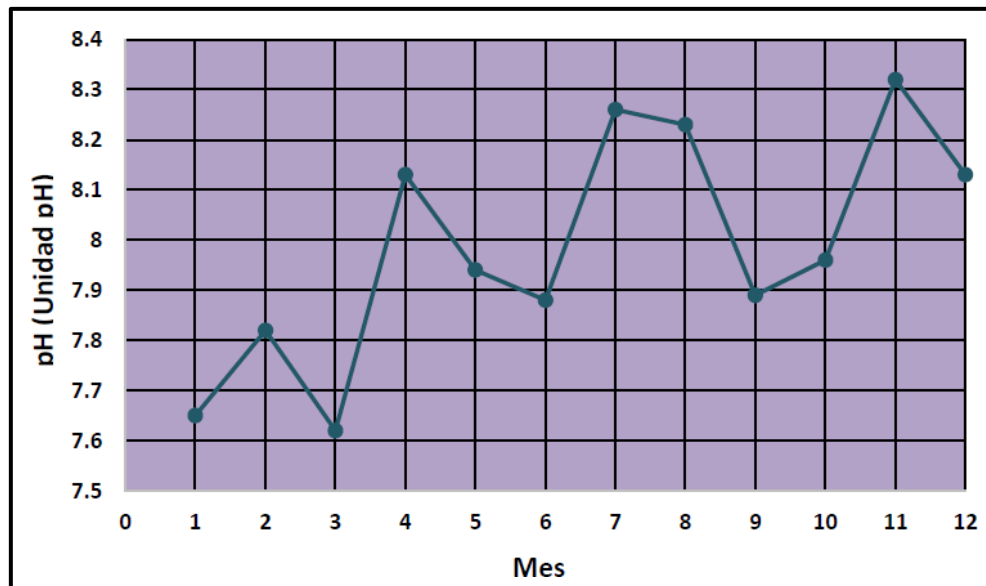
El pH en la estación A, a la profundidad de 27 metros varía de 7.41 y 7.75 unidad de pH, a esa profundidad hay efecto del pH del vertido que es arrojado al mar por el emisor submarino.

Tabla 21 Promedio mensual de parámetros ambientales del mar frente a Pisco Año 2023 – pH a 0 metros de profundidad Estación B

Mes	Estación	Profundidad (Metros)	pH (Unidad pH)
Enero	B	0	7.65
Febrero	B	0	7.82
Marzo	B	0	7.62
Abril	B	0	8.13
Mayo	B	0	7.94
Junio	B	0	7.88
Julio	B	0	8.26
Agosto	B	0	8.23
Setiembre	B	0	7.89
Octubre	B	0	7.96
Noviembre	B	0	8.32
Diciembre	B	0	8.13

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 15 Promedio mensual de parámetros ambientales del mar frente a Pisco Año 2023– pH a 0 metros de profundidad Estación B



Fuente: Elaboración propia

Comentarios:

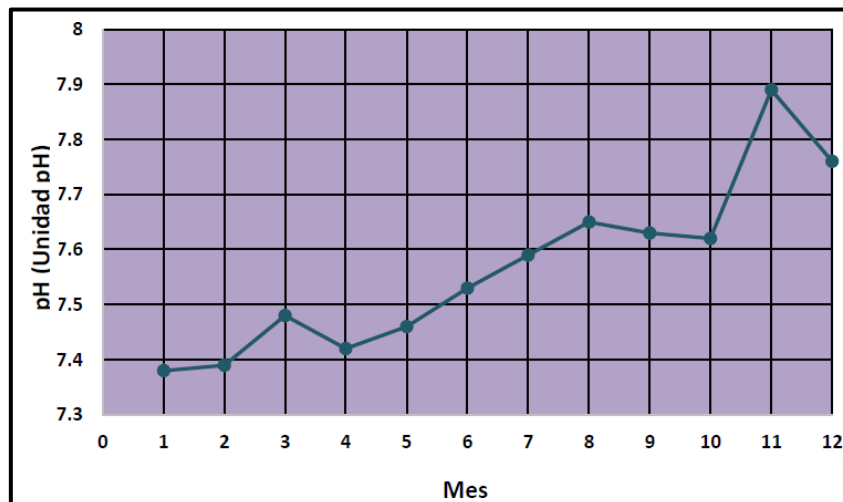
El pH en la estación B, a la profundidad de cero (0) metros varia de 8.32 y 7.62 unidad de pH, a esta profundidad el agua del emisor submarino se ha mezclado con el agua de mar no variando mucho.

Tabla 22 Promedio mensual de parámetros ambientales del mar frente a Pisco Año 2023 – pH a 27 metros de profundidad Estación B

Mes	Estación	Profundidad (Metros)	pH (Unidad pH)
Enero	B	27	7.38
Febrero	B	27	7.39
Marzo	B	27	7.48
Abril	B	27	7.42
Mayo	B	27	7.46
Junio	B	27	7.53
Julio	B	27	7.59
Agosto	B	27	7.65
Setiembre	B	27	7.63
Octubre	B	27	7.62
Noviembre	B	27	7.89
Diciembre	B	27	7.76

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 16 Promedio mensual de parámetros ambientales del mar frente a Pisco Año 2023 – pH a 27 metros de profundidad Estación B



Fuente: Elaboración propia

Comentarios:

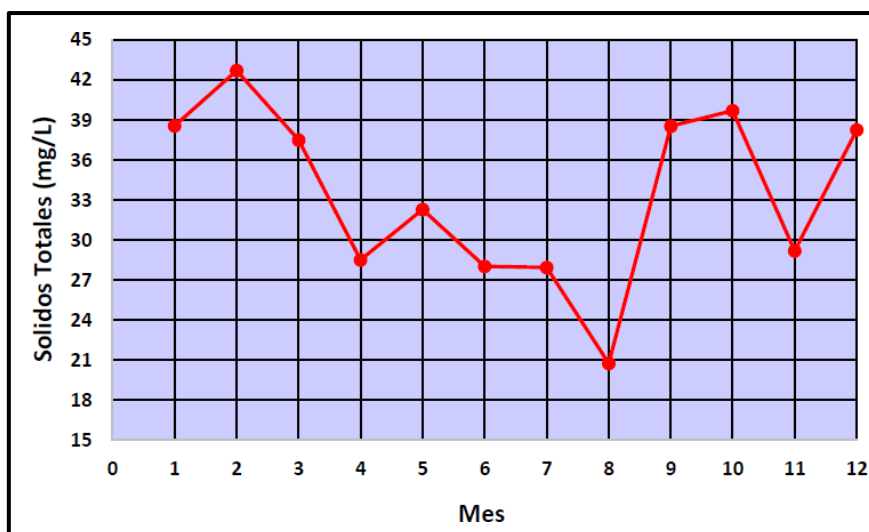
El pH en la estación B, a la profundidad de 27 metros varia de 7.38 y 7.89 unidad de pH, a esta profundidad se observa por el pH la mezcla del agua de mar con el agua que sale por el emisor submarino.

