

Universidad Nacional
Federico Villarreal

Vicerrectorado de
INVESTIGACION

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO

**“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DE MAR EN LA PLAYA CANTOLAO
– SECTOR ESPIGÓN DEL ABTAO EN LA BAHÍA DEL CALLAO”**

TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL

AUTORA

LUZANGELA SÁNCHEZ AQUIJE

ASESOR

DR. JHON WALTER GOMEZ LORA

JURADO

DR. CESAR JORGE ARGUEDAS MADRID

MG. BENIGNO PAULO GOMEZ ESCRIBA

MG. ROGELIA GUILLEN LEON

ING. DANTE PEDRO SANCHEZ CARRERA

LIMA - PERU

2019

DEDICATORIA

Dedicada a las mujeres más importantes de mi vida, mi mamá Vilma y mi abuelita Zelmira, por el amor tan grande que me brindaron siempre y que desde el cielo me brindan las fuerzas necesarias para continuar en este camino. A mi papá, Jorge S. Azabache por acompañarme en cada paso que doy y quien gracias a su esfuerzo hizo posible que este alcanzado mis objetivos. A mis hermanos, Jhenyfer y Jorge que sin ellos no podría ver la vida de la manera más hermosa que puede existir, sin ellos nada hubiera sido posible. Y como no mencionar a mi tía María Vargas Llerena, quien es mi segunda madre. Los amo con todo el corazón.

Bach. Luzangela Sánchez Aquije

AGRADECIMIENTO

Agradezco primero a Dios, por darme la fortaleza para seguir adelante y mostrarme que con humildad, esfuerzo, paciencia y sabiduría logré este gran triunfo, que significa mucho para mí.

A mi querida Alma Mater, la Universidad Nacional Federico Villarreal, por brindarme los conocimientos necesarios para desarrollarme como una profesional en Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ingeniería Geográfica, Ambiental y Ecoturismo – FIGAE.

A mi asesor, el Dr. Walter Gómez Lora por brindarme su confianza y paciencia, y sobre todo su apoyo incondicional durante la elaboración de la investigación.

Al Dr. Edwin Jaime Galarza Zapata, al Dr. Noe Sabino Zamora Talaverano, al Ing. Benigno Paulo Gómez Escriba y a la Mg. Rogelia Guillen León, quienes fueron mis profesores informantes, agradecerles por sus valiosos comentarios y siempre buena disposición y al Laboratorio de Aguas y Suelos de la FIGAE, en lo personal al Ing. Omar Vásquez Aranda, quien me brindó su apoyo asesorándome con los ensayos de laboratorio.

A mi Mamá, que desde el cielo está celebrando conmigo este gran triunfo, a mi Papá, por ser mi fuerza y apoyo incondicional, y mis hermanos, que son lo que más amo.

A mi tía María Vargas Llerena, que es mi segunda mamá, asimismo a mi tío Víctor Vargas Llerena, y a mi Chiqui, gracias por todo su apoyo incondicional, sin ustedes nada hubiera sido lo mismo, los amo.

A AJ22, por todos los permisos y por ser mi motivo a obtener mi título profesional, y sobre todo por ser la única persona que tiene la capacidad de hacerme renegar y a mis mejores amigas, gracias por siempre estar conmigo y apoyarme moralmente a seguir adelante, gracias por su amistad sincera, las amo.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. DESCRIPCIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	2
1.1.1. Descripción del problema	2
1.1.2. Formulación del problema	4
1.2. ANTECEDENTES	5
1.2.1. Internacional	5
1.2.2. Nacional	7
1.3. OBJETIVOS	10
1.3.1. Objetivo general.....	10
1.3.2. Objetivos específicos	10
1.4. JUSTIFICACIÓN	11
1.5. IMPORTANCIA.....	12
1.6. HIPÓTESIS	12
II. MARCO TEÓRICO	13
2.1. BASES TEÓRICAS	13
2.1.1. Agua.....	13
2.1.2. Bahía	14
2.1.3. Calidad del Agua.....	15
2.1.4. Contaminación del Medio Acuático	17
2.1.5. Cuerpo Receptor	18
2.1.6. Estándar de Calidad Ambiental	18
2.1.7. Fuente de Contaminación	20
2.1.8. Medida de Mitigación.....	21
2.1.9. Monitoreo de la Calidad del Agua.....	22
2.1.10. Parámetros de Calidad	25
2.1.11. Vertimiento	25
2.2. MARCO LEGAL.....	26

III. MÉTODOS	45
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	45
3.2. ÁMBITO TEMPORAL Y ESPACIAL	45
3.2.1. Ubicación y localización.....	45
3.2.2. Ubicación Política.....	46
3.2.3. Límites	46
3.2.4. Oceanografía costera de las aguas costeras del Callao	46
3.2.5. Caracterización ambiental costera	47
3.2.6. Uso actual del mar y de las playas de la Bahía del Callao.....	52
3.3. VARIABLES	52
3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA	54
3.4.1. Universo	54
3.4.2. Muestra	54
3.4.3. Unidad de análisis	54
3.5. INSTRUMENTOS	55
3.5.1. Material Bibliográfico.....	55
3.5.2. Material cartográfico.....	56
3.5.3. Equipos	56
3.5.4. Reactivos.....	57
3.6. PROCEDIMIENTOS	58
3.6.1 Procedimientos.....	58
3.6.2 Técnicas	60
3.7. ANÁLISIS DE DATOS	62
IV. RESULTADOS	66
4.1. DIAGNOSTICO SITUACIONAL DE LA CALIDAD DEL AGUA DE MAR	66
4.1.1. Normativa de comparación	66
4.1.2. Análisis de los parámetros físico – químicos del agua	68
4.2. IDENTIFICACIÓN DE LAS FUENTES DE CONTAMINACIÓN	74
4.3. PROPUESTA DE RECUPERACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	75
4.3.1. Situación actual del área	76
4.3.2. Impactos ocasionados	76
4.3.3. Estrategias de recuperación.....	77

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	89
VI. CONCLUSIONES	93
6.1.CONCLUSIÓN GENERAL.....	93
6.2.CONCLUSIONES ESPECÍFICAS	93
VII. RECOMENDACIONES	98
VIII. REFERENCIAS	101
IX. ANEXOS	105

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. El Agua: Es un disolvente universal	13
Figura 2. Factores que afectan la calidad del agua	15
Figura 3. Calidad de agua de acuerdo a su uso	16
Figura 4. Proceso de contaminación de las bahías.....	17
Figura 5. Estándar de Calidad Ambiental	18
Figura 6. Tipo de fuentes de contaminación	20
Figura 7. Medida de mitigación	21
Figura 8. Monitoreo ambiental	22
Figura 9. Componentes del monitoreo de la calidad del agua	24
Figura 10. Clasificación de los Parámetros de Calidad del Agua.....	25
Figura 11. Procedimiento metodológico.....	59
Figura 12. Fuentes de contaminación	74
Figura 13. Estrategias de recuperación	77

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Normativa nacional.....	26
Tabla 2. Participación del Perú en acuerdos internacionales.....	42
Tabla 3. Límites del área de estudio	46
Tabla 4. Operacionalización de Variables	53
Tabla 5. Estándar de calidad del agua.....	67
Tabla 6. Resultado de pH.....	68
Tabla 7. Resultado de oxígeno disuelto	69
Tabla 8. Resultado de aceites de y grasas	70
Tabla 9. Resultado de solidos suspendidos totales	71
Tabla 10. Resultado de DBO ₅	72
Tabla 11. Resultado de hidrocarburo total de petróleo	73
Tabla 12. Impactos ambientales ocasionados	77
Tabla 13. Estrategia N° 1	79
Tabla 14. Estrategia N° 2	81
Tabla 15. Estrategia N° 3	84
Tabla 16. Estrategia N° 4	86
Tabla 17. Estrategia N° 5	87

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Grafico 1. Resultado de pH.....	68
Grafico 2. Resultado de oxígeno disuelto.....	69
Grafico 3. Resultado de aceites y grasas.....	70
Grafico 4. Resultado de solidos suspendidos totales.....	71
Grafico 5. Resultado de la demanda bioquímica.....	72
Grafico 6. Resultado de hidrocarburos totales de petróleo.....	74

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Registro fotográfico en el área.....	105
Anexo 2. Trabajo de campo.....	106
Anexo 3. Análisis de laboratorio.....	110
Anexo 4. Fichas técnicas.....	118
Anexo 5. Informe de calibración del equipo multiparametro.....	122

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo general evaluar la calidad de agua de mar en la playa Cantolao – sector espigón del Abtao en la bahía del Callao; siendo los objetivos específicos realizar el diagnóstico situacional de la calidad de agua de mar en la zona de estudio, identificar las fuentes de contaminación que estén impactando en la zona de estudio y formular propuestas técnicas para el manejo y mitigación de las fuentes de contaminación.

La metodología consistió en realizar la revisión y recopilación de información; el trabajo de campo donde se realizó la toma de las muestras en cuerpos receptores de agua en las CUATRO (4) estaciones de monitoreo, empleando equipos, métodos y técnicas aprobadas por la Autoridad Nacional del Agua (ANA), así como también por el Ministerio del Ambiente (MINAM); y el análisis de las muestras realizado en el Laboratorio de Aguas y Suelos de la FIGAE, para la elaboración del informe final.

Los resultados fueron comparados con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para agua, establecidos por el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, considerando la Categoría 4 - “Conservación del ambiente acuático”, Sub Categoría E3: Ecosistemas Marino Costeros.

Las conclusiones señalan que el diagnóstico situacional de la calidad del agua de mar, permitió determinar que existe contaminación en el área de estudio, lo que indica que la contaminación es significativa y representa peligro para la conservación del ambiente acuático.

PALABRAS CLAVE: Bahía del Callao, Calidad del Agua, Conservación del Ambiente acuático.

ABSTRACT

The general objective of this research is to evaluate the quality of sea water at Cantolao beach - Segre del Abtao sector in Callao Bay; The specific objectives are to perform the situational diagnosis of the quality of seawater in the study area, identify the sources of contamination that are impacting the study area and formulate technical proposals for the management and mitigation of sources of contamination.

The methodology consisted in carrying out the review and collection of information; the fieldwork where the samples were taken in bodies receiving water in the FOUR (4) monitoring stations, using equipment, methods and techniques approved by the National Water Authority (ANA), as well as by the Ministry of the Environment (MINAM); and the analysis of the samples made in the Water and Soil Laboratory of the FIGAE, for the preparation of the final report.

The results were compared with the National Environmental Quality Standards for water, established by Supreme Decree N ° 004-2017-MINAM, considering Category 4 - "Conservation of the aquatic environment", Sub Category E3: Coastal Marine Ecosystems.

The conclusions indicate that the situational diagnosis of the quality of the seawater, allowed to determine that there is contamination in the study area, which indicates that the contamination is significant and represents danger for the conservation of the aquatic environment.

KEYWORDS: Callao Bay, Water Quality, Conservation of the Aquatic Environment.

I. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de tesis, tiene como materia de investigación el problema de contaminación de la calidad del agua de mar en la playa Cantolao - sector espigón del Abtao, ubicado en la bahía del Callao, debido a que en esta zona se evidencia tránsito comercial, debido a que en sus franjas costeras se encuentra el Primer Puerto del Perú.

Asimismo, en la zona de estudio se concentra la mayor actividad comercial, industrial y doméstica de toda la costa del Perú, debido a que se ubica frente a la provincia del Callao, lugar donde se han agrupado diversas actividades como son zonas de fondeo para embarcaciones dedicadas a la pesca artesanal, pesca industrial, transporte de carga, transporte de pasajeros y embarcaciones de recreo; zonas y canales de tránsito para embarcaciones de gran porte que ingresan y salen del país llevando consigo el mayor volumen de carga comercial que se transporta desde y hacia el Puerto del Callao, como principal puerto del Perú.

Finalmente, todas estas actividades han contribuido en mayor o menor medida a contaminar la calidad del agua de la zona de estudio, lo cual constituye un indicador del deterioro que está ocurriendo en la zona, generada por los desechos vertidos por los diferentes tipos de efluentes contaminantes, en suma, la bahía del Callao, presenta una zona costera sometida a una fuerte y creciente presión humana que se expresa en una deficiente calidad ambiental, que sin duda impacta directa e indirectamente sobre el medio ambiente y la salud de la población; por tal motivo, el presente trabajo tiene como objetivo principal determinar y evaluar la calidad del agua de mar del área de estudio el cual comprende la playa Cantolao - sector espigón del Abtao, ubicado en la bahía del Callao.

1.1. DESCRIPCIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.1.1. Descripción del problema

La preocupación por la contaminación marina continúa avanzando a nivel mundial y tiene como resultado el permanente deterioro de los ecosistemas de las costas y de los mares, siendo el 80% de la contaminación de los mares originada por fuentes terrestres, principalmente industriales, agrícolas y urbanas.

En el Perú, el Instituto del Mar Peruano – IMARPE, viene realizando desde el año 1978, estudios de monitoreo de la calidad de los parámetros físicos y químicos del ambiente marino a lo largo de la costa peruana, los cuales son analizados con el fin de identificar áreas con diversos grados de contaminación, estableciendo que la contaminación marina es muy compleja y que produce daños al ecosistema, siendo sus fuentes de contaminación más importantes, las descargas industriales y domésticas.

Instituto del Mar del Perú (1978), especifica que en el litoral de las aguas del mar del Callao, se vierten descargas de contaminantes procedentes de las embarcaciones y de las actividades económicas que se ejecutan en su cercanía, los cuales presentan un alto contenido de contaminación por residuos líquidos, por los colectores con altos volúmenes de carga microbiana y por las alteraciones en los procesos dinámicos que retrasan o disminuyen las posibilidades de recuperación natural del ambiente marino costero, los cuales conllevarían a establecer los efectos que esta contaminación generan para la vida acuática y el posible riesgo a la salud humana.

Según (Arriaga Mosquera, 1976) y (Malnati Fano, 1976) , identifican al Callao como un área de mayor contaminación a lo largo del litoral peruano siendo su principal fuente de contaminación las actividades de puerto, los desagües industriales y las descargas del Río Rímac.

En tal sentido, se establece que la Bahía del Callao, es importante debido a la biodiversidad que presenta, y el rol significativo que se desarrollan en las actividades de pesca y turismo; sin embargo, la ausencia de investigaciones y estudios sobre contaminación marina han puesto en evidencia la poca atención al problema de contaminación de sus aguas costeras, las cuales ocasionan un fuerte impacto en el ambiente receptor, que es el mar; debiendo precisar, que en esta zona se encuentra el Primer Puerto del Perú, la misma que genera un intenso tráfico naviero.

Por lo tanto, la playa Cantolao – sector espigón del Abtao en la Bahía del Callao, requiere la evaluación del estado de la calidad del agua de mar, el cual se basa en identificar sus fuentes de contaminación, mediante el análisis de los parámetros físicos, químicos y biológicos de las muestras de agua, a fin de proponer técnicas para el manejo y mitigación que sirvan como alternativas de solución para mejorar la calidad del agua de mar, las cuales lleven a recuperar ambientalmente la Bahía del Callao.