Tabla 23 Promedio mensual de parámetros ambientales del mar frente a Pisco Año 2023 – Solidos totales a 0 metros de profundidad Estación A

Mes	Estación	Profundidad (Metros)	SSTT (mg/L)
Enero	A	0	38.56
Febrero	A	0	42.70
Marzo	A	0	37.48
Abril	A	0	28.50
Mayo	A	0	32.28
Junio	A	0	28.03
Julio	A	0	27.95
Agosto	A	0	20.75
Setiembre	A	0	38.53
Octubre	A	0	39.70
Noviembre	A	0	29.19
Diciembre	A	0	38.26

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 17 Promedio mensual de parámetros ambientales del mar frente a Pisco Año 2023 – Solidos totales a 0 metros de profundidad Estación A



Fuente: Elaboración propia

Comentarios:

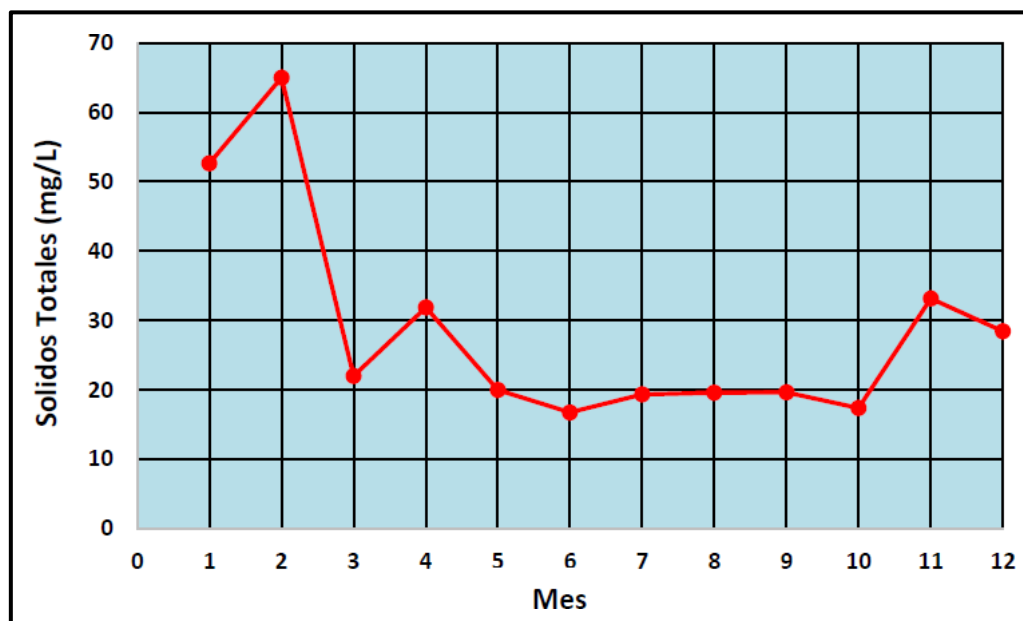
Los sólidos totales en la estación A, a la profundidad de cero (0) metros varia de 20.75 y 42.70 mg/L, se observó en un mes que no hubo pesca.

Tabla 24 Promedio mensual de parámetros ambientales del mar frente a Pisco Año 2023 – Solidos Totales a 27 metros de profundidad Estación A

Mes	Estación	Profundidad (Metros)	SSTT (mg/L)
Enero	A	27	52.60
Febrero	A	27	64.98
Marzo	A	27	21.95
Abril	A	27	31.84
Mayo	A	27	19.94
Junio	A	27	16.73
Julio	A	27	19.30
Agosto	A	27	19.58
Setiembre	A	27	19.63
Octubre	A	27	17.34
Noviembre	A	27	33.13
Diciembre	A	27	28.44

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 18 Promedio mensual de parámetros ambientales del mar frente a Pisco Año 2023 – Solidos totales a 27 metros de profundidad Estación A



Fuente: Elaboración propia

Comentarios:

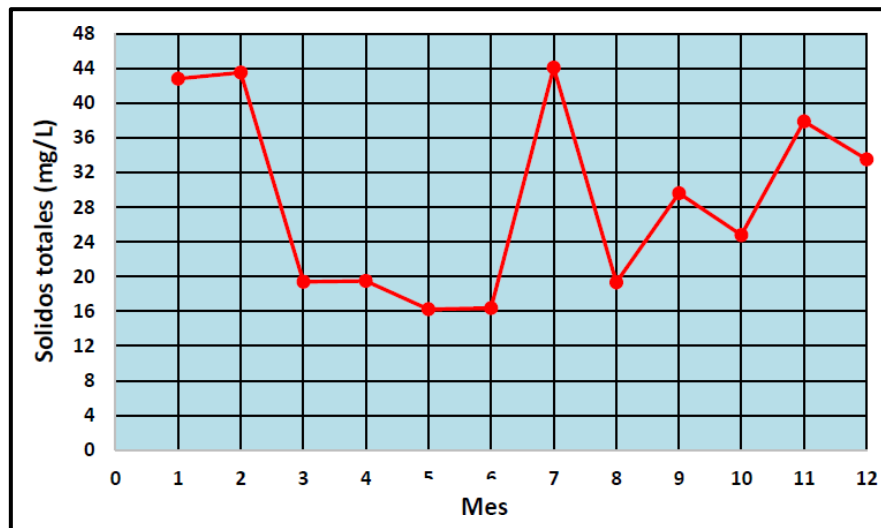
Los sólidos totales en la estación A, a la profundidad de 27 metros varía de 64.98 y 16.73 mg/L, el valor mayor corresponde a los meses de pesca y el valor menor corresponde a los meses sin pesca.

Tabla 25 Promedio mensual de parámetros ambientales del mar frente a Pisco Año 2023 – Sólidos Totales a 0 metros de profundidad Estación B

Mes	Estación	Profundidad (Metros)	SSTT (mg/L)
Enero	B	0	42.80
Febrero	B	0	43.52
Marzo	B	0	19.37
Abril	B	0	19.48
Mayo	B	0	16.22
Junio	B	0	16.37
Julio	B	0	44.08
Agosto	B	0	19.33
Setiembre	B	0	29.59
Octubre	B	0	24.79
Noviembre	B	0	37.87
Diciembre	B	0	33.50

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 19 Promedio mensual de parámetros ambientales del mar frente a Pisco Año 2023 – Sólidos Totales a 0 metros de profundidad Estación B



Fuente: Elaboración propia

Comentarios:

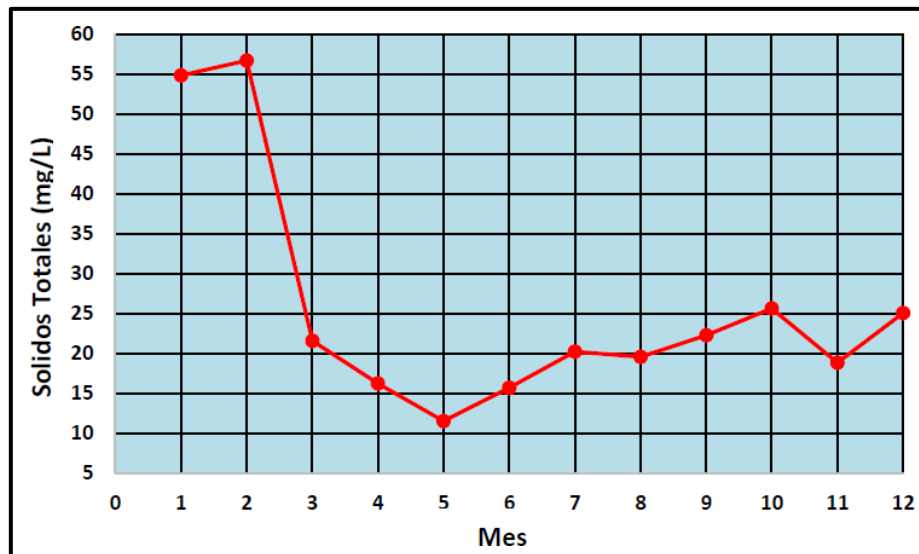
Los sólidos totales en la estación B, a la profundidad de cero (0) metros varia de 44.08 y 16.37 mg/L, el valor mayor corresponde a los meses de pesca y el valor menor corresponde al mes sin pesca.