1.1.2. Formulación del problema

a) Problema general

¿Cómo contribuir a mejorar el estado de la calidad del agua de mar en la playa Cantolao – sector espigón del Abtao en la Bahía del Callao?

b) Problema específico

- ¿De qué manera el diagnóstico de la calidad de agua permitirá determinar las concentraciones de la calidad del agua de mar en la playa Cantolao – sector espigón del Abtao en la Bahía del Callao?
- ¿De qué manera se puede identificar las fuentes de contaminación en la playa Cantolao – sector espigón del Abtao en la Bahía del Callao?
- ¿De qué manera se puede contribuir a mitigar la contaminación en la playa Cantolao – sector espigón del Abtao en la Bahía del Callao?

1.2. ANTECEDENTES

En relación a la revisión realizada a los estudios, tesis y trabajos de investigación relacionada a la evaluación de la calidad de agua de mar, se determinó lo siguiente:

1.2.1. Internacional

Programa de las Naciones Unidas (1999), a través del Programa de mares regionales, participa en la protección de los mares y de los océanos, promoviendo el uso responsable de los recursos marinos desde la perspectiva medioambiental; del mismo modo, la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), a través de la Comisión Oceanográfica Intergubernamental, coordina programas de investigación marina, sistemas de observación, la disminución de los riesgos y la gestión adecuada de las áreas costeras y marítimas.

Bueno Zamora, J. (1978) en su tesis titulada la “*Evaluación de la Calidad del Agua en la Bahía de Acapulco*” de la Universidad Autónoma de Nuevo León de México; tuvo como objetivo realizar la evaluación de los parámetros que regulan la calidad del agua, a fin de evaluar el impacto que causan las descargas en el agua de la bahía de Acapulco, empleando una metodología de la división de zonas para el respectivo muestreo; concluyendo que todas las descargas presentan problemas para la calidad del agua de mar de la bahía, debido a que las descargas transportan organismos que pueden ser nocivos para la salud, por lo que recomienda que en las áreas costeras de la bahía se instalen depósitos para los aceites de las máquinas de las embarcaciones, pues son vertidos al agua de la bahía, ocasionando problemas ecológicos en la biodiversidad.

Silva Cázares, N. (2011), en su tesis titulada “*Estudio Comparativo de la Calidad del Agua de Mar en las Playas de Acapulco*” del Instituto Politécnico Nacional de México; realizó una evaluación a la calidad del agua de mar a través de los indicadores de contaminación microbiológicos, fisicoquímicos, metales y plaguicidas en algunas playas de Acapulco, concluyendo que los parámetros fisicoquímicos y de metales analizados, se encontraron dentro de los límites máximos permitidos, y que la contaminación principal de las playas estudiadas es de tipo microbiológicos.

Hernandez Villafuerte, C. (2012), en su tesis titulada “*Calidad de agua de la Bahía de Santo Tomás de Castilla, departamento de Izabal, Guatemala*” de la Universidad de San Carlos de Guatemala; donde realizó la evaluación de la calidad del agua determinando las características físicas y químicas del agua y estableció la fuente de mayor contaminación en la bahía, concluyendo que a través del análisis, los parámetros nitritos, nitratos, amonio, fosfatos y fósforo total, excedieron los valores ideales para la vida acuática, del mismo modo, el estudio de E. coli detectó la presencia de contaminación fecal, lo que lleva a la conclusión que el agua de la bahía es afectada por depósitos de aguas residuales, siendo esta la mayor fuente de contaminación de la Bahía Santo Tomás de Castilla.

1.2.2. Nacional.

Instituto del Mar del Perú (1978), publica el Informe N° 62, bajo el título de *“Contaminación en el Puerto del Callao”*, siendo Guillen y Aquino, quienes realizan estudios preliminares sobre las causas y efectos de la Contaminación en el puerto del Callao, donde determina que la contaminación marina en , y esta zona es compleja debido a los daños que ocasiona a la biodiversidad, identificando que las principales fuentes de contaminación detectadas en el Puerto del Callao son los desechos industriales, los derrames de petróleo por los buques y las actividades del puerto.

Instituto del Mar del Perú (1980), publica el Informe N° 77, sobre *“Contaminación Marina en el Perú”*, donde se determina que uno de los principales lugares potenciales de contaminación marina es la Bahía del Callao, siendo el puerto del Callao uno de los principales lugares potenciales de contaminación marina por operaciones de carga y descarga de petróleo.

Scarzi Guzman, J. (2001), en su tesis titulada *“La Contaminación en la Rada Interior del Callao y la Alternativa de Solución”* de la Universidad Nacional Federico Villarreal; determina el grado de contaminación que existe en la Rada del Callao, concluyendo que la contaminación que afecta la rada interior se produce por agentes de residuos oleosos, residuos sólidos y la concentración elevada de metales en los sedimentos superficiales y los elevados elementos tóxicos, proponiendo un convenio con el Instituto del Mar del Perú (IMARPE) y la Base Naval para realizar la medición de los parámetros físicos, químicos biológicos y toxicológicos de las aguas de la Rada Interior del Callao.

Cabrera Carranza, C. (2002), en su tesis titulada *“Estudio de la Contaminación de las Aguas Costeras en la Bahía de Chancay: Propuesta de Recuperación”*, de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos; donde analizó la magnitud y el impacto de la contaminación en la bahía de Chancay, y la identificación de las fuentes de contaminación, evaluando el impacto causado por la contaminación de la industria de harina de pescado, concluyendo que el impacto de los contaminantes orgánicos en las aguas costeras de la bahía de Chancay resultan siendo nocivas para el ecosistema marino.

Castillo Alcántara, R. (2006), en su tesis titulada de *“Gestión Ambiental para la Recuperación de la Bahía de Paracas en el Ámbito Marino”* de la Universidad Nacional Federico Villarreal; donde se evaluó la contaminación causada por la industria de harina de pescado, concluyendo con una Propuesta Estratégica de Gestión Ambiental para la recuperación y rehabilitación de la Bahía de Paracas.

Cerna Rubio, F. (2012), en su tesis titulada *“Contaminación de la Bahía El Ferrol con Aguas Residuales Domésticas y Propuesta de Gestión Ambiental”* de la Universidad Nacional de Trujillo; donde analiza el nivel de contaminación de la bahía “El Ferrol”, debido a la influencia de las descargas de aguas residuales domésticas, generadas por la población de Chimbote, concluyendo en implementar un plan de gestión ambiental, para un mejor comportamiento con el medio ambiente.

Dirección de Hidrografía y Navegación (2013), publica su Norma técnica para el procedimiento de muestreo y análisis de agua de mar y sedimento marino, donde tiene como objetivo realizar estudios de monitoreo de los principales parámetros físicos – químicos en agua de mar, con el fin de analizar los resultados de los datos en trabajos de campo.

Bocanegra Delgado, S. (2015), en su tesis titulada “*Calidad de agua para uso agrícola y conservación de recursos en la Cuenca Baja del Río Moche*” de la Universidad Nacional de Trujillo; se evaluó el estado actual de la calidad del agua de la cuenca baja del río Moche, concluyendo que los parámetros físicos-químicos fueron evaluados y comparados con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para agua, concluyendo que el agua está contaminada por lo cual debería recibir un tratamiento para conservar la calidad del agua.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

Evaluar la Calidad del Agua de Mar en la playa Cantolao – sector espigón del Abtao en la Bahía del Callao, de acuerdo al Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales para contribuir a mejorar la calidad del agua del sector del área de estudio.

1.3.2. Objetivos específicos

- a) Realizar el diagnóstico situacional de la calidad del agua en la playa Cantolao –sector espigón del Abtao en la Bahía del Callao, con la finalidad de analizar en un laboratorio los parámetros físicos, químicos y orgánicos.
- b) Identificar las fuentes de contaminación a partir del análisis físico, químico y orgánico que estén impactando en la playa Cantolao – sector espigón del Abtao en la Bahía del Callao.
- c) Formular propuestas técnicas mediante la elaboración de un plan de recuperación para el manejo y mitigación de las fuentes de contaminación en el área de estudio, con la finalidad de contribuir a mejorar la calidad del agua de mar en la playa Cantolao – sector espigón del Abtao en la Bahía del Callao.

1.4. JUSTIFICACIÓN

Se decidió elaborar la “Evaluación de la Calidad del Agua de Mar en la playa Cantolao – sector espigón del Abtao en la Bahía del Callao”, ya que resulta necesario por ser una zona de mucho tránsito comercial, debido a que en sus franjas costeras se encuentra el Primer Puerto del Perú y sobre todo por el aumento progresivo de la contaminación del mar, la cual inevitablemente se incrementa día a día, en consecuencia, al aumento de la población y al desarrollo industrial principalmente.

Según el Instituto del Mar del Perú (1980), determina que la contaminación del agua de mar en la zona de la bahía del Callao, pone en peligro a la salud pública de la población, y complica y encarece el abastecimiento de agua a las poblaciones y a las industrias, perjudicando a las principales actividades de la zona como son la pesca, la agricultura, el deporte y deteriora el valor estético de las playas.

En este sentido, la “Evaluación de la Calidad del Agua de Mar en la playa Cantolao – sector espigón del Abtao en la Bahía del Callao”, constituye una estrategia que pretende desarrollar medidas de mitigación para la mejora de la calidad del agua de mar por parte de las autoridades del sector público, con el objetivo de lograr la protección y conservación de la Bahía del Callao, como una acción preventiva y contribuyente al desarrollo sostenible.

Asimismo, no existe ningún estudio o plan que establezca la recuperación de la Bahía del Callao, por lo que es necesaria la Evaluación de la Calidad del Agua de Mar en la playa Cantolao – sector espigón del Abtao en la Bahía del Callao”.

1.5. IMPORTANCIA

La importancia del presente tema de investigación, es que pretende dar a conocer las condiciones actuales de la calidad del agua de mar debido a las actividades que se realizan en la zona de estudio, así como de los resultados obtenidos, donde prevalezca la importancia del ámbito acuático y los recursos naturales.

Es así, que los resultados de esta investigación, son de vital importancia para la población, debido a que en esta zona se realizan actividades recreativas y de pesca; asimismo, para el Estado, porque servirá como un instrumento técnico para las autoridades competentes en el sector marítimo como son el Instituto del Mar Peruano (IMARPE) y la Dirección General de Capitanías y Guardacostas (DICAPI), debido a que contribuirá a desarrollar medidas de mitigación para mejorar la calidad del agua de mar en la playa Cantolao – sector espigón del Abtao en la Bahía del Callao, a fin de prevenir o reducir la contaminación del agua de mar, y a su vez poder proponer técnicas para el manejo y mitigación, para mejorar la calidad del agua de mar en la zona de estudio en cumplimiento a la normativa vigente nacional.

1.6. HIPÓTESIS

La Evaluación de la Calidad del Agua de Mar en la playa Cantolao – sector espigón del Abtao en la Bahía del Callao contribuirá a mejorar la calidad del agua del sector del área de estudio.

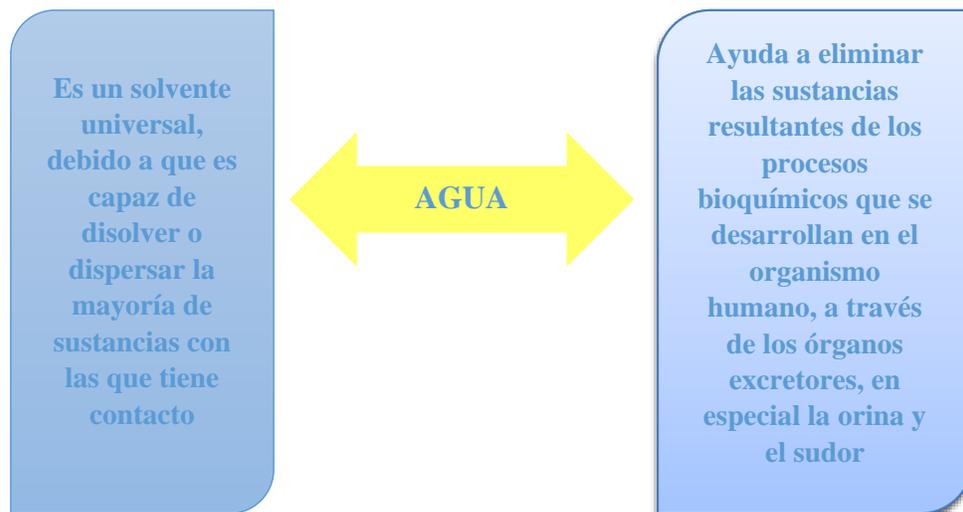
II. MARCO TEÓRICO

2.1. BASES TEÓRICAS

2.1.1. Agua

Barrenechea Martel, A. (2014), determina que el agua es el constituyente más importante del organismo humano y del mundo en el que vivimos, debido a que presenta una gran influencia en los procesos bioquímicos que ocurren en la naturaleza y esta influencia no solo se debe a sus propiedades fisicoquímicas como molécula bipolar sino también a los constituyentes orgánicos e inorgánicos que se encuentran en ella. Ver Figura 1.

Figura 1. El Agua: Es un disolvente universal



Fuente: Adaptado del Tomo I, Organización Panamericana de la Salud

Autoridad Nacional del Agua (2009), define al agua como un recurso natural renovable, indispensable para la vida, vulnerable y estratégico para el desarrollo sostenible, el mantenimiento de los sistemas y ciclos naturales que la sustentan, y la seguridad de la Nación.

2.1.2. Bahía

La Enciclopedia Española, define a la bahía como una proporción de mar entre dos tierras, en donde las naves pueden anclar con seguridad.

Ministerio del Ambiente (2016), define en sus lineamientos a la bahía, como toda escotadura bien determinada cuya penetración tierra adentro, en relación con la anchura de su boca, es tal que contiene aguas cercadas por la costa y constituye algo más que una simple inflexión de esta; sin embargo, la escotadura no se considerara una bahía si su superficie no es igual o superior a la de un semicírculo que tenga por diámetro la boca de dicha escotadura.

Importancia de una bahía

Angelier, E. (2002), determina que la estructura física de las Bahías son utilizadas comúnmente para atracaderos y puertos, generando importancia económica y social para las comunidades aledañas, ya que el transporte marítimo moviliza a gran parte del comercio mundial. Desde el punto de vista ambiental, es importante mencionar que la formación de puertos crea una barrera biológica, la cual ayuda al equilibrio de la dinámica oceánica.

Dirección General de Capitanías y Guardacostas (2014), describe a la bahía como una escotadura bien determinada cuya penetración tierra adentro, en relación con la anchura de su boca, es tal que contiene aguas cercadas por la costa y constituye algo más que una simple inflexión de esta.

2.1.3. Calidad del Agua

Weiner, E. (2000), determina que el término calidad del agua se relaciona con el uso del recurso. Esto quiere decir que una fuente de agua suficientemente limpia que permita la vida de los peces puede no ser apta para la natación y un agua útil para el consumo humano puede resultar inadecuada para la industria. Para decidir si un agua califica para un propósito particular, su calidad debe especificarse en función del uso que se le va a dar. Bajo estas consideraciones, se dice que un agua está contaminada cuando sufre cambios que afectan su uso real o potencial. Ver Figura 2.

Figura 2. Factores que afectan la calidad del agua

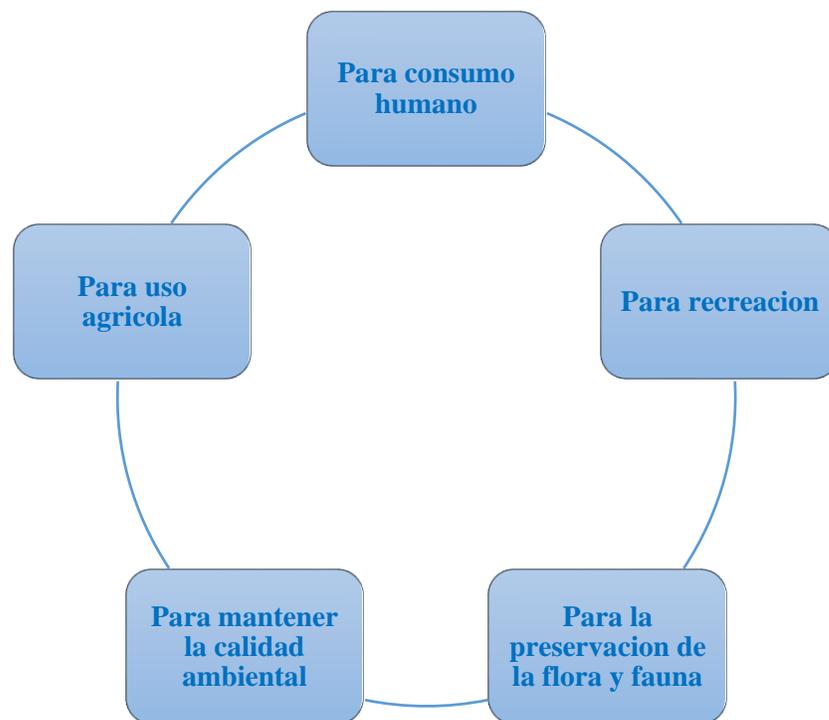


Fuente: Adaptado de Escuela Superior Politécnica del Litoral - Ecuador

Autoridad Nacional del Agua (2009), determina que la evaluación de la calidad del agua es un proceso de enfoque múltiple que estudia la naturaleza física, química y biológica del agua con relación a la calidad natural, efectos humanos y acuáticos relacionados con la salud.

Alvarado Velazco, K. (2012), define a la calidad de agua como un término relativo a la composición del agua en la medida en que esta es afectada por la concentración de sustancias ya sean tóxicas o producidas por procesos naturales; es así que la variación de las características físicas, químicas y biológicas de los cuerpos de agua, afecta la capacidad del agua para sustentar tanto a las comunidades humanas como la vida vegetal y animal; así como, su capacidad de uso diverso. Ver Figura 3.

Figura 3. Calidad de agua de acuerdo a su uso

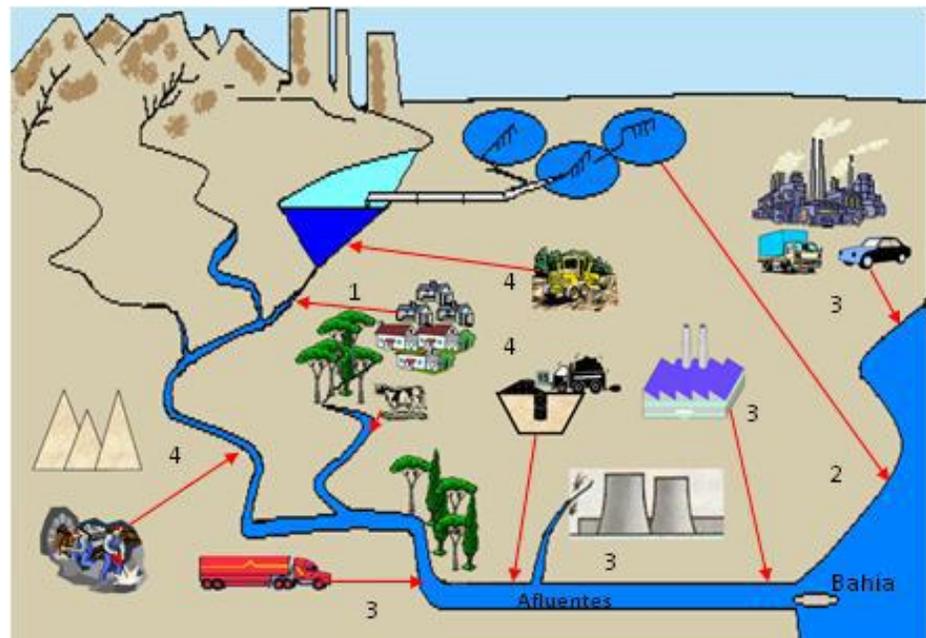


Fuente: Elaboración Propia

2.1.4. Contaminación del Medio Acuático

Dirección General de Capitanías y Guardacostas (2014), determina que la contaminación del medio acuático, es la introducción en el medio acuático de toda materia, sustancia o energía en cualquiera de sus estados físicos y formas, que produce efectos nocivos o peligrosos, tales como la destrucción o daños a los recursos vivos, a la vida acuática y/o a la zona costera; peligros para la salud humana; obstaculización de las actividades acuáticas, incluida la pesca y otros usos legítimos de las aguas; deterioro de la calidad del agua para su utilización y menoscabo del medio ambiente acuático y lugares de esparcimiento. Ver Figura 4.

Figura 4. Proceso de contaminación de las bahías



Fuente: (Hernandez Villafuerte, 2012)

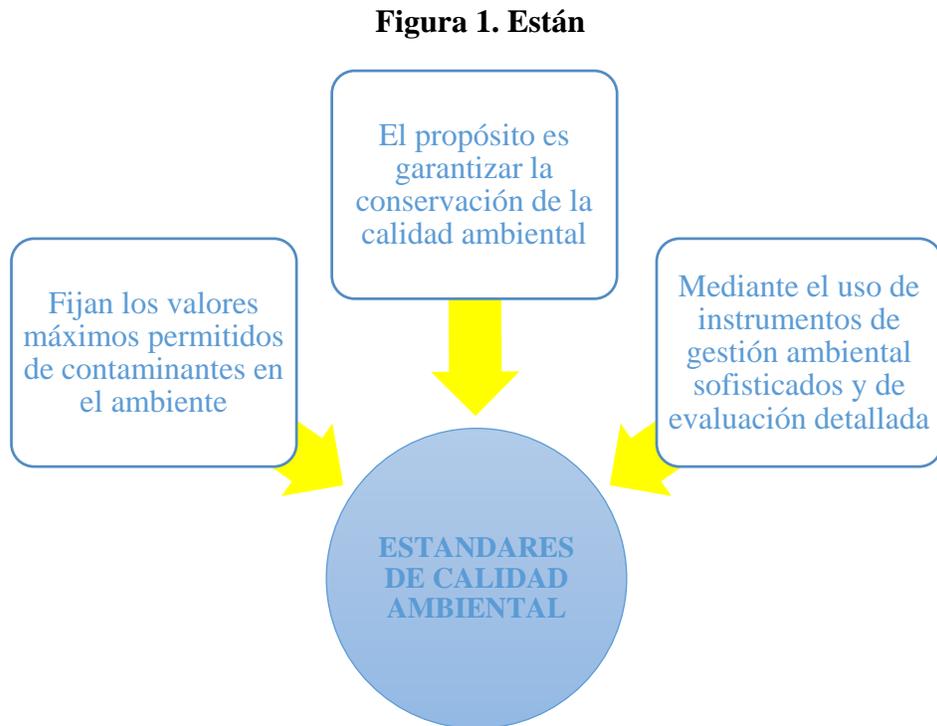
2.1.5. Cuerpo Receptor

Autoridad Nacional del Agua (2009), la define como aquellas aguas del país, marítimas, terrestres y atmosféricas del territorio y espacio nacional, que reciben los residuos líquidos o vertimientos de cierta actividad productiva.

2.1.6. Estándar de Calidad Ambiental

Ministerio del Ambiente (2005), define al Estándar Calidad Ambiental (ECA), como la medida de concentración de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo a la salud de las personas ni a su entorno. Ver Figura 5.

Figura 5. Estándar de Calidad Ambiental



Fuente: Adaptado del Ministerio del Ambiente

Los Estándares de Calidad Ambiental, sirven para proteger el ambiente y la salud de las personas en tanto establecen las medidas de concentración máxima de aquellos elementos o sustancias en un componente ambiental. Ello determina su importancia para el diseño de normas legales y políticas públicas, así como para el diseño y aplicación de instrumentos de gestión ambiental.

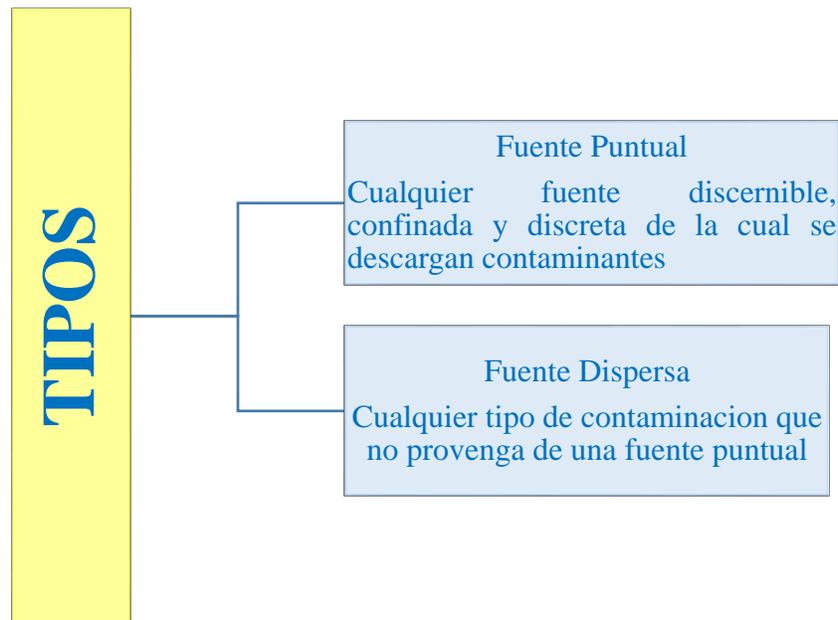
Asimismo, el Ministerio del Ambiente, define legalmente al Estándar de Calidad Ambiental como una medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente; de manera específica y conforme se señala líneas adelante, el ECA de agua es una unidad de medida para determinar el uso que puede darse a un cuerpo de agua en función a la calidad que presenta, ya sea por sus valores naturales o por la carga contaminante a la que pueda estar expuesta. Un ECA no es un valor de medición para una emisión o efluente. Así, en el caso de una autorización de vertimiento, esta autoriza el vertimiento de manera tal que no se exceda el ECA, que está predeterminado en función del uso del agua. Dicho de otra manera, los ECA para agua están orientados a proteger el ambiente y la salud y establecen objetivos de calidad que deben ser cumplidos por los diversos titulares de actividades económicas de diversos sectores, y contienen parámetros para determinar el uso que puede darse a un cuerpo de agua.

2.1.7. Fuente de Contaminación

Ministerio del Ambiente (2012), define a la fuente de contaminación como el lugar donde un contaminante es liberado al ambiente y pueden ser fuentes puntuales o fijas, así como fuentes dispersas o de área y también fuentes móviles.

Secretaria de Estado de Medio Ambiente (2003), define a una fuente contaminación como cualquier actividad o facilidad (estructura, edificio, embarcación) que pueda generar o esté generando descargas de contaminantes vertidos directa o indirectamente al medio ambiente. Las mismas que se dividen en puntuales y dispersas. Ver Figura 6.

Figura 6. Tipo de fuentes de contaminación



Fuente: Adaptado de la Norma Ambiental sobre Calidad del Agua y Control de Descargas (2003).

2.1.8. Medida de Mitigación

Ministerio del Ambiente (2012), determina que es la implementación o ejecución de cualquier política, estrategia, obra y/o acción tendiente a eliminar o minimizar los impactos adversos que pueden presentarse durante las etapas de ejecución de un proyecto y mejorar la calidad ambiental aprovechando las oportunidades existentes. Ver Figura 7.

Figura 7. Medida de mitigación



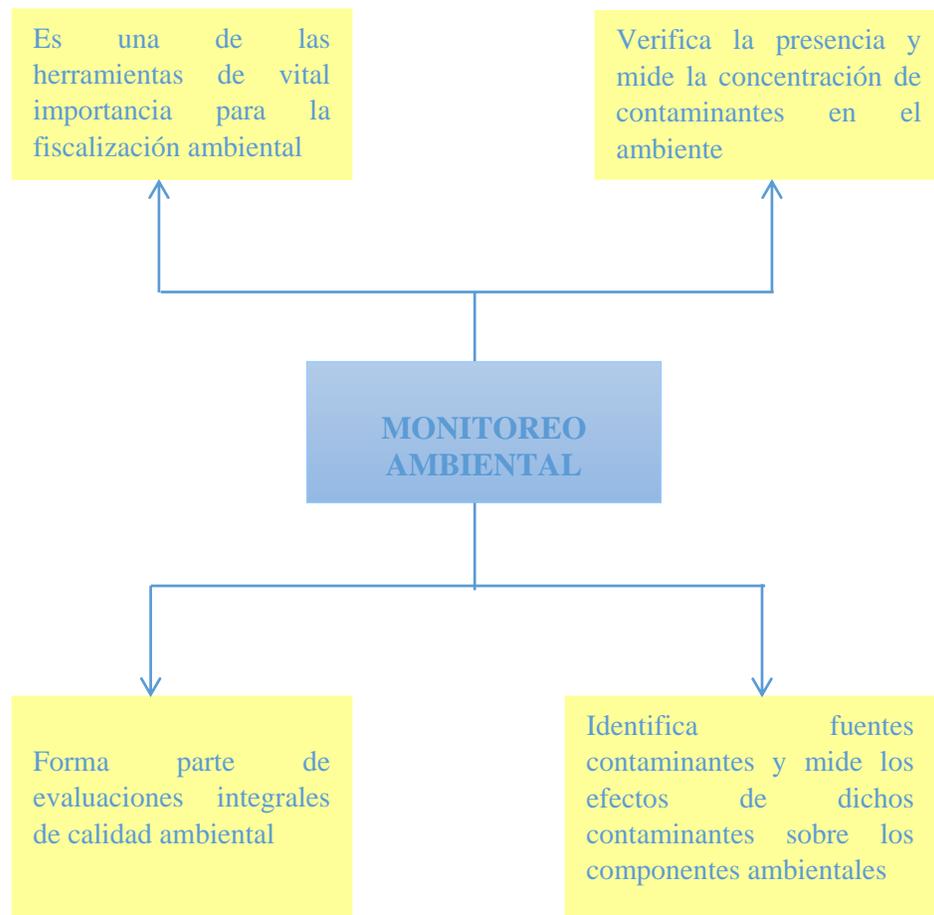
Fuente: Elaboración propia

Ministerio del Ambiente (2009), define la mitigación como las medidas o actividades orientadas a atenuar o minimizar los impactos negativos que un proyecto puede generar sobre el ambiente.