Tabla 26 Promedio mensual de parámetros ambientales del mar frente a Pisco Año 2023 – Sólidos Totales a 27 metros de profundidad Estación B

Mes	Estación	Profundidad (Metros)	SSTT (mg/L)
Enero	B	27	54.80
Febrero	B	27	56.67
Marzo	B	27	21.57
Abril	B	27	16.22
Mayo	B	27	11.52
Junio	B	27	15.69
Julio	B	27	20.23
Agosto	B	27	19.57
Setiembre	B	27	22.28
Octubre	B	27	25.61
Noviembre	B	27	18.83
Diciembre	B	27	25.03

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 20 Promedio mensual de parámetros ambientales del mar frente a Pisco Año 2023 – Sólidos Totales a 27 metros de profundidad Estación B



Fuente: Elaboración propia

Comentarios:

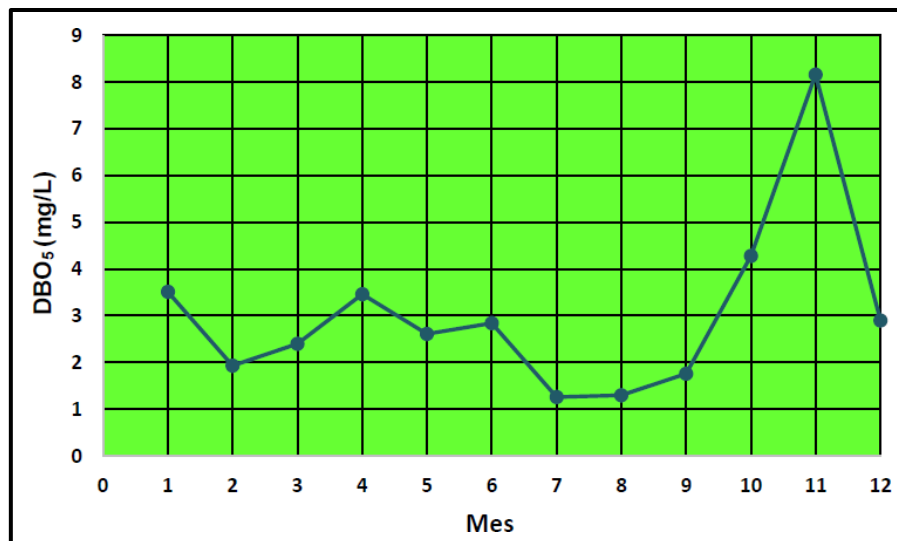
Los sólidos totales en la estación A, a la profundidad de 27 metros, varía de 56.67 5 y 11.52 mg/L, el valor mayor corresponde a los meses de pesca y el valor menor a los meses sin pesca.

Tabla 27 Promedio mensual de parámetros ambientales del mar frente a Pisco Año 2023 – DBO₅ (mg/L) a 0 metros de profundidad Estación A

Mes	Estación	Profundidad (Metros)	DBO ₅ (mg/L)
Enero	A	0	3.51
Febrero	A	0	1.93
Marzo	A	0	2.40
Abril	A	0	3.46
Mayo	A	0	2.61
Junio	A	0	2.84
Julio	A	0	1.26
Agosto	A	0	1.30
Setiembre	A	0	1.76
Octubre	A	0	4.28
Noviembre	A	0	8.16
Diciembre	A	0	2.90

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 21 Promedio mensual de parámetros ambientales del mar frente a Pisco Año 2023 – DBO₅ (mg/L) a 0 metros de profundidad Estación A



Fuente: Elaboración propia

Comentarios:

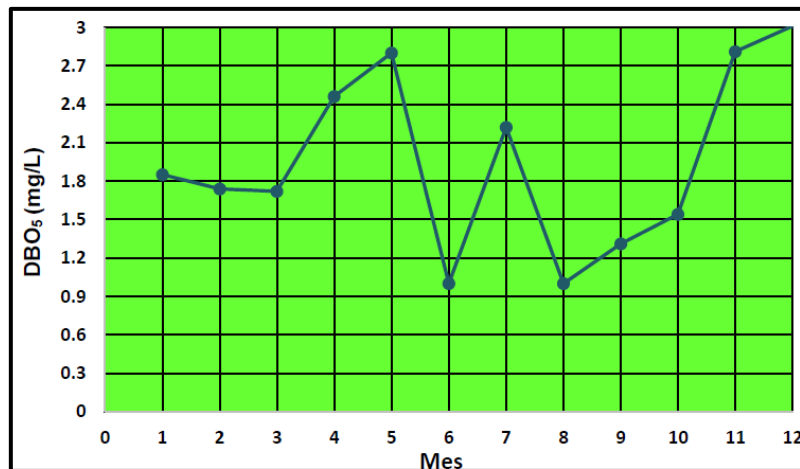
La Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) al quinto día, de la estación A, a la profundidad de cero (0) metros, varía de 1.26 y 8.16 mg/L, el valor menor es sin pesca y el valor mayor cuando las fábricas trabajan.

Tabla 28 Promedio mensual de parámetros ambientales del mar frente a Pisco Año 2023 – DBO₅ (mg/L) a 0 metros de profundidad Estación B

Mes	Estación	Profundidad (Metros)	DBO5 (mg/L)
Enero	B	0	1.85
Febrero	B	0	1.74
Marzo	B	0	1.72
Abril	B	0	2.46
Mayo	B	0	2.80
Junio	B	0	1.00
Julio	B	0	2.22
Agosto	B	0	1.00
Setiembre	B	0	1.31
Octubre	B	0	1.54
Noviembre	B	0	2.81
Diciembre	B	0	3.01

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 22 Promedio mensual de parámetros ambientales del mar frente a Pisco Año 2023 – DBO₅ (mg/L) a 0 metros de profundidad Estación B



Fuente: Elaboración propia

Comentarios:

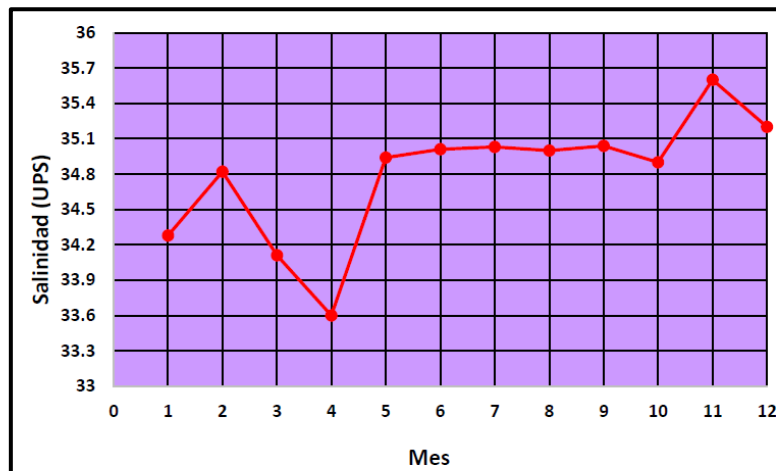
La Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) al quinto día, de la estación B, a la profundidad de cero (0) metros, varía entre 1.00 y 3.01 mg/L, el valor menor corresponde que no hubo pesca por lo tanto no hubo vertidos por el emisor submarino y el valor de 3.01 la pesca fue mínima.