2.1.9. Monitoreo de la Calidad del Agua

Autoridad Nacional del Agua (2016), lo define como el proceso que permite obtener como resultado la medición de la calidad del agua con el objeto de realizar el seguimiento sobre la exposición de contaminantes a los usos del agua y el control de fuentes de contaminación. Ver Figura 8.

Figura 8. Monitoreo ambiental



Fuente: Adaptada del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

Para el monitoreo de la calidad ambiental del agua, se consideran los siguientes criterios sin ser excluyentes:

- Metodologías estandarizadas para la toma de muestras, acondicionamiento y su transporte para el análisis.
- Metodologías estandarizadas para la ubicación de las estaciones de monitoreo y características de su ejecución como, por ejemplo, su frecuencia.
- Metodologías de análisis de muestras o ensayos estandarizados internacionalmente realizados por laboratorios acreditados.
- Homologación de equipos para las mediciones de parámetros de lectura directa en Campo.

El Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (2015), define al Monitoreo Ambiental, como aquel que se realiza a efectos de medir la presencia y concentración de contaminantes en el ambiente, así como el estado de conservación de los recursos naturales; del mismo modo, esta actividad se efectúa en el marco de su función evaluadora, con el objetivo de buscar al responsable de la alteración ambiental identificada, brindando de esta forma el soporte para las acciones de supervisión, fiscalización y sanción ambiental, en tanto que permita conocer el nivel de afectación ambiental que puede ser atribuido a un potencial responsable.

Según Silva Cázares, N. (2011), define al monitoreo de la calidad de agua como la recopilación de información en lugares establecidos y de forma regular a fin de proporcionar los datos que pueden utilizados para definir las condiciones actuales y establecer tendencias.

Asimismo, la evaluación de la calidad del agua incluye el uso de monitoreo para definir el estado del agua y proporcionar la base para detectar tendencia y proporcionar la información que permita el establecimiento de relaciones de causa – efecto; determinando que los aspectos importantes de una evaluación son la interpretación y notificación de los resultados del monitoreo y la elaboración de recomendaciones para acciones futuras, así pues, existe una secuencia lógica que consta de tres componentes que se muestra en la Figura 9.

Figura 9. Componentes del monitoreo de la calidad del agua

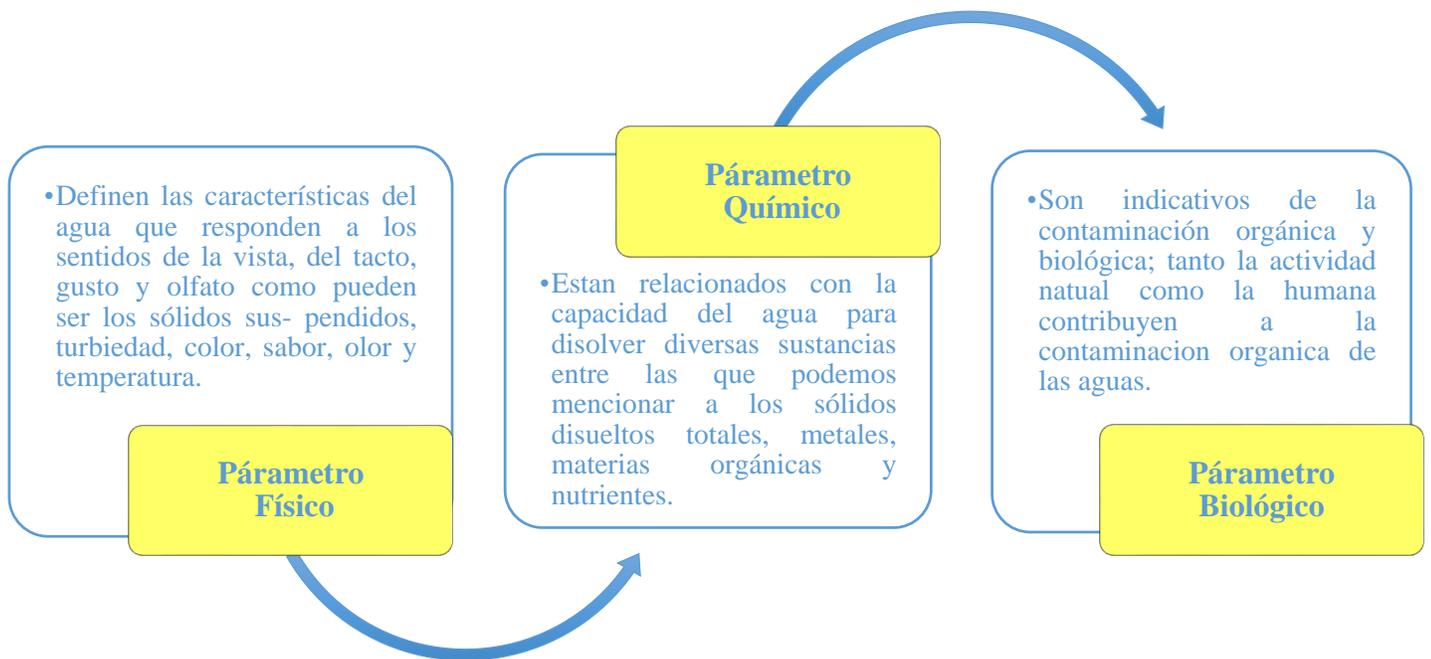


Fuente: Elaboración Propia

2.1.10. Parámetros de Calidad

La Autoridad Nacional del Agua (2016), determina que son compuestos, elementos, sustancias, indicadores y propiedades físicas, químicas y biológicas de interés para la determinación de la calidad del agua. Ver Figura 10.

Figura 10. Clasificación de los Parámetros de Calidad del Agua



Fuente: Elaboración Propia

2.1.11. Vertimiento

La Autoridad Nacional del Agua (2016), define al vertimiento, como una descarga de cualquier cantidad de material o sustancia ofensiva a la salud pública.

2.2. MARCO LEGAL

En nuestro país existe una variada normatividad referida a la Protección Ambiental, Vigilancia y Control de la Contaminación Marina, a través de las cuales se plantea un mecanismo institucional, con la finalidad de asegurar las responsabilidades sectoriales correspondientes, entre ellas tenemos en orden cronológico. Ver Tabla 1.

Tabla 1. Normativa nacional

NORMA	AÑO	DISPOSICIÓN QUE REGULA	ENTIDAD QUE EMITE LA NORMA
Carta Magma	1993	Constitución Política del Perú	Congreso de la República
Ley N° 26821	1997	Ley Orgánica Para El Aprovechamiento Sostenible De Los Recursos Naturales	Ministerio de Agricultura
Ley N° 26839	1997	Ley sobre la Conservación y Aprovechamiento Sostenible de la Diversidad Biológica	Ministerio de Agricultura
Decreto Supremo N° 068-2001-PCM	2001	Reglamento de la Ley Sobre la Conservación y Aprovechamiento Sostenible de la Diversidad Biológica	Presidencia del Consejo de Ministros
Ley N° 27446	2001	Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental	Ministerio del Ambiente

NORMA	AÑO	DISPOSICIÓN QUE REGULA	ENTIDAD QUE EMITE LA NORMA
Ley N° 26221	2003	Ley Orgánica que Norma las Actividades de Hidrocarburos en el Territorio Nacional	Ministerio de Energía y Minas
Decreto Supremo N° 086-2003-PCM	2003	Aprueban la Estrategia Nacional Sobre Cambio Climático	Presidencia del Consejo de Ministros
Ley N° 28245	2004	Ley Marco Del Sistema Nacional De Gestión Ambiental	Ministerio del Ambiente
Ley N° 28611	2005	Ley General Del Ambiente	Ministerio del Ambiente
Decreto Legislativo N° 1013	2008	Ley De Creación, Organización Y Funciones Del Ministerio Del Ambiente	Ministerio del Ambiente
Ley N° 29338	2009	Ley De Recursos Hídricos	Autoridad Nacional del Agua
Ley N° 29335	2009	Ley del Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización Ambiental	Ministerio del Ambiente

NORMA	AÑO	DISPOSICIÓN QUE REGULA	ENTIDAD QUE EMITE LA NORMA
Decreto Legislativo N° 012-2009- MINAM	2009	Política Nacional del Ambiente	Ministerio del Ambiente
Decreto Supremo N° 019-2009- MINAM	2009	Reglamento de la Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental	Ministerio del Ambiente
Decreto Supremo N° 001-2010-AG	2010	Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos	Autoridad Nacional del Agua
Decreto Legislativo N° 1147	2012	Decreto Legislativo que Regula el Fortalecimiento de las Fuerzas Armadas en las Competencias de la Autoridad Marítima Nacional	Ministerio de Defensa
Decreto Supremo N° 015-2014-DE	2014	Decreto Supremo que aprueba el Reglamento del Decreto Legislativo N° 1147	Ministerio de Defensa
Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA	2016	Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales	Autoridad Nacional del Agua
Decreto Supremo N° 004-2017- MINAM	2017	Aprueban Estándares de Calidad Ambiental para agua	Ministerio del Ambiente

Fuente: Elaboración propia

En este aspecto, se realizó un análisis legal del marco normativo nacional para la Protección Ambiental, Vigilancia y Control de la Contaminación Marina, de acuerdo al contenido de las disposiciones establecidas en las políticas y las estrategias que han ido desarrollando las autoridades ambientales sectoriales, las cuales se fundamentan de la siguiente manera:

CONSTITUCIÓN POLÍTICA DEL PERÚ 1993

Norma legal del Perú, donde se determina que el ambiente es un bien o valor de nuestra sociedad considerada como prioritario para proteger y promocionar al más alto nivel jurídico; en el marco general de la política ambiental se rige por el :

Artículo 2°, Derecho a la Paz, a la tranquilidad, al disfrute del tiempo libre y al descanso, así como a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida.

Artículo 66° y 67°, Del Ambiente y los Recursos Naturales, Capítulo II, “Los recursos naturales, renovables y no renovables, son patrimonio de la Nación. El Estado es soberano en su aprovechamiento. Por ley orgánica se fijan las condiciones de su utilización y de su otorgamiento a particulares. La concesión otorga a su titular un derecho real, sujeto a dicha norma legal” y “El Estado determina la política nacional del ambiente. Promueve el uso sostenible de sus recursos naturales” respectivamente.

LEY N° 26821

LEY ORGÁNICA PARA EL APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DE LOS RECURSOS NATURALES

En el Artículo 1°, se determina que la presente Ley Orgánica norma el régimen de aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, en tanto constituyen patrimonio de la Nación, estableciendo sus condiciones y las modalidades de otorgamiento a particulares, en cumplimiento del mandato contenido en los Artículos 66° y 67° del Capítulo II del Título III de la Constitución Política del Perú y en concordancia con lo establecido en el Código del Medio Ambiente y los Recursos Naturales y los convenios internacionales ratificados por el Perú.

LEY N° 26839

LEY SOBRE LA CONSERVACIÓN Y APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA

Menciona en su Artículo 1°, La presente Ley norma los aspectos relativos a la conservación de la diversidad biológica y la utilización sostenible de sus componentes, a través de la promoción la conservación de la diversidad de ecosistemas, especies y genes, el mantenimiento de los procesos ecológicos esenciales, la participación justa y equitativa de los beneficios que se deriven de la utilización de la diversidad biológica y el desarrollo económico del país basado en el uso sostenible de sus componentes

LEY N° 27446

LEY DEL SISTEMA NACIONAL DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Modificada por Decreto Legislativo N° 1078 del 28 de junio del 2008, donde se establece el Sistema Nacional de Evaluación Ambiental (SEIA), como un sistema único y coordinado de identificación, prevención, supervisión, control y corrección anticipada de los impactos ambientales negativos derivados de las acciones humanas expresadas por medio del proyecto de inversión.

DECRETO SUPREMO N° 068-2001-PCM

REGLAMENTO DE LA LEY SOBRE LA CONSERVACIÓN Y APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA

El presente Reglamento regula la conservación de la diversidad biológica y la utilización sostenible de sus componentes en concordancia con las normas y principios establecidos por la Ley N° 26839 sobre la Conservación y Aprovechamiento Sostenible de la Diversidad Biológica.

En su Título IX, define al Manejo integrado de zonas marino y costeras como el proceso dinámico en el cual se desarrolla una estrategia coordinada para asignar recursos ambientales, socioculturales e institucionales, con el fin de alcanzar la conservación y el uso múltiple sostenible de la zona costera.

LEY N° 26221

LEY ORGÁNICA QUE NORMA LAS ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS EN EL TERRITORIO NACIONAL

La presente Ley establece lo siguiente:

Artículo 87°, que las personas naturales o jurídicas, nacionales o extranjeras, que desarrollen actividades de hidrocarburos deberán cumplir con las disposiciones sobre el Medio Ambiente.

DECRETO SUPREMO N° 086-2003-PCM

APRUEBAN LA ESTRATEGIA NACIONAL SOBRE CAMBIO CLIMATICO

La presente Estrategia busca que el Perú conozca su vulnerabilidad al Cambio Climático; esto significa incorporar en sus políticas y planes de desarrollo las medidas de adaptación a los efectos adversos del mismo, que la población sea consciente de los riesgos de estos cambios y que el país mejore su competitividad con un manejo responsable de sus recursos y de sus emisiones de gases de efecto invernadero, a fin de evitar entre otros, los impactos a los cuerpos de agua, y sin comprometer el desarrollo sostenible.

LEY N° 28245

LEY MARCO DEL SISTEMA NACIONAL DE GESTIÓN AMBIENTAL

La presente Ley establece que el Sistema Nacional de Gestión Ambiental se constituye sobre la base de las instituciones estatales, órganos y oficinas de los distintos ministerios, organismos públicos descentralizados e instituciones públicas a nivel nacional, regionales y local que ejerzan competencias y funciones sobre el ambiente y los recursos naturales; así como por los Sistemas Regionales y Locales de Gestión Ambiental, contando con la participación del sector privado y la sociedad civil.