Tabla 29 Promedio mensual de parámetros ambientales del mar frente a Pisco Año 2023 – Salinidad a 0 metros de profundidad Estación A

Mes	Estación	Profundidad (Metros)	Salinidad (UPS)
Enero	A	0	34.278
Febrero	A	0	34.820
Marzo	A	0	34.110
Abril	A	0	33.600
Mayo	A	0	34.940
Junio	A	0	35.010
Julio	A	0	35.030
Agosto	A	0	35.000
Setiembre	A	0	35.040
Octubre	A	0	34.900
Noviembre	A	0	35.600
Diciembre	A	0	35.200

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 23 Promedio mensual de parámetros ambientales del mar frente a Pisco Año 2023 – Salinidad a 0 metros de profundidad Estación A



Fuente: Elaboración propia

Comentarios:

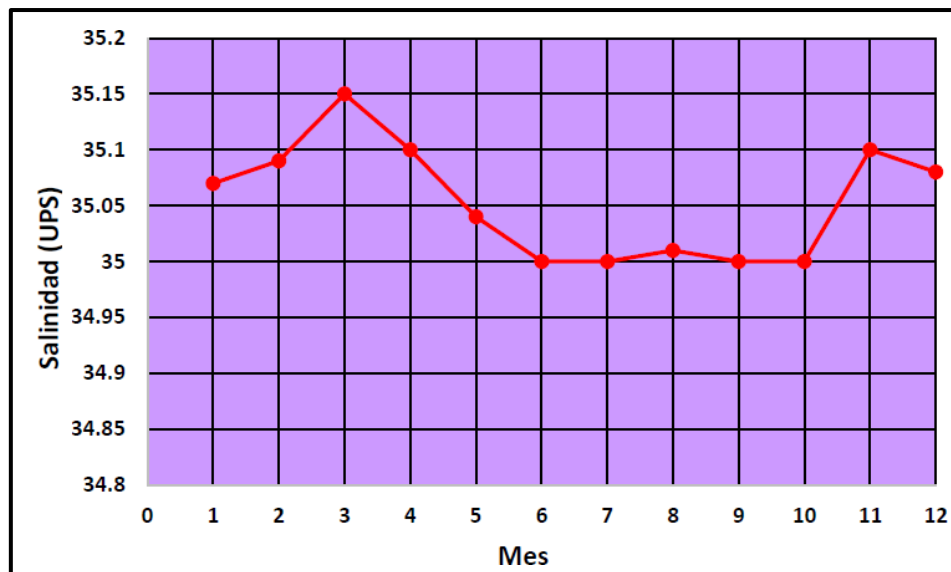
La salinidad del agua de mar de la estación A, a cero (0) metros de profundidad se mantuvo estable, el dispersor diluyo bien los vertidos y la sal se mezcló con el agua de mar.

Tabla 30 Promedio mensual de parámetros ambientales del mar frente a Pisco Año 2023 – Salinidad a 27 metros de profundidad Estación A

Mes	Estación	Profundidad (Metros)	Salinidad (UPS)
Enero	A	27	35.07
Febrero	A	27	35.09
Marzo	A	27	35.15
Abril	A	27	35.10
Mayo	A	27	35.04
Junio	A	27	35.00
Julio	A	27	35.00
Agosto	A	27	35.01
Setiembre	A	27	35.00
Octubre	A	27	35.00
Noviembre	A	27	35.10
Diciembre	A	27	35.08

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 24 Promedio mensual de parámetros ambientales del mar frente a Pisco Año 2023 – Salinidad a 27 metros de profundidad Estación A



Fuente: Elaboración propia

Comentarios:

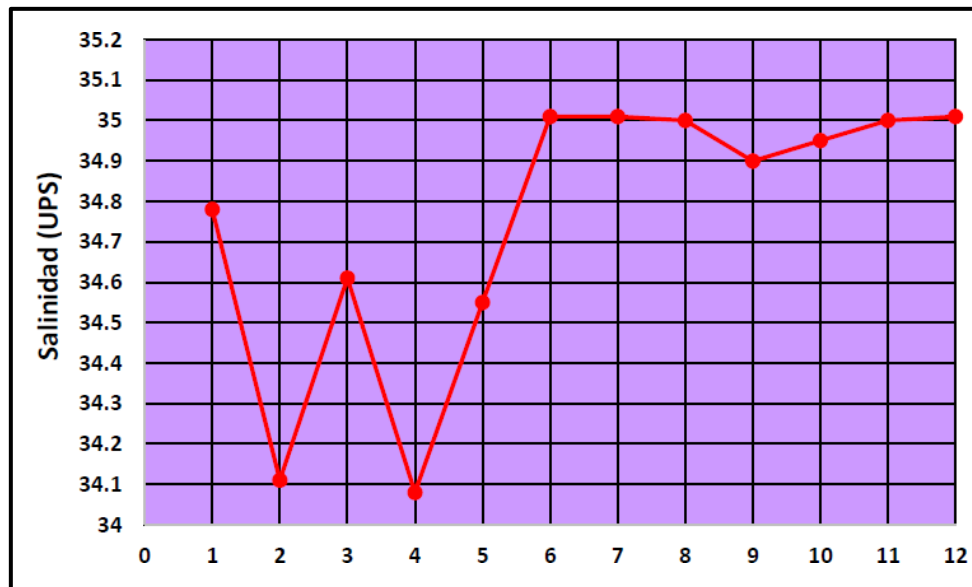
La salinidad del agua de mar de la estación A, a 27 metros de profundidad no varía significativamente la dilución es buena.

Tabla 31 Promedio mensual de parámetros ambientales del mar frente a Pisco Año 2023 – Salinidad a 0 metros de profundidad Estación B

Mes	Estación	Profundidad (Metros)	Salinidad (UPS)
Enero	B	0	34.78
Febrero	B	0	34.11
Marzo	B	0	34.61
Abril	B	0	34.08
Mayo	B	0	34.55
Junio	B	0	35.01
Julio	B	0	35.01
Agosto	B	0	35.00
Setiembre	B	0	34.90
Octubre	B	0	34.95
Noviembre	B	0	35.00
Diciembre	B	0	35.01

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 25 Promedio mensual de parámetros ambientales del mar frente a Pisco Año 2023 – Salinidad a 0 metros de profundidad Estación B



Fuente: Elaboración propia

Comentarios:

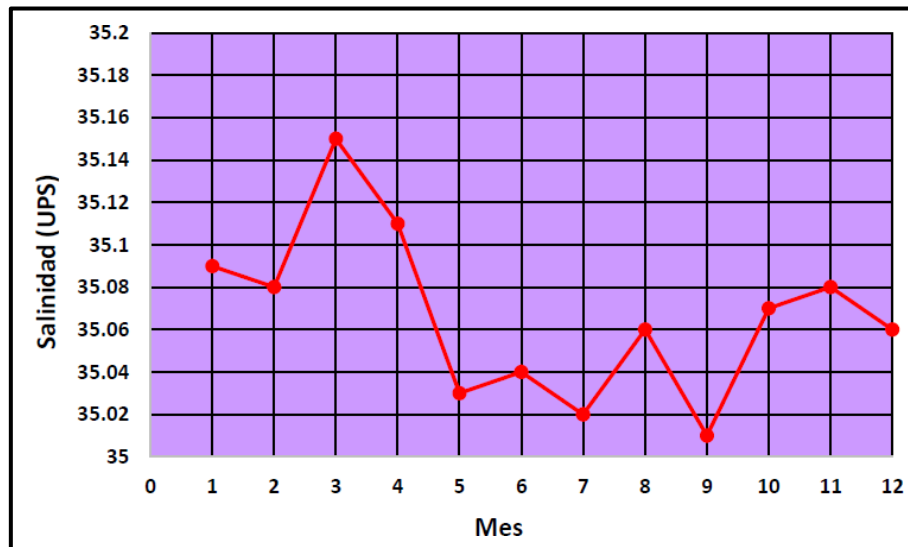
La salinidad del agua de mar de la estación B, a cero (0) metros de profundidad varia entre 35.01 y 34.08 UPS, la variación es mínima comparada con la salinidad del agua de mar.

Tabla 32 Promedio mensual de parámetros ambientales del mar frente a Pisco Año 2023 – Salinidad a 27 metros de profundidad Estación B

Mes	Estación	Profundidad (Metros)	Salinidad (UPS)
Enero	B	27	35.09
Febrero	B	27	35.08
Marzo	B	27	35.15
Abril	B	27	35.11
Mayo	B	27	35.03
Junio	B	27	35.04
Julio	B	27	35.02
Agosto	B	27	35.06
Setiembre	B	27	35.01
Octubre	B	27	35.07
Noviembre	B	27	35.08
Diciembre	B	27	35.06

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 26 Promedio mensual de parámetros ambientales del mar frente a Pisco Año 2023 – Salinidad a 27 metros de profundidad Estación B



Fuente: Elaboración propia

Comentarios:

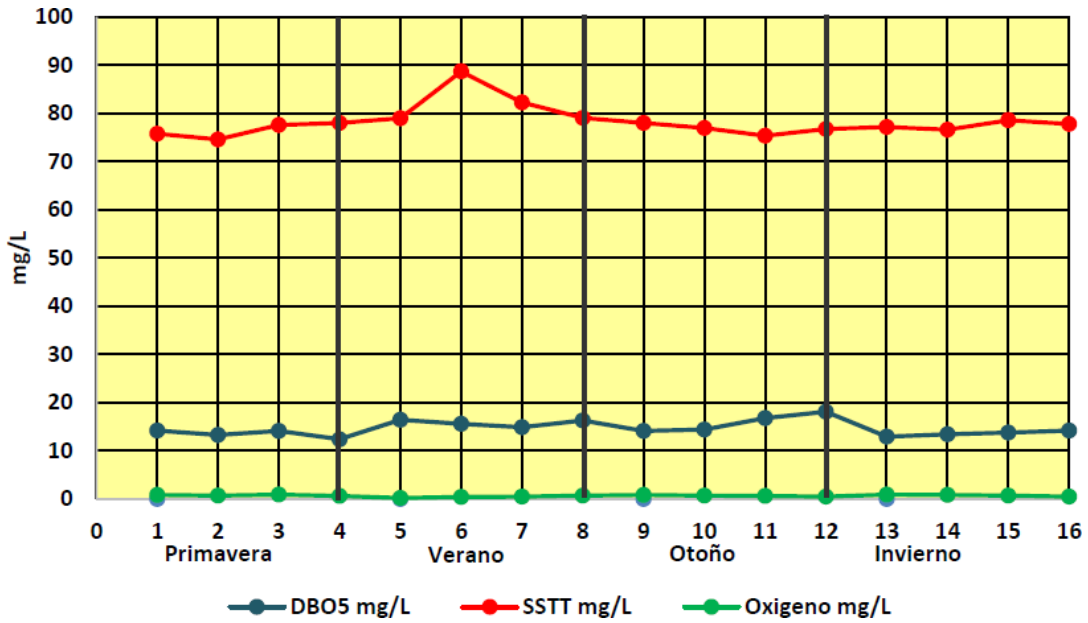
La salinidad del agua de mar de la estación B, a 27 metros de profundidad varía entre 35.15 y 35.01 UPS, la variación es mínima, en la boca del emisor se encuentra a 50 metros por lo que el exceso fue diluido en la columna de agua entre 50 y 27 metros.

Tabla 33 Promedio mensual de parámetros ambientales de las fábricas de harina y aceite de pescado medidas en el tanque recolector que lleva los residuos sólidos por el emisor submarino.

Mes	DBO5 mg/L	SSTT mg/L	Oxígeno mg/L	Temperatura °C	Salinidad UPS
PRIMAVERA	14.2	75.80	0.8	25	35.03
	13.3	74.60	0.7	24	35.04
	14.1	77.60	0.9	25	35.02
	12.4	78.00	0.6	23	35.10
VERANO	16.4	79.00	0.2	27	35.09
	15.6	88.70	0.4	26	35.07
	14.9	82.30	0.5	24	35.01
	16.3	79.10	0.7	25	35.03
OTOÑO	14.1	78.00	0.8	28	35.70
	14.4	77.00	0.7	27	35.75
	16.8	75.40	0.6	25	35.60
	18.1	76.80	0.5	28	35.50
INVIERNO	12.9	77.20	0.9	27	35.90
	13.4	76.60	0.8	28	35.70
	13.8	78.60	0.7	25	35.60
	14.2	77.80	0.5	25	35.40