LEY N° 28611

LEY GENERAL DEL AMBIENTE

Ley modificada por Decreto Legislativo N° 1055, el 27 de junio del 2008, la cual establece que el Estado tiene el rol de diseñar y aplicar las políticas, normas, instrumentos, incentivos y sanciones que sean necesarias para de esta forma garantizar el efectivo ejercicio y cumplimiento de los derechos, obligaciones y responsabilidades de carácter ambiental, realizando esta función a través de sus órganos y entidades correspondientes.

En su artículo 101°, De los ecosistemas marinos y costeros, establece que el Estado promueve la conservación de los ecosistemas marinos y costeros, como espacios proveedores de recursos naturales, fuente de diversidad biológica marina y de servicios ambientales de importancia nacional, regional y local.

DECRETO LEGISLATIVO N° 1013

LEY DE CREACIÓN, ORGANIZACIÓN Y FUNCIONES DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE

Modificado por el Decreto Legislativo N° 1013 del 9 de junio del 2010, crea el Ministerio del Ambiente como organismo del Poder Ejecutivo, cuya función general es diseñar, establecer, ejecutar y supervisar la política nacional y sectorial ambiental.

LEY N° 29338

LEY DE RECURSOS HÍDRICOS

Especifica en sus artículos:

Artículo 1°, Contenido, “La presente Ley regula el uso de gestión de los recursos hídricos. Comprende el agua superficial, subterránea, continental y los bienes asociados a esta. Se extiende el agua marítima y atmosférica en lo que resulte aplicable”.

Artículo 3°, Principios. Los principios que rigen el uso y gestión integrada de los recursos hídricos son:

- Principio de valoración del agua y de gestión integrada del agua
- Principio de prioridad en el acceso al agua
- Principio de participación de la población y cultura del agua

- Principio de seguridad jurídica
- Principio de respeto de los usos del agua por las comunidades campesinas y comunidades nativas
- Principio de sostenibilidad
- Principio de descentralización de la gestión pública del agua y de autoridad única
- Principio precautorio
- Principio de eficiencia
- Principio de gestión integrada participativa por cuenca hidrográfica

LEY N° 29335

LEY DEL SISTEMA NACIONAL DE EVALUACIÓN Y FISCALIZACIÓN AMBIENTAL

La presente Ley tiene por finalidad asegurar el cumplimiento de la legislación ambiental por parte de todas las personas naturales o jurídicas, así como supervisar y garantizar que las funciones de evaluación, supervisión y fiscalización, control y potestad sancionadora en materia ambiental, a cargo de las diversas entidades del estado.

DECRETO LEGISLATIVO N° 012-2009-MINAM

POLÍTICA NACIONAL DEL AMBIENTE

La Política Nacional del Ambiente tiene como objetivo mejorar la calidad de vida de las personas, garantizando la existencia de ecosistemas saludables, viables y funcionales en el largo plazo; y el desarrollo sostenible del país, mediante la prevención, protección y recuperación del ambiente y sus componentes, la conservación y el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, de una manera responsable y congruente con el respeto de los derechos fundamentales de la persona.

Asimismo, esta Política Nacional del Ambiente establece en su:

Eje de Política 1 sobre la “Conservación y Aprovechamiento Sostenible de los Recursos Naturales y de la Diversidad Biológica”, en el Lineamiento de Política 7 de “Ecosistemas Marinos – Costeros”, donde se detalla:

- a) Fortalecer la gestión integrada de las zonas marino – costeras y sus recursos con un enfoque ecosistémico.
- b) Promover el aprovechamiento sostenible y conservación de la diversidad biológica de los ecosistemas marino – costeros, con especial énfasis en los recursos pesqueros.
- c) Proteger ecosistemas frágiles como los humedales y cuencas de la región costera.
- d) Promover la investigación de los ecosistemas marino – costeros con tecnologías adecuadas.
- e) Promover el ordenamiento de las zonas marino – costeras para un aprovechamiento sostenible de sus recursos, a través de la zonificación ecológica y económica.

- f) Promover el uso sostenible de los recursos marinos, el monitoreo y vigilancia de los vertimientos contaminantes en el mar territorial nacional, con prioridad en las zonas más cercanas a la costa.

Eje de Política 2 sobre “Gestión Integral de la Calidad Ambiental”, en el Lineamiento de Política 2 “Ecosistemas Marinos”, donde se considera lo siguiente:

- a) Impulsar una adecuada calidad ambiental de los cuerpos de agua del país de acuerdo a estándares que permitan evitar riesgos a la salud y al ambiente.
- b) Identificar, vigilar y controlar las principales fuentes emisoras de efluentes contaminantes, privilegiando las cuencas que abastecen de agua a los centros urbanos y articular para tal fin, la actuación de las autoridades en los tres niveles de gobierno.
- c) Promover el conocimiento científico y tecnológico de las medidas de prevención y los efectos de la contaminación del agua, sobre la salud de las personas, los ecosistemas y los recursos naturales.
- d) Ampliar la cobertura y mejorar la calidad de los servicios de saneamiento básico.
- e) Promover la infraestructura de saneamiento básico y de tratamiento y reusó de aguas residuales de origen doméstico y otras actividades generadoras de efluentes.
- f) Difundir practicas sanitarias para el manejo domestico del agua y la prevención de enfermedades, privilegiando medidas específicas para las áreas rurales.
- g) Impulsar la rehabilitación de los cuerpos de agua afectados por la contaminación.
- h) Aplicar instrumentos e incentivos económicos para evitar la contaminación de las fuentes de agua.
- i) Fomentar el ahorro y la eficiencia en el uso del agua y establecer fondos para el manejo de cuencas y fuentes de este recurso como pago por servicios ambientales.

DECRETO SUPREMO N° 019-2009-MINAM

REGLAMENTO DE LA LEY DEL SISTEMA NACIONAL DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

El presente Reglamento tiene por objetivo lograr la efectiva identificación, prevención, supervisión, control y corrección anticipada de los impactos ambientales negativos derivados de las acciones humanas expresadas por medio de proyectos de inversión, así como de políticas, planes y programas públicos, a través del establecimiento del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental – SEIA.

DECRETO SUPREMO N° 001-2010-AG

REGLAMENTO DE LA LEY DE RECURSOS HÍDRICOS

Menciona en sus artículos, lo siguiente:

Artículo 1°, Objeto y ámbito de aplicación. “El Reglamento tiene por objeto regular el uso y gestión de los recursos hídricos que comprenden al agua continental: superficie y subterránea, y los bienes asociados a esta; asimismo, la actuación del Estado y los particulares en dicha gestión, todo ello con arreglo a las disposiciones contenidas en la Ley de Recursos Hídricos, Ley N° 29338”.

Artículo 7°, Sistema Nacional de Gestión de Recursos Hídricos. “El Sistema Nacional de Gestión de Recursos Hídricos es parte del Sistema Nacional de Gestión Ambiental, conformado por el conjunto de instituciones, principios, normas, procedimientos, técnicas e instrumentos mediante

los cuales el Estado se organiza para desarrollar y asegurar la gestión integrada, participativa y multisectorial, el aprovechamiento sostenible, la conservación, la protección de la calidad y el incremento de la disponibilidad de los recursos hídricos”.

DECRETO LEGISLATIVO N° 1147

DECRETO LEGISLATIVO QUE REGULA EL FORTALECIMIENTO DE LAS FUERZAS ARMADAS EN LAS COMPETENCIAS DE LA AUTORIDAD MARÍTIMA NACIONAL

El presente Decreto Legislativo determina lo siguiente:

Artículo 1°, Objeto. “El presente Decreto Legislativo, tiene por objeto el fortalecimiento de las Fuerzas Armadas en las competencias de la Autoridad Marítima Nacional - Dirección General de Capitanías y Guardacostas, sobre la administración de áreas acuáticas, las actividades que se realizan en el medio acuático, las naves, artefactos navales, instalaciones acuáticas, y embarcaciones en general, las operaciones que éstas realizan y los servicios que prestan o reciben, con el fin de velar por la seguridad de la vida humana en el mar, ríos y lagos navegables, la protección del medio ambiente acuático, y reprimir las actividades ilícitas en el ámbito de su jurisdicción, en cumplimiento de las normas nacionales e instrumentos internacionales de los que el Perú es parte”.

Artículo 5°, Funciones de la Autoridad Marítima Nacional. “Las funciones que realiza la Autoridad Marítima Nacional dentro del ámbito de su competencia se efectuarán con eficiencia y transparencia coadyuvando al desarrollo competitivo de las actividades de transporte, comerciales y turísticas y de otros sectores que se realizan en el medio acuático”.

DECRETO SUPREMO N° 015-2014-DE

DECRETO SUPREMO QUE APRUEBA EL REGLAMENTO DEL DECRETO

LEGISLATIVO N° 1147

Decreto que regula las funciones de la Autoridad Marítima para ejercer control y vigilancia, para prevenir y combatir los efectos de la contaminación del mar, ríos y lagos navegables, y en general todo aquello que ocasione daño ecológico en el ámbito de su competencia con sujeción a la normas nacionales y convenios internacionales sobre la materia, sin perjuicio de las funciones que les corresponden ejercer a otros sectores de la Administración Pública, de conformidad con la legislación vigente sobre la materia.

En su Artículo 272°, Protección del Medio Ambiente Acuático. Establece que la Autoridad Marítima Nacional está facultada a ejercer las siguientes acciones:

- a) Establecer políticas de prevención, respuesta, mitigación, recuperación y remediación de los efectos de la contaminación en el medio acuático por sustancias contaminantes, con el fin de proteger el medio ambiente acuático y sus recursos.
- b) Controlar y vigilar el cumplimiento por parte de las personas que realicen actividades acuáticas, de conformidad con la normativa nacional que emita la Autoridad Marítima Nacional.
- c) Coordinar con los sectores correspondientes, programas de vigilancia para detectar la contaminación producida por las actividades que se realicen en el ámbito acuático.

RESOLUCION JEFATURAL N° 010-2016-ANA

PROTOCOLO NACIONAL PARA EL MONITOREO DE LA CALIDAD DE LOS RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIALES

Publicada el 11 de enero del 2016, el siguiente Protocolo tiene como objetivo estandarizar los criterios y procedimientos técnicos para evaluar la calidad de los recursos hídricos, continentales y marino – costeros considerando el diseño de las redes de puntos de monitoreo, la frecuencia, el programa analítico, la medición de parámetros en campo, la recolección, preservación, almacenamiento, transporte de muestras de agua, el aseguramiento de la calidad, la seguridad del desarrollo del monitoreo.

DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM

APRUEBAN ESTÁNDARES NACIONALES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA AGUA

La presente norma tiene por objetivo compilar las disposiciones aprobadas mediante el Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM, el Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM y el Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM, que aprueban los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua, quedando sujetos a lo establecido en el presente Decreto Supremo y el Anexo que forma parte integrante del mismo. Esta compilación normativa modifica y elimina algunos valores, parámetro, categorías y subcategorías de los ECA, y mantiene otros, que fueron aprobados por los referidos decretos supremos.

INSTRUMENTOS DE GESTIÓN AMBIENTAL INTERNACIONAL

En los últimos años el Estado Peruano, ha firmado y ratificado Normas Internacionales, con el objetivo de proteger y conservar el medio ambiente, los cuales han sido adoptados en las normas y programas nacionales, que se constituyen en un medio orientador para la gestión del ambiente marino costero del país. A continuación, se detalla en la Tabla 2 algunas de las normas adoptadas:

Tabla 2. Participación del Perú en acuerdos internacionales

PARTICIPACIÓN DEL PERÚ EN ACUERDOS INTERNACIONALES	
AGENDA 21, CAPITULO 17 SOBRE MARES Y OCEANOS, ZONAS INSULARES	Señala que el medio ambiente marino y las zonas costeras deben ser protegidos y su uso debe ser racional para permitir el desarrollo de los recursos vivos y evitar la saturación en el uso de los espacios costeros
CONVENIO INTERNACIONAL PARA PREVENIR LA CONTAMINACIÓN POR BUQUES	Tiene por finalidad prevenir la contaminación del medio marino por la descarga de sustancias o efluentes contaminantes, provenientes de los buques u otro tipo de instalación acuática.
PLAN DE ACCIÓN PARA LA PROTECCIÓN DEL MEDIO MARINO Y ÁREAS COSTERAS DEL PACÍFICO SUDESTE	Tiene por objetivo principal la protección del medio marino y las áreas costeras para promover la preservación de la salud y el bienestar de las generaciones presentes y futuras

PARTICIPACIÓN DEL PERÚ EN ACUERDOS INTERNACIONALES

PROTOCOLO PARA LA PROTECCIÓN DEL PACÍFICO SUDESTE CONTRA LA CONTAMINACIÓN PROVENIENTE DE FUENTES TERRESTRES	Tiene por finalidad prevenir, reducir o controlar la contaminación del medio marino procedente de fuentes terrestres, cuando produzcan o puedan producir efectos nocivos tales como daños a los recursos vivos y la vida marina
CONVENIO INTERNACIONAL PARA LA SEGURIDAD DE LA VIDA HUMANA EN EL MAR, 1974, SOLAS 1974 Y SU PROTOCOLO DE 1978	Acuerdo sobre la cooperación regional para el combate contra la contaminación del Pacífico Sudeste por hidrocarburos y otras sustancias nocivas
CONVENIO PARA LA PROTECCIÓN DEL MEDIO MARINO Y LA ZONA COSTERA DEL PACÍFICO SUDESTE	Establece las medidas para prevenir, reducir y controlar la contaminación del medio marino y zonas costeras del Pacífico Sudeste y para asegurar una adecuada gestión ambiental de los recursos naturales.
PROTOCOLO COMPLEMENTARIO DEL ACUERDO SOBRE LA COOPERACIÓN REGIONAL PARA EL COMBATE CONTRA LA CONTAMINACIÓN DEL PACÍFICO SUDESTE POR HIDROCARBUROS Y OTRAS SUSTANCIAS NOCIVAS	Establece entre otros, mecanismos para la Cooperación en caso de Derrames, considerando la designación de la autoridad encargada de solicitar u otorgar la asistencia en casos de emergencia así como de informar a las Altas Partes Contratantes, acerca de los expertos, equipos, material fungible y otros elementos que esté en condiciones de otorgar en casos de emergencia.
PROTOCOLO PARA LA CONSERVACIÓN Y ADMINISTRACIÓN DE LAS ÁREAS MARINAS Y COSTERA PROTEGIDAS DEL PACÍFICO SUDESTE	Establece compromisos de los signatarios para la adopción de medidas apropiadas a fin de proteger y preservar los ecosistemas frágiles, vulnerables o de valor natural o cultural único, con particular énfasis en la flora y fauna amenazadas o en peligro de extinción.