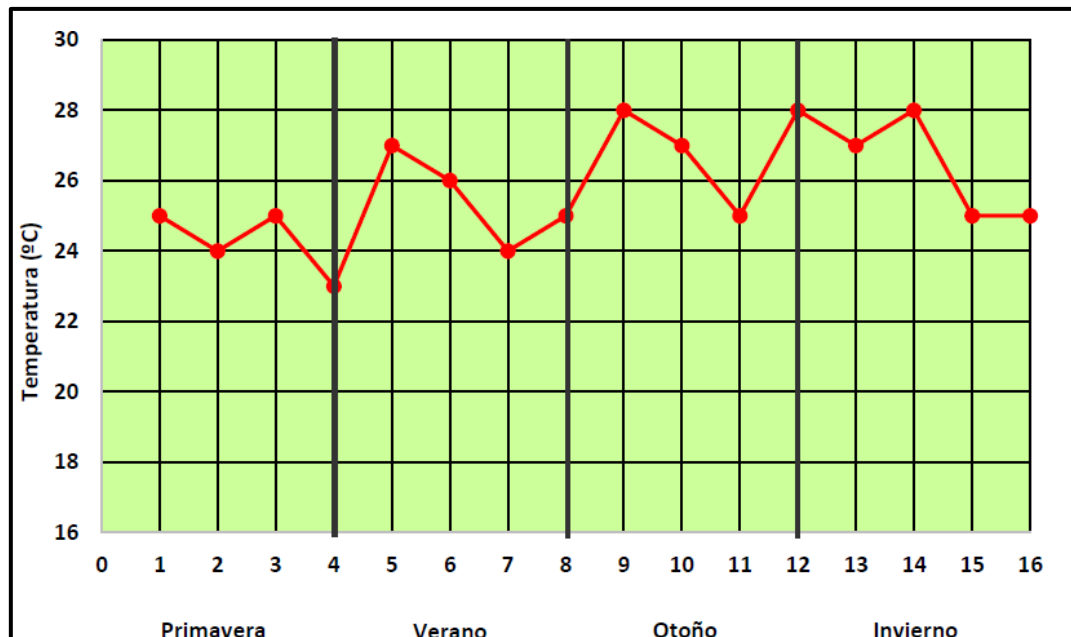
Fuente: Elaboración 12.9propia

Gráfico 27 Promedio mensual de parámetros ambientales (Sólidos totales, Oxígeno y DBOs) de las fábricas de harina y aceite de pescado medidas en el tanque recolector que lleva los residuos sólidos por el emisor submarino.



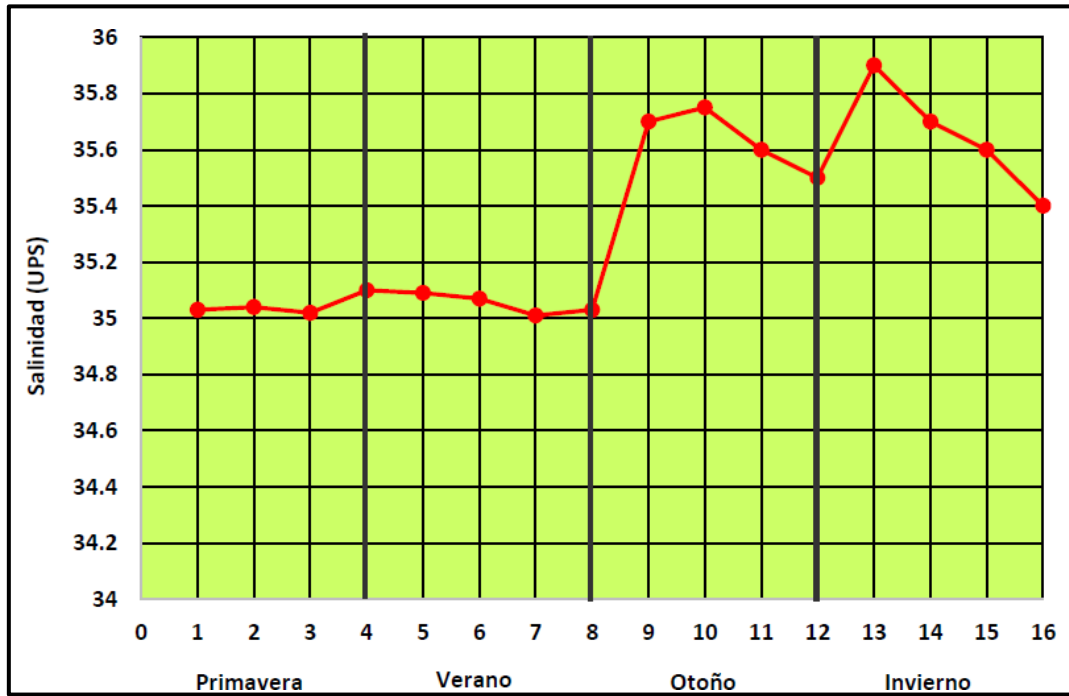
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 28 Promedio mensual de parámetros ambientales (Temperatura) de las fábricas de harina y aceite de pescado medidas en el tanque recolector que lleva los residuos sólidos por el emisor submarino.



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 29 Promedio mensual de parámetros ambientales (Salinidad) de las fábricas de harina y aceite de pescado medidas en el tanque recolector que lleva los residuos sólidos por el emisor submarino.



Fuente: Elaboración propia

3.2. Resultados estadísticos de la prueba de hipótesis

3.2.1. Prueba estadística de la hipótesis general.

H1: Los efluentes de las fábricas de harina y aceite de pescado representados por el DBO₅ y vertidos por el emisor submarino no causan contaminación orgánica en la zona de amortiguamiento de la Reserva Nacional de Paracas.

H0: Los efluentes de las fábricas de harina y aceite de pescado representado por el DBO₅ y vertido por el emisor submarino causan contaminación orgánica en la zona de amortiguamiento de la Reserva Nacional de Paracas.

Tabla 34 Prueba de hipótesis de oxígeno a cero metros de profundidad

Verano O ₂ mg/L	Otoño O ₂ mg/L	Invierno O ₂ mg/L	Primavera O ₂ mg/L
8.4	7.8	7.01	9.02
9.1	8.2	7.80	9.01
8.7	8.1	7.90	8.90

Regla de decisión:

$$\begin{aligned}
 \text{gl} &= K - 1 = 4 - 1 = 3 \\
 \text{gl} &= n - K = 12 - 3 = 9
 \end{aligned}$$

Tabla 35 Valor estadístico de la prueba O2 a cero metros de profundidad

	Verano		Otoño		Invierno		Primavera		
	O ₂	X ₂	O ₂	X ₂	O ₂	X ₂	O ₂	X ₂	
	8.4	70.56	7.8	60.8 4	7.01	49.1 4	9.02	81. 36	
	9.1	82.81	8.2	67.2 4	7.80	60.8 0	9.01	81. 18	
	8.7	75.69	8.1	65.6 1	7.90	62.4 1	8.90	79. 21	
TG	26.20		24.10		22.71		26.93		99.94
	3		3		3		3		12
	229.06		193.69		172.35		241.75		836.85

Calculo de la suma de cuadrados:

$$SSTotal = \sum x^2 - \frac{\sum R}{n} = (836.85) - \frac{9988}{12} = 90.04$$

$$SSTotal = 836.85 - 832.33 = 4.52$$

$$SC \text{ (total)} \quad 836.85 - 817.00 = 19.84$$

$$SC \text{ (intra)} \quad 836.85 - 818.01 = 18.84$$

$$SC \text{ (entre)} \quad 818.01 - 817.41 = 0.60$$

Los cuadros medios serán:

$$CM \text{ (entre)} \quad 18.84/2 = 9.42$$

$$CM \text{ (intra)} \quad 0.6/2 = 0.30$$

El valor de $F_{teórica}$ será $9.42/0.3 = 31.40$. En la tabla ANOVA encontramos el valor de $F_{teórica}$ con 3 y 11 grados de libertad a un nivel de confianza del 95% (0.05) es 8.81.