PARTICIPACIÓN DEL PERÚ EN ACUERDOS INTERNACIONALES

<p align="center">CONVENIO INTERNACIONAL SOBRE LA COOPERACIÓN, PREPARACIÓN Y LUCHA CONTRA LA CONTAMINACIÓN POR HIDROCARBUROS</p>	<p>Establece los lineamientos para formular un sistema nacional para hacer frente con prontitud y de manera eficaz a los sucesos de contaminación por hidrocarburos, promoviendo entre otros, la cooperación internacional en cuestiones de intercambio de información, con respecto a la capacidad de los estados para luchar contra los sucesos de contaminación por hidrocarburos.</p>
<p align="center">PROTOCOLO DE 1992 QUE ENMIENDA EL CONVENIO INTERNACIONAL SOBRE RESPONSABILIDAD CIVIL NACIDA DE DAÑOS DEBIDOS A LA CONTAMINACIÓN POR HIDROCARBUROS</p>	<p>Establece el derecho de los signatarios para reclamar indemnización de daños ocasionados por contaminación.</p>
<p align="center">CONVENIO DE ESTOCOLMO SOBRE CONTAMINANTES ORGÁNICOS PERSISTENTES</p>	<p>Tiene como objetivo proteger la salud humana y el medio ambiente frente a los contaminantes orgánicos persistentes.</p>
<p align="center">CONVENIO SOBRE DIVERSIDAD BIOLÓGICA</p>	<p>Tiene como objetivo la conservación de la biodiversidad, el uso sostenible de sus componentes y la participación justa y equitativa de los beneficios resultantes de la utilización de los recursos genéticos.</p>
<p align="center">CONVENIO DE BASILEA SOBRE EL CONTROL DE LOS MOVIMIENTOS TRANSFRONTERIZOS DE LOS DESECHOS PELIGROSOS Y SU ELIMINACIÓN</p>	<p>Exige la promulgación de disposiciones legislativas nacionales adecuadas para prevenir y castigar el tráfico ilícito de desechos peligrosos y otros desechos, así también obliga a los signatarios a asegurar que dichos desechos se manejen y eliminen de manera ambientalmente racional.</p>

Fuente: Elaboración propia

III. MÉTODOS

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación de acuerdo a su enfoque es una investigación cuantitativa, debido a que la evaluación de las variables es medible a través del análisis de las muestras del agua de mar de la zona de estudio. (Hernandez Sampieri, 2014)

El nivel de investigación de la presente tesis es descriptiva, debido a que se describe cada uno de los procesos técnicos, asimismo, la investigación a desarrollar está dirigida al análisis de la calidad del agua de mar de la zona de estudio, con la finalidad de determinar su grado de contaminación.

Cabe precisar que la metodología empleada para la medición de la calidad del agua de mar se realizara de acuerdo Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales y en cumplimiento a lo establecido en los Estándares de Calidad de Agua (ECA) para agua, aprobado mediante Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM.

3.2. ÁMBITO TEMPORAL Y ESPACIAL

3.2.1. Ubicación y localización

La zona de estudio para determinar la calidad del agua de mar se ubica políticamente en la playa Cantolao, en el Sector Espigón del Abtao en la Bahía del Callao, localizada en el distrito de La Punta, provincia Constitucional del Callao, departamento de Lima. (Ver mapa N° 01).

3.2.2. Ubicación Política

La zona de estudio pertenece al distrito de La Punta, provincia Constitucional del Callao, departamento de Lima.

3.2.3. Límites

Tal como se muestra en la Tabla 3, los distritos limitantes del área de estudio son:

Tabla 3. Límites del área de estudio

DIRECCIÓN	ZONA QUE LIMITA
NORTE	DISTRITO DE SANTA ROSA
SUR	DISTRITO DE SAN MIGUEL
ESTE	DISTRITO DE PUENTE PIEDRA
OESTE	OCÉANO PACIFICO

Fuente: Elaboración propia

3.2.4. Oceanografía costera de las aguas costeras del Callao

En las costas del Perú se han desarrollado estudios ambientales costeros oceánicos, los cuales fueron ejecutados y realizados por el Instituto del Mar del Perú (IMARPE), así como estudios elaborados y desarrollados por empresas privadas e instituciones públicas dedicadas a diversas actividades en el ámbito marítimo, como parte de la elaboración de instrumentos de gestión ambiental.

En ese sentido, se determina que la bahía del Callao, está considerada como una bahía semiprotegida, debido a la presencia de la Isla San Lorenzo y El Frontón, situadas al extremo sur de la bahía, haciendo compleja la circulación marina, Asimismo, en la bahía del Callao, se ubica el primer puerto, donde se identifica la presencia de tráfico marítimo por embarcaciones dedicadas a la pesca artesanal y la actividad recreacional, así como empresas que generan desechos industriales y contaminantes directamente a la bahía.

3.2.5. Caracterización ambiental costera

a. Temperatura

Las aguas del mar del Callao, se enmarcan dentro del sistema de Corrientes del Pacífico Suroriental, donde se determina que el enfriamiento superficial del mar dura 7 meses en el área del Callao, y por debajo de la capa superficial el enfriamiento se prolonga hasta 3 meses más; donde la variación de la temperatura esta fundamentalmente ligada a las corrientes y variaciones en la radiación solar.

Las aguas que se encuentran frente a las costas de la bahía del Callao son aguas frías, existiendo dos procesos de esa área que pueden explicar la baja temperatura que son la presencia de una corriente proveniente de latitudes frías y el afloramiento.

La distribución horizontal de temperaturas del mar a nivel superficial, determina tres zonas bien marcadas:

- Zona sur (La Punta – Pucusana) con temperaturas que van desde 18 a 20 °C
- Zona Norte (Callao – Ancón) con temperaturas de 16 a 18 °C
- La Bahía del Callao con temperaturas bajas de 15 – 16 °C.

En los cinco últimos años, los valores de la temperatura superficial del mar, registraron valores que variaron de 16,8 a 22,5 °C, con un promedio de 19,10 °C, observándose una distribución bastante homogénea dentro de la bahía del Callao, con valores menores a 19 °C; asimismo, fuera de la bahía, en los extremos oeste y sur, los valores fueron mayores a 20 °C especialmente frente a la Isla San Lorenzo, donde los valores alcanzaron temperaturas de hasta 22 °C, valores asociados a la presencia de Aguas Sub tropicales Superficiales (ASS), determinando que la bahía del Callao presenta condiciones ligeramente frías.

Entre La Punta y la Isla San Lorenzo, las temperaturas presentan valores menores a los 18 °C; en tanto que las más altas (mayores a 22,0°C) se presentan frente a la Perla, en cambio dentro de la Bahía Callao la distribución térmica es homogénea con valores alrededor de los 19 °C; del mismo modo, en el fondo del mar, las temperaturas oscilan entre 15,2 °C y 17,7 °C, siendo el promedio 16,3°C, presentando una distribución homogénea, determinando que el comportamiento de las temperaturas superficiales y del fondo muestran una diferencia de aproximadamente 3,0°C en la Bahía Callao.

b. Vientos

Los vientos en la capa próxima a la superficie del mar, presentan intensidades de 1 a 8 m/s, con un promedio de 4,3 m/s.

En tal sentido, los vientos predominantes son provenientes del sur, interrumpidos por vientos del norte; además, se puede ver que los vientos muestran cierta frecuencia pero sin presentar regularidad en su aparición, lo que causaría los cambios de dirección de los flujos, ocasionando el desplazamiento de las aguas de baja salinidad hacia el sur de la bahía.

c. Estudio de olas

Las olas que llegan a las costas peruanas, son generadas en aguas profundas bajo la presión del viento. La zona donde el oleaje se genera, se sitúa más o menos entre las latitudes 35° y 40° Sur, mientras que la longitud Oeste del centro de generación varía con mayor amplitud; es en ésta área donde se produce la mayor subsidencia atmosférica y consecuentemente divergencia del viento en superficie. Este tipo de oleaje (olas Swell, mar de fondo), viaja grandes distancias y son la fuente principal de magnitud del oleaje cuya incidencia determina la dinámica en las costas de la bahía del Callao

d. Mareas

La importancia de las mareas y de su estudio, radica en la necesidad de obtener planos de referencia o datums, con el fin de determinar las alturas de los accidentes topográficos y las

e. Salinidad

La salinidad del mar del Callao, representa una característica muy importante para el agua de mar de la zona de estudio, debido a que presenta una variabilidad a escala espacial como temporal entre 34 a 35 gr.

f. Climatología

En general, las condiciones climatológicas en el área de interés, están influenciadas por la dinámica del Anticiclón del Pacífico Sur Oriental y estacionalmente durante el verano por la dinámica del Anticiclón del Atlántico que en su posición Occidental, ocasiona el transvase de humedad hacia el lado del Pacífico.

Es así que el área de estudio por su posición geográfica, se encuentra además influenciada por la presencia de la corriente fría del Perú, que actúa como mecanismo termorregulador; por la Cordillera de los Andes cuyo efecto orográfico regula la persistencia de la dirección de los vientos alisios y por consiguiente del afloramiento costero y el régimen climático de la costa peruana.

g. Geología Marina

Los depósitos marinos, a lo largo de la línea de costa, están compuestos por materiales clásticos, los cuales son llevados al mar como carga por los ríos y también como resultado de la acción erosiva de las olas y distribuidos por las corrientes marinas de deriva, si bien estos depósitos pueden ser antiguos (conformando las terrazas marinas y zonas de marismas) o recientes (acumulaciones de arena, limos y cantos distribuidos a lo largo del borde litoral

como producto de la erosión); este último se extiende en forma de estrechas fajas de terreno (30–100 m.) localizadas en el sector litoral desde Ancón hasta Pucusana.

h. Geomorfología Costera

La bahía del Callao es una bahía abierta que presenta un perfil costero casi paralelo a los grados longitudinales, aunque su gradiente del fondo submarino es algo uniforme; el fondo marino está compuesto principalmente de limo arcilloso y arcilla en las zonas más profundas y alejadas de la costa. También se observa texturas arcillo limosas entre La Punta y la Rada interior del puerto. Texturas de arena arcillosa frente a la desembocadura de los ríos Rímac y Chillón, siendo notable el aporte de material terrígeno en estas zonas. Frente a la Pampilla, Ventanilla y al SE del Banco el Camotal, los sedimentos son predominantemente arenosos

i. Circulación marina

La distribución de la corriente marina superficial frente a la zona costera del Callao, presenta direcciones variables, predominando las corrientes con orientación hacia el Sur Oeste, particularmente las ubicadas entre la zona de La Chira - Isla San Lorenzo, las corrientes con orientaciones hacia el Norte, permanecen próximos a la línea costera. En tal sentido, las corrientes de la zona de estudio dependen de los movimientos de marea y no de los vientos.

3.2.6. Uso actual del mar y de las playas de la Bahía del Callao

En la bahía del Callao, se identifican y realizan actividades importantes como son por ejemplo la recreación, el transporte, la pesca artesanal, entre otras; así como también a lo largo de la costa se puede evidenciar la presencia de empresas de diferentes rubros, los cuales generan un deterioro a la calidad del agua de mar debido a la generación de residuos que llegan al mar afectando la biodiversidad.

Los usos más frecuentes son:

- Recreacional como paseos, paisajes, pesca
- Educacional como áreas de investigación científica, ejemplos ecológicos
- Turismo, como lugares de desarrollo turístico
- Industrial, como áreas aptas para la instalación de industrias

3.3. VARIABLES

Las variables identificadas deben entenderse como las propiedades que pueden cambiar y cuya variación es susceptible de ser medible u observable; para la Evaluación de la Calidad del Agua de Mar en la playa Cantolao – sector espigón del Abtao en la Bahía del Callao, se ha determinado las siguientes variables; que aparecen en la Tabla 4:

Tabla 4. Operacionalización de Variables

VARIABLE	DEFINICIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDADES	TÉCNICA	INSTRUMENTOS	
DEPENDIENTE	CALIDAD DE AGUA	La evaluación de las propiedades físicas, químicas y biológicas del agua en relación con la calidad natural del agua, efectos en las personas y usos, en particular los usos que puedan afectar la salud humana y la salud del mismo sistema acuático.	Características fisicoquímicas del agua de mar	<p>Parámetros físico-químicos del agua de mar:</p> <ul style="list-style-type: none"> • pH • Oxígeno Disuelto (OD) • Sólidos Totales en Suspensión (STS) • Demanda Bioquímica Oxígeno (DBO₅) • Aceites y Grasas 	<p>Concentraciones de los parámetros físico-químicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Unidad de pH • mg/L • mg/L • mg/L • mg/L • mg/L 	Observación estructurada	Equipo Multiparámetro Análisis de Laboratorio
			Características orgánicas del agua de mar	<p>Parámetro orgánico del agua de mar:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hidrocarburos Totales de Petróleo 	<p>Concentración del parámetro orgánico:</p> <ul style="list-style-type: none"> • mg/L 		
INDEPENDIENTE	AGUA DE MAR DE LA PLAYA CANTOLAO	Playa donde se observa actividades principalmente de pesca artesanal y uso balneario, asimismo, en esta zona se sitúa el primer puerto del país	Actividades identificadas en el área de estudio	Concentración de los parámetros fisicoquímicos fuera del rango establecido por el ECA-Categoría 4	<ul style="list-style-type: none"> • mg/L • Unidad de pH 	Monitoreo de la calidad de agua Legislación Vigente Nacional	Resultados de los análisis fisicoquímicos Resultados de los análisis orgánicos
				Concentración de los parámetros orgánicos fuera del rango establecido por el ECA-Categoría	<ul style="list-style-type: none"> • mg/L 		

Fuente: Elaboración propia

3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.4.1. Universo

El universo de objeto de estudio para la presente investigación está constituido por las actividades que vienen operando en la playa Cantolao en la bahía del Callao.

- Playa: Cantolao
- Distrito: La Punta
- Provincia: Callao
- Departamento: Lima

3.4.2. Muestra

La unidad de muestra para el respectivo análisis de los niveles de la calidad del agua está comprendida por los CUATRO (4) puntos de monitoreo representado por las siguientes estaciones

- Estación M – 01: Zona de Fondeo del Área N° 1 – Bahía del Callao
- Estación M – 02: Zona Espigón del Abtao
- Estación M – 03: Zona del Astillero Construcciones Maggiolo
- Estación M – 04: Muelle de Guerra de la Plaza Grau

3.4.3. Unidad de análisis

Para el desarrollo de los análisis de la calidad ambiental del agua se utilizó el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales.