$$F_{calculado} = 31.40 > F_{tabla} = 8.81$$

Se acepta la Hipótesis H_1 y se elimina la hipótesis H_0

Tabla 36 Prueba de hipótesis de la Demanda Bioquímica de oxígeno a cero metros de profundidad

Primavera DBO ₅ mg/L	Verano DBO ₅ mg/L	Otoño DBO ₅ mg/L	Invierno DBO ₅ mg/L
1.2	1.1	1.2	1.1
1.4	1.3	1.1	1.2
1.0	1.4	1.3	1.4

Regla de decisión:

$$\begin{aligned}
 \text{gl} &= K - 1 = 4 - 1 = 3 \\
 \text{gl} &= n - K = 12 - 3 = 9
 \end{aligned}$$

Tabla 37 Valor estadístico de la prueba DBO₅ a cero metros de profundidad

	Verano		Otoño		Invierno		Primavera	
	DBO ₅	X ₂	DBO ₅	X ₂	DBO ₅	X ₂	DBO ₅	X ₂
	1.2	1.44	1.1	1.21	1.2	1.44	1.1	1.21
	1.4	1.96	1.3	1.69	1.1	1.21	1.2	1.44
	1.0	1.00	1.4	1.96	1.3	1.69	1.4	1.96
TG	3.60		3.80		3.60		3.70	14.70
	3		3		3		3	12.00
	4.40		4.88		4.34		4.61	18.23

Cálculo de la suma de cuadrados:

$$SST_{total} = \sum x^2 - \frac{\sum R^2}{n} = (18.23) - \frac{(14.7)^2}{12} =$$

$$SST_{total} = 18.23 - 18.00 = 0.23$$

$$\text{SC (total)} \quad 18.23 - 18.00 \quad = \quad 0.23$$

$$\text{SC (intra)} \quad 18.23 - 18.20 \quad = \quad 0.03$$

$$\text{SC (entre)} \quad 18.20 - 18.00 \quad = \quad 0.20$$

Los cuadros medios serán:

$$CM \text{ (entre)} \quad 0.03/2 \quad = \quad 0.015$$

$$CM \text{ (intra)} \quad 0.20/2 \quad = \quad 0.100$$

El valor de $F_{teórica}$ será $0.10/0.015 = 6.66$. En la tabla ANOVA encontramos el valor de $F_{teórica}$ con 3 y 9 grados de libertad a un nivel de confianza del 95% (0.05) es 6.05, por consiguiente, se acepta la hipótesis H_1 y se anula la H_0 .

3.2.2. Prueba estadística de la hipótesis específica. Hipótesis específica 1

H_1 : La composición de los efluentes de las fábricas de harina y aceite de pescado representados por la DBO_5 , antes de ingresar al sistema de bombeo del emisor submarino son contaminantes.

H_0 : La composición de los efluentes de las fábricas de harina y aceite de pescado representados por la DBO_5 , antes de ingresar al sistema de bombeo del emisor submarino no son contaminantes

Tabla 38 Demanda Bioquímica de Oxígeno en el tanque receptor

Demanda Bioquímica de Oxígeno al 5º día			
Primavera	Verano	Otoño	Invierno
14.2	16.4	14.1	12.9
13.3	15.6	14.4	13.4
14.1	14.9	16.8	13.8
12.4	16.3	18.1	14.2

Regla de decisión:

$$gl = K - 1 = 4 - 1 = 3$$

$$gl = n - K = 16 - 3 = 13$$

Se realizará la hipótesis si H_0 es > 5.00 (hay contaminación)

Tabla 39 Valor del estadístico de prueba DBO_5 en el tanque receptor

Primavera		Verano		Otoño		Invierno	
DBO_5	X_2	DBO_5	X_2	DBO_5	X_2	DBO_5	X_2
14.20	201.64	16.40	268.9	14.10	198.8	12.9	166.4
			6		1		1

13.30	176.85	15.60	243.3	14.40	207.2	13.4	179.5
			6		6		6
14.10	198.81	14.90	222.0	16.80	282.2	13.8	190.4
			1		4		4
12.40	153.76	16.30	265.6	18.10	327.6	14.2	201.6
			5		1		4
TG	54.0	63.20		62.40		54.20	233.08
	4	4		4		4	16
	731.06	999.98		1015.92		738.08	3485.04

$$SSTotal = \sum x^2 - \frac{\sum R}{n} = (3485.04) - \frac{(233.08)^2}{12} = 90.04$$

Calculamos la suma de cuadrado:

$$\begin{aligned} SC \text{ (total)} &= 3485.04 - 3395.00 = 90.04 \\ SC \text{ (intra)} &= 3485.04 - 3452.08 = 33.00 \\ SC \text{ (entre)} &= 3452.08 - 3395.00 = 57.00 \end{aligned}$$

Los cuadros medios serán:

$$\begin{aligned} CM \text{ (entre)} &= 57/2 = 28.5 \\ CM \text{ (intra)} &= 33/2 = 16.5 \end{aligned}$$

Por consiguiente el estadístico contrastante vale:

$$F = 28.5/16.5 = 1.06$$

El valor de la F teórica con 3 y 13 grados de libertad a un nivel de confianza del 95% (0.05) es 8.72 por consiguiente se rechaza la hipótesis nula H_0 y se concluye que el efluente es contaminante.

Hipótesis específica 2

H₂: Los efluentes tratados y transportados por el emisor submarino representado por el DBO₅, diluido en el cuerpo receptor del agua de mar causan contaminación orgánica.

H₀: Los efluentes tratados y transportados por el emisor submarino representado por el DBO₅, diluido en el cuerpo receptor del agua de mar no causan contaminación orgánica.

Tabla 40 Prueba de hipótesis de la DBO₅

Verano DBO ₅ mg/L	Otoño DBO ₅ mg/L	Invierno DBO ₅ mg/L	Primavera DBO ₅ mg/L
3.51	3.46	1.26	4.28
1.93	2.61	1.30	2.16
2.40	2.84	1.70	2.90

Regla de decisión:

$$gl = K - 1 = 4 - 1 = 3$$

$$gl = n - K = 12 - 3 = 9$$

Tabla 41 Valor estadístico de la prueba DBO₅

	Verano		Otoño		Invierno		Primavera	
	DBO ₅	X ₂	DBO ₅	X ₂	DBO ₅	X ₂	DBO ₅	X ₂
	3.51	12.32	3.46	11.97	1.26	1.56	4.28	18.34
	1.93	3.72	2.61	6.81	1.30	1.69	2.16	4.66
	2.40	5.76	2.84	8.06	1.70	2.89	2.90	15.81
TG	7.84		8.91		4.26		10.86	31.87
	3		3		3		3	12.00
	21.80		26.84		6.14		38.91	92.27

Calculo de la suma de cuadrados:

$$SSTotal = \sum x^2 - \frac{\sum R}{n} = 92.27 - 84.64 = 7.68$$

			n
SC (total)	$92.27 - 84.59$	=	7.68
SC (intra)	$92.27 - 89.77$	=	2.50
SC (entre)	$89.77 - 84.59$	=	5.18

Los cuadros medios serán:

CM (entre)	$5.18/2$	=	2.35
CM (intra)	$2.50/2$	=	1.25

El valor de $F_{teórica}$ será $2.35/1.25 = 1.88$. En la tabla ANOVA encontramos el valor de $F_{teórica}$ con 3 y 11 grados de libertad a un nivel de confianza del 95% (0.05) es 8.81.