3.5. INSTRUMENTOS

3.5.1. Material Bibliográfico

Para la ejecución de la presente tesis se utilizó como material bibliográfico y fuentes de información, la siguiente información:

a. Material

- Registro de monitoreos de la bahía del Callao.
- Informes de contaminación marina a nivel nacional.
- Informe Nacional sobre el estado del ambiente marino del Perú.
- Plan de recuperación ambiental marina del Ministerio del Ambiente.
- Plan de prevención y mejoramiento de la calidad ambiental nacional.
- Dispositivos Legales: Ley, Decreto Supremo, Resolución Suprema, etc.

b. Fuentes

- Gobierno Regional del Callao – GORE CALLAO
- Ministerio del Ambiente – MINAM
- Instituto del Mar del Perú - IMARPE
- Dirección General de Salud - DIGESA
- Dirección de Hidrografía y Navegación – DHN
- Dirección General de Capitanías y Guardacostas – DICAPI
- Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental – OEFA

3.5.2. Material cartográfico

Se utilizó la siguiente información cartográfica, donde los mapas elaborados estarán en una proyección UTM – Universal Transverse Mercator y el Datum utilizado es WGS-84:

- Carta Nacional a escala 1:100 000 elaborado por el Instituto Geográfico Nacional (IGN), para la elaboración de los mapas temáticos.
- Carta batimétrica a escala 1:20000 elaborado por la Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina del Perú (HIDRONAV), para determinar la posición de la embarcación en la toma de muestra de agua.

3.5.3. Equipos

Se utilizaron los siguientes equipos para la elaboración del estudio en las salidas de campo y en laboratorio:

- Embarcación artesanal “TIA MARIA”, para la toma de muestras de agua en las estaciones de monitoreo, lo cual permitirá determinar la medición y el análisis de los parámetros seleccionados.
- Equipo multiparámetro, marca HACH, modelo HQ40d; para las mediciones de los parámetros de campo (oxígeno disuelto, conductímetro y pH).
- GPS, marca GARMIN, modelo Montana 680; para determinar las coordenadas de ubicación de las estaciones de monitoreo tomados en la zona de estudio.
- Cámara fotográfica, marca Canon de 16 mega pixeles, modelo EO5; para la recopilación de un registro fotográfico, el cual nos permitirá tener una visión más amplia y real en el área de estudio.

- Computadora Dual Core i5 – 256 Mb; para el procesamiento de datos y análisis de información para la elaboración del informe.
- Impresora Multifuncional, marca EPSON, modelo L555; para la impresión de los diversos documentos.
- Calculadora científica, marca CASIO, modelo FX-570ES PLUS; para realizar algunos cálculos aritméticos, tanto en campo como gabinete.
- Equipo de laboratorio, solicitados de acuerdo al método de análisis empleado.
- Envases de plástico y frascos de vidrio, para la recolección de las muestras del agua en cada estación de monitoreo.

3.5.4. Reactivos

Se utilizaron los siguientes reactivos para el análisis de las muestras tomadas en campo:

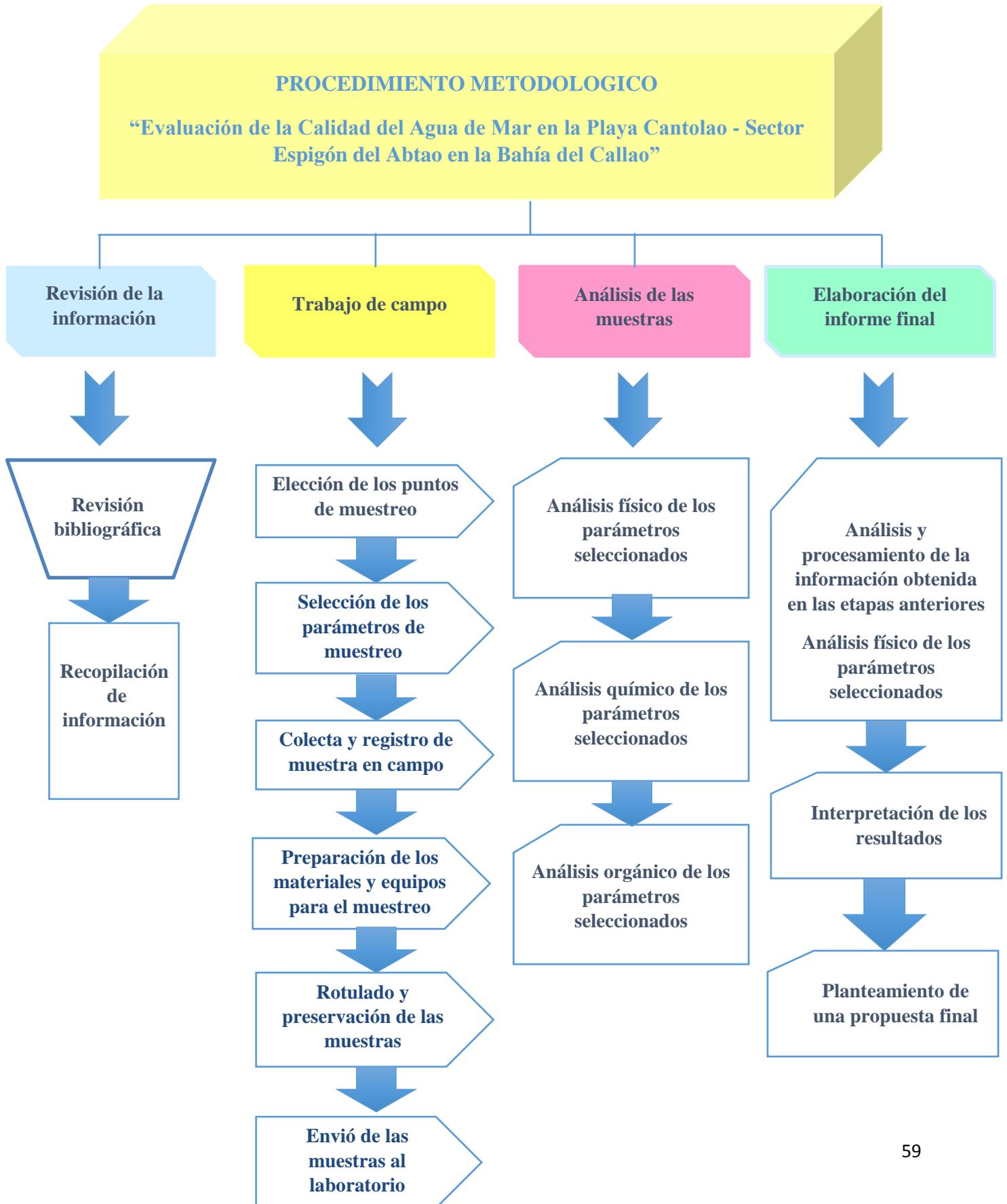
- Agua destilada
- Hexano
- Ácido Clorhídrico (HCl)
- Ácido Sulfúrico (H₂SO₄)
- Yoduro de Sodio (NaI)
- Reactivo 1 – Sulfato Manganoso (MnSO₄)
- Reactivo 2 – Hidróxido de Sodio (NaOH)

3.6. PROCEDIMIENTOS

3.6.1 Procedimientos

La presente investigación se desarrolló en cuatro fases, las mismas que permitirán tener una situación actual de la zona de estudio; asimismo, se lograra obtener un mejor análisis de la información de campo, para con ello generar información de manejo y mitigación que se ajusten a la realidad de la recuperación del área de estudio. Ver Diagrama 1.

Figura 11. Procedimiento metodológico



3.6.2 Técnicas

El presente tema de investigación, se desarrolló bajo las acciones técnicas para la evaluación de la calidad del agua de mar en la Bahía del Callao en la playa Cantolao - Sector Espigón del Abtao, esto se realizara teniendo como herramienta principal el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales, determinando lo siguiente:

a. Etapa I: Revisión de la información

La primera etapa consiste en la revisión bibliográfica de investigaciones realizadas en diferentes centros de estudios universitarios y en la recopilación de información sobre el área de estudio, que será obtenida a través de diversas entidades vinculadas a la protección del medio ambiente acuático, como son:

- Autoridad Nacional del Agua (ANA)
- Instituto del Mar del Perú (IMARPE)
- Dirección de Hidrografía y Navegación (HIDRONAV)
- Dirección General de Capitanías y Guardacostas (DICAPI)

Asimismo, en esta etapa de recopilación se reúne y ordena toda la información existente para el desarrollo de la Evaluación de la Calidad del agua de mar en la Playa Cantolao - Sector Espigón del Abtao en la Bahía del Callao.

b. Etapa II: Trabajo de campo

La etapa de campo consiste en la preparación y en la acción de la toma de muestras en la playa Cantolao - Sector Espigón del Abtao en la Bahía del Callao, para ello se desarrollaron las siguientes fases:

- Ubicación del área de estudio
- Ubicación de los puntos de muestreo
- Recolección y toma de muestras
- Preservación y almacenamiento de las muestras
- Conservación y transporte de las muestras

c. Etapa III: Análisis de las muestras

En la tercera etapa se realiza el análisis de las muestras, la cual tiene por finalidad utilizar la información recogida en campo, lo que implica analizar la calidad del agua de las muestras pertenecientes al área de estudio para así determinar la concentración de los parámetros y elaborar el informe final.

- Determinación de los parámetros a analizar
- Métodos de ensayos y análisis de datos

d. Etapa IV: Elaboración del informe final

En esta etapa se realiza la elaboración final de la tesis, desarrollando las propuestas técnicas de recuperación del área de estudio de acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis de las muestras. Asimismo, se efectuaron las siguientes fases:

- Análisis y procesamiento de la información

- Interpretación de los resultados del análisis
- Elaboración de la propuesta de recuperación del área de estudio

Es preciso indicar, que el análisis de la calidad del agua de mar de las muestras tomadas en el área de estudio, debe cumplir con los valores establecidos en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para agua, aprobado mediante Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, Categoría 4 “Conservación del Ambiente Acuático”, Subcategoría E3 – Ecosistemas Costeros y Marinos.

3.7. ANÁLISIS DE DATOS

Los análisis de los parámetros físicos – químicos y orgánicos de las muestras del agua de mar de la playa Cantolao - Sector Espigón del Abtao en la Bahía del Callao, fueron analizados y evaluados para determinar la concentración de los parámetros y compararlos con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para agua, aprobado mediante Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM.

- **pH**

El valor del pH de las cuatro muestras de las estaciones seleccionadas, fueron determinadas mediante un Equipo multiparámetro HACH - modelo HQ40d.

- **Oxígeno Disuelto**

El oxígeno disuelto de las cuatro muestras seleccionadas, fueron determinadas mediante un Equipo multiparámetro HACH - modelo HQ40d.

- **Aceites y Grasas**

Para la determinación de las muestras recogidas para aceites y grasas en los CUATRO (4) puntos de monitoreo del área de estudio, se procedió a la refrigeración previa a la aplicación de ácido clorhídrico para regularizar el nivel de pH, de esa manera las muestras se llevan a un cono de vidrio y se les agrega Hexano, para luego decantar la muestra, y el hexano conteniendo las grasas es evaporado y pesado en los vasos bicker.

Cálculo:

$$\text{AyG (mg/l)} = (P_1 - P_0) \times 100$$

Donde:

P₁: Peso del vaso bicker

P₀: Peso del vaso + la muestra

- **Solidos Suspendidos Totales**

Para la determinación de los sólidos suspendidos totales en laboratorio, se logra cuando se coloca un filtro debidamente rotulado en el equipo de filtración, y se utiliza un volumen de 200 ml de la muestra; luego, se procede a secar el filtro en una estufa por media hora, y se coloca el filtro en el desecador hasta que alcance la temperatura ambiente, finalmente se pesa el filtro con los sólidos capturados, esto representa la concentración de sólidos suspendidos totales; para la filtración se usó filtros de fibras de vidrio de 4.7 cm. de diámetro.

Cálculo:

$$\text{S.S.T. (mg/l)} = \frac{(P_1 - P_0) \times 1000}{V}$$

Donde:

P0 = Peso del filtro

P1= Peso del filtro + muestra

V= Volumen

- **Demanda Bioquímica de Oxígeno**

Para la determinación de la demanda bioquímica de oxígeno, se trabajó separando cada muestra en dos frascos de vidrio, siendo una muestra analizada el primer día y la segunda es analizada a los 5 días de incubación a 20° C; de este modo, a cada muestra se le agrega 1 ml de reactivo de la solución de sulfato manganoso y la solución de sulfato de sodio, ambas disueltas en agua destilada; para proceder a titular se utiliza un volumen de 200 ml de las muestras, agregándole tiosulfato de sodio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$), siendo el indicador el almidón – yodo.

Cálculo:

$$\text{DBO (mg/l)} = F (X_1 - X_5)$$

Donde:

F: Factor de tiosulfato

X₁: Concentración de oxígeno el 1er día

X₅: Concentración de oxígeno al 5to día

- **Hidrocarburos Totales de Petróleo**

El análisis del parámetro de Hidrocarburos Totales de Petróleo, fue realizado por la Dirección de Hidrografía y Navegación, debido a que la presencia de petróleo atenúa el paso de la luz y, en resultado, la acción fotosintética disminuye, y dificulta la función reproductora y la fijación en el intercambio de gases entre el mar y la atmósfera, generando consecuencias negativas en el medio marino.

IV. RESULTADOS

En este capítulo, se detallan los resultados obtenidos en la evaluación de la calidad del agua de mar en los CUATRO (4) puntos de monitoreo de la playa Cantolao - Sector Espigón del Abtao en la Bahía del Callao, con la finalidad de realizar los cálculos necesarios de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) en cada punto de monitoreo seleccionado durante la investigación, los resultados obtenidos del análisis respectivo de los parámetros físicos y químicos considerados en cada uno de los puntos de monitoreo, permitirá determinar el nivel de contaminación del agua de mar del área de estudio.

4.1. DIAGNOSTICO SITUACIONAL DE LA CALIDAD DEL AGUA DE MAR DE LA PLAYA CANTOLAO – SECTOR ESPIGÓN DEL ABTAO EN LA BAHÍA DEL CALLAO

Para describir el diagnostico situacional de la calidad del agua de mar, se procedió a realizar la toma de muestras para el respectivo análisis físico, químico y orgánico de los parámetros seleccionados y compararlos con la normativa vigente.

4.1.1. Normativa de comparación

Los resultados del monitoreo de la calidad del agua se realizan en cumplimiento con lo dispuesto en el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, de fecha 16 de julio del 2017, el cual establece los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua, para los parámetros que han sido seleccionados y analizados en la presente investigación.

En ese sentido, se presenta en la Tabla 5 los estándares establecidos en el citado Decreto, que corresponden a la Categoría 4, Conservación del Ambiente Acuático, Subcategoría 3: Ecosistemas Marino y Costeros.