IV. CONCLUSIONES

1. El resultado de la hipótesis H_1 es mayor que la hipótesis H_0 en lo que respecta al DBO_5 donde H_1 es 6.69 y H_0 es 6.05, se acepta la hipótesis: Los efluentes de las fábricas de harina y aceite de pescado representado por el DBO_5 y por el O_2 , vertidos por el emisor submarino no causan contaminación orgánica en la zona de amortiguamiento de la Reserva Nacional de Paracas.
2. El resultado de la hipótesis H_1 es mayor que la hipótesis H_0 en lo que respecta a O_2 donde H_1 es 31.40 y H_0 es 8.81 siendo mayor H_1 .
3. La composición de los efluentes de las fábricas de harina y aceite de pescado representado por el DBO_5 antes de ingresar al sistema de bombeo del emisor submarino son contaminantes al aceptarse la hipótesis H_1 y rechazar la hipótesis H_0 , la H_1 es 1.06 y H_0 es 8.72.
4. El resultado del análisis de los efluentes tratado y transportado por el emisor submarino representado por el DBO_5 , diluido en el cuerpo receptor de agua de mar no causan contaminación al aceptarse el H_0 es 8.81 y rechazarse la hipótesis H_1 es 1.88
5. Al concentrarse los residuos de las fábricas de harina y aceite de pescado y mezclarlo con agua para ser transportado por el emisor submarino, este al final de la descarga se encuentra a 27 metros de profundidad con toberas que diluyen los sólidos en la columna de agua llegando a la superficie y no son contaminantes.

V. RECOMENDACIONES

1. Las fábricas de harina y aceite de pescado deben procesar solo pescado en buenas condiciones, el pescado descompuesto origina mayor cantidad de sólidos por consiguiente una disminución de O_2 y un aumento de la DBO_5 .
2. El concentrado sobrante en cada producción debe conservarse con agua de mar refrigerado (RSW) para evitar su descomposición y obstruir las toberas en el lugar de descarga del emisor submarino.
3. Debe colocarse filtro antes del ingreso de los vertidos al emisor submarino con la finalidad de evitar obstrucciones.
4. Durante el barrido de los sólidos esparcidos en la fábrica de deben recogerse y llevarlo a los vertederos de sólidos y no arrojarlo al emisor submarino.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] Ambrosio, M (2017). Procesamiento pesquero, disposición de residuos e impacto ambiental. Magister en Ingeniería Sanitaria y Ambiental. Costa Atlántica de Mar del Plata – Argentina.
- [2] Guerra, B. (2014). Evaluación de la eficiencia en la recuperación de grasas y solidos suspendidos del agua de bombeo, en la producción de harina y aceite de pescado en tres periodos de producción. Perú.
- [3] Paredes (2014). Producción más limpia y el manejo de efluentes en plantas de harina y aceite de pescado. Perú
- [4] Pizarro et al (2001). Tratamiento de efluentes líquidos en la industria de harina de pescado. Perú.
- [5] Muñoz, J. (1996). Contaminación de la Bahía de Paracas – Pisco y su impacto ambiental (Tesis). Perú.
- [6] Chauca, Z. (2018). Caracterización de los eventos de aguas blancas frente a Pisco y Chincha. Perú.
- [7] Morón, A. (2006). Contaminación orgánica en la zona de amortiguamiento de la Reserva Nacional de Paracas
- [8] PRODUCE (2009). Agua de mar empleada en la descarga en función del tipo de bombeo empleado.
- [9] Parint et al (1979), citados por Del Valle y Aguilera (1990).
- [10] Castro (2004), citado por Coronado (2018). El tratamiento del agua de cola para la recuperación de sólidos y aceite de pescado (CONAM 1998).
- [11] APROPISCO (2008). Vertidos tratado y minimizando el impacto en el mar, Reserva Nacional de Paracas (RNP). Perú.
- [12] Echevarría (2007), citado por Pérez, M. (2019) Modificaciones de las características físico químicas del agua de mar. Perú.
- [13] Álvarez (2001). Alteraciones en el ecosistema marino, citado por PRODUCE (2009) y Pérez, M. (2019). Perú.
- [14] Hipótesis 2024, el texto está disponible bajo la licencia Creative Commons Attribution compartirigual (4.0).
- [15] Investigacion_https://es_wikipedia.org>wiki>investigación, recuperado el 15 de Julio 2024
- [16] ANOVA (2020). Instituto Valencia de investigaciones agrarias (IVIA, https://IVIA.GVA.es).pdf

ANEXO*

Tabla 42 Matriz de consistencia

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Indicador
<p>Problema General</p> <p>Existe contaminación orgánica en zona de amortiguamiento de la Reserva Nacional de Paracas por efluentes de las fábricas de harina y aceite de pescado vertidos por el emisor submarino.</p>	<p>Objetivo general</p> <p>Determinar la contaminación orgánica en la zona de amortiguamiento de la Reserva Nacional de Paracas por efluentes de las fábricas de harina y aceite de pescado vertidos por el emisor submarino.</p>	<p>Hipótesis general</p> <p>Los efluentes de las fábricas de harina y aceite de pescado representados por el DBO5 y vertidos por el emisor submarino no causan contaminación orgánica en la zona de amortiguamiento de la Reserva Nacional de Paracas.</p>	<p>Independiente (X)</p> <p>Efluentes de las fábricas de harina y aceite de pescado vertidos por el emisor submarino.</p>	<p>Indicadores (X)</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Solidos suspendidos totales (SST) ✓ DBO5 ✓ Aceite y grasas ✓ pH
<p>Problema específico 1</p> <p>¿La composición de los efluentes de las fábricas de harina y aceite de pescado antes de ingresar al sistema de bombeo del emisor submarino son contaminantes?</p>	<p>Objetivo específico 1</p> <p>Determinar la composición de los efluentes de las fábricas de harina y aceite de pescado antes de ingresar a sistema de bombeo del emisor submarino, son contaminantes</p>	<p>Hipótesis específica 1</p> <p>La composición de los efluentes de las fábricas de harina y aceite de pescado representados por el DBO5, antes de ingresar al sistema de bombeo del emisor submarino son contaminantes.</p>	<p>Dependiente (Y)</p> <p>Contaminación orgánica en la zona de amortiguamiento de la Reserva Nacional de Paracas (RNP).</p>	<p>Indicadores (Y)</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Solidos suspendidos totales (SST) ✓ O2 ✓ DBO5 ✓ Aceite y grasas ✓ pH

<p style="text-align: center;">Problema específico 2</p> <p>¿Los efluentes tratados y transportados por el emisor submarino, diluidos en el cuerpo receptor causan contaminación orgánica?</p>	<p style="text-align: center;">Objetivo específico 2</p> <p>Determinar si los efluentes tratados y transportados por el emisor submarino, diluido en el cuerpo receptor (agua de mar), causan contaminación orgánica.</p>	<p style="text-align: center;">Hipótesis específica 1</p> <p>Los efluentes tratados y transportados por el emisor submarino representado por el DBO5, diluido en el cuerpo receptor del agua de mar causan contaminación orgánica.</p>		
---	--	---	--	--