Tabla 5. Estándar de calidad del agua

PARÁMETRO	UNIDAD	CATEGORÍA 4		
		E - 1	E - 2	E - 3
		LAGO Y LAGUNAS	RÍOS	ECOSISTEMAS MARINOS COSTEROS
FÍSICO - QUÍMICO				
ACEITES Y GRASAS	mg/L	5,0	5,0	5,0
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO (DBO ₅)	mg/L	5	10	10
OXIGENO DISUELTO	mg/L	≥5	≥5	≥4
POTENCIAL DE HIDROGENO (PH)	UNIDAD DE PH	6,5 - 9,0	6,5 - 9,0	6,8 - 8,5
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	mg/L	≤ 25	≤ 100	≤30
ORGÁNICO				
HIDROCARBURO DE PETROLEO TOTALES	mg/L	0,5	0,5	0,5

Fuente: ECA- CALIDAD DE AGUA MINAM

4.1.2. Análisis de los parámetros físico – químicos del agua

a. pH

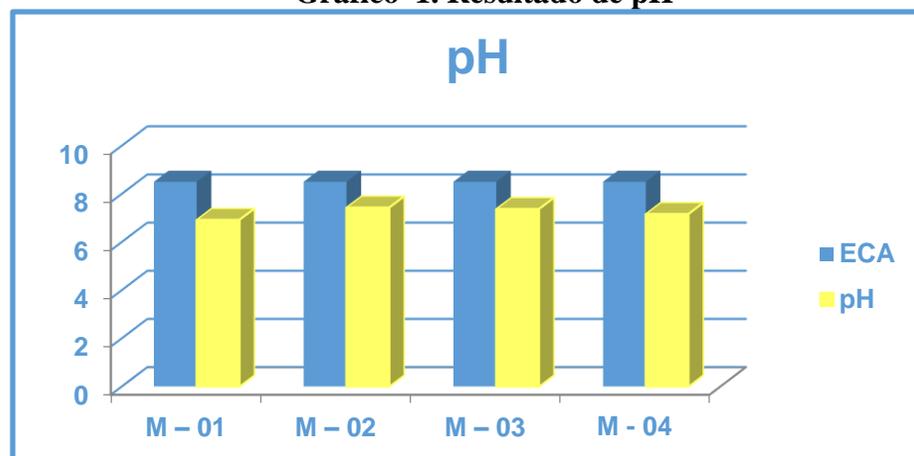
En el nivel superficial de las aguas costeras de la playa Cantolao - Sector Espigón del Abtao en la Bahía del Callao, las unidades de pH varían entre 6.92 a 7.43, determinando que el valor más alto se presentó en la segunda estación (M-02), tal como se muestra en la Tabla 6, donde se detallan los resultados de lectura de los puntos de monitoreo tomados en el área de estudio:

Tabla 6. Resultado de pH

PUNTOS DE MONITOREO	RESULTADOS	UNIDAD
M – 01	6.92	pH
M – 02	7.43	pH
M – 03	7.37	pH
M - 04	7.16	pH

Las unidades del potencial de hidrogeno del área de estudio se encuentran dentro de los valores permitidos de acuerdo al Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, donde se establece que el valor para pH es de 6,8 a 8,5; tal como se precisa en el siguiente Gráfico 1:

Gráfico 1. Resultado de pH



b. Oxígeno disuelto

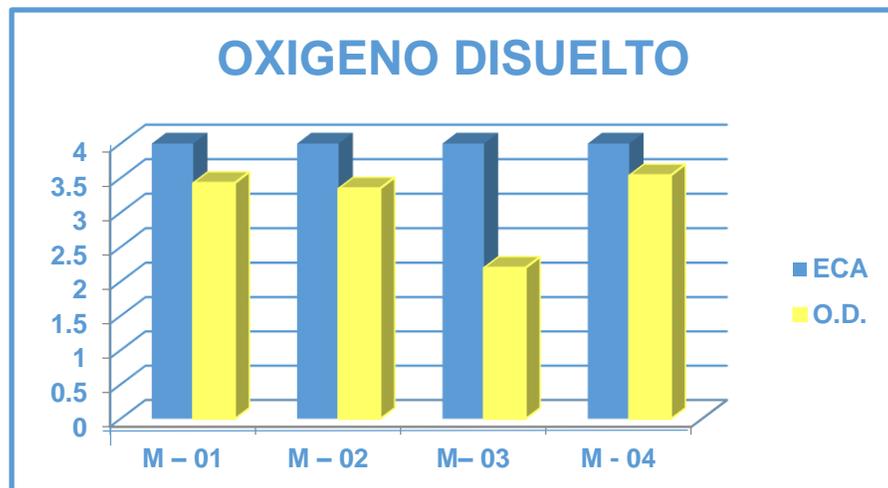
En el nivel superficial de las aguas costeras de la playa Cantolao – Sector Espigón del Abtao en la Bahía del Callao, las concentraciones del oxígeno disuelto varían entre 2.20 y 3.54 mg/L, tal como se observa en la Tabla 7, donde se detallan los resultados de lectura de los puntos de monitoreo tomados en el área de estudio:

Tabla 7. Resultado de oxígeno disuelto

PUNTO DE MONITOREO	RESULTADOS	UNIDAD
M – 01	3.43	mg/L
M – 02	3.35	mg/L
M– 03	2.20	mg/L
M - 04	3.54	mg/L

Los valores del oxígeno disuelto se encuentra por debajo del valor permitido de acuerdo al Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, donde se establece que el valor para el oxígeno disuelto es mayor a 4 mg/L, por lo tanto se precisa, que valores obtenidos están por debajo del valor estándar, tal como se precisa en el siguiente Gráfico 2:

Gráfico 2. Resultado de oxígeno disuelto



c. Aceites y grasas

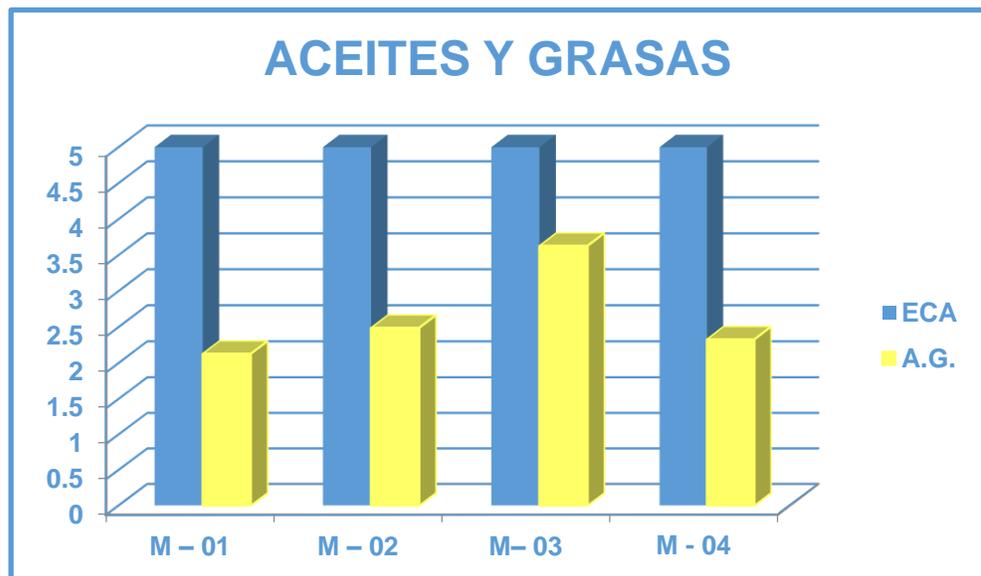
En el nivel superficial de las aguas costeras de la playa Cantolao – Sector Espigón del Abtao en la Bahía del Callao, las concentraciones de aceites y grasas varían entre 2.13 a 3.63 mg/L, tal como se observa en la Tabla 8, donde se detallan los resultados de lectura de los puntos de monitoreo tomados en el área de estudio:

Tabla 8. Resultado de aceites de y grasas

PUNTO DE MONITOREO	RESULTADOS	UNIDAD
M – 01	2.13	mg/L
M – 02	2.49	mg/L
M – 03	3.63	mg/L
M - 04	2.33	mg/L

Los valores de aceites y grasas se encuentran por debajo del valor permitido de acuerdo al Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, donde se establece que el valor para aceites y grasas es de 5,0 mg/L, tal como se precisa en el siguiente Gráfico 3:

Gráfico 3. Resultado de aceites y grasas



d. Sólidos suspendidos totales

En el nivel superficial de las aguas costeras de la playa Cantolao – Sector Espigón del Abtao en la Bahía del Callao, las concentraciones de sólidos suspendidos totales varían entre 76.5 y 118.0 mg/L, tal como se observa en la Tabla 9, donde se detallan los resultados de lectura de los puntos de monitoreo tomados en el área de estudio:

Tabla 9. Resultado de sólidos suspendidos totales

PUNTO DE MONITOREO	RESULTADOS	UNIDAD
M – 01	76.5	mg/L
M – 02	76.5	mg/L
M – 03	79.0	mg/L
M - 04	118.0	mg/L

Los valores de sólidos suspendidos totales se encuentran por encima del valor permitido de acuerdo al Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, donde se establece que el valor para sólidos suspendidos totales es de menor a 30 mg/L, tal como se precisa en el siguiente Gráfico 4:

Gráfico 4. Resultado de sólidos suspendidos totales



e. Demanda bioquímica de oxígeno

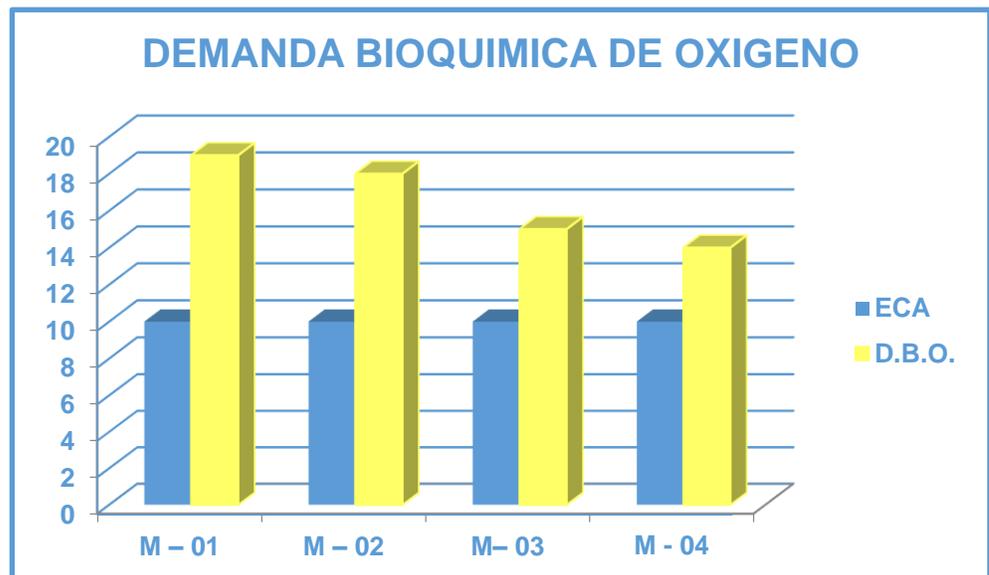
En el nivel superficial de las aguas costeras de la playa Cantolao – Sector Espigón del Abtao en la Bahía del Callao, las concentraciones de la demanda bioquímica de oxígeno varían entre 14.0 a 19.0 mg/L, tal como se observa en la Tabla 10, donde se detallan los resultados de lectura de los puntos de monitoreo tomados en el área de estudio:

Tabla 10. Resultado de DBO₅

PUNTO DE MONITOREO	RESULTADOS	UNIDAD
M – 01	19.0	mg/L
M – 02	18.0	mg/L
M – 03	15.0	mg/L
M - 04	14.0	mg/L

Los valores de la demanda bioquímica de oxígeno se encuentran por encima del valor permitidos de acuerdo al Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, donde se establece que el valor para la demanda bioquímica de oxígeno es de 10 mg/L, tal como se precisa en el siguiente Gráfico 5:

Gráfico 5. Resultado de la demanda bioquímica



f. Hidrocarburos totales de petróleo

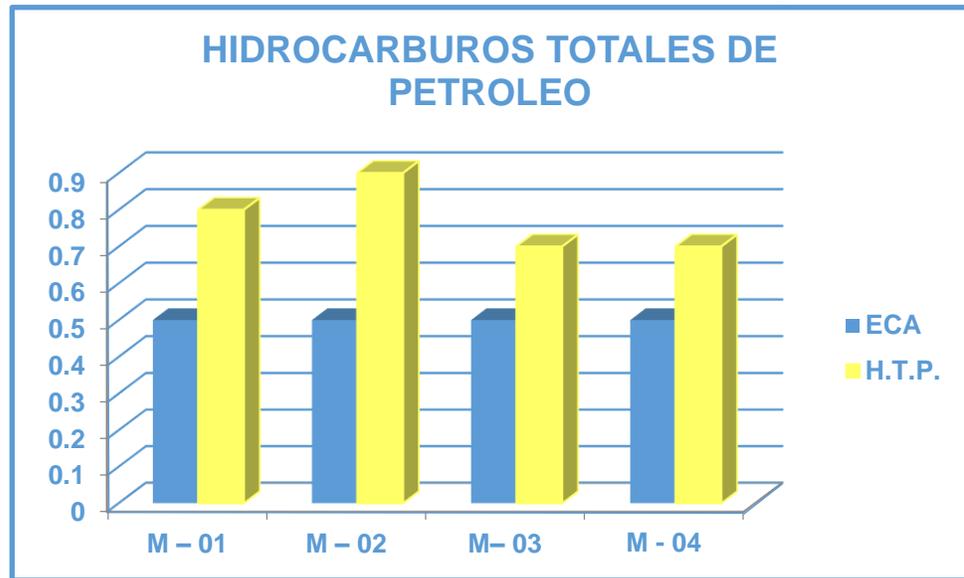
En el nivel superficial de las aguas costeras de la playa Cantolao – Sector Espigón del Abtao en la Bahía del Callao, las concentraciones de hidrocarburos totales de petróleo varían entre 0.7 a 0.9 mg/L, tal como se observa en la Tabla 11, donde se detallan los resultados de lectura de los puntos de monitoreo tomados en el área de estudio:

Tabla 11. Resultado de hidrocarburo total de petróleo

PUNTO DE MONITOREO	RESULTADOS	UNIDAD
M – 01	0.8	mg/L
M – 02	0.9	mg/L
M – 03	0.7	mg/L
M - 04	0.7	mg/L

Los valores de hidrocarburos totales de petróleo se encuentran por encima del valor permitido de acuerdo al Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, donde se establece que el valor para el hidrocarburo total de petróleo es de 0.5 mg/L, tal como se precisa en el siguiente Gráfico 6:

Grafico 6. Resultado de hidrocarburos totales de petróleo



4.2. IDENTIFICACIÓN DE LAS FUENTES DE CONTAMINACIÓN

Las fuentes de contaminación identificadas se describen en la Figura 12, de acuerdo a los resultados del análisis físico, químico y orgánico de la toma de muestras de los parámetros seleccionadas en el área de estudio, y son las siguientes:

Figura 12. Fuentes de contaminación



Zona de
fondadero de
embarcaciones



Astillero
Construcción
Maggiolo S.A.



Muelle de Guerra de
la Plaza Grau



Embarcaciones en
transito

Fuente: Elaboración propia

4.3. PROPUESTA DE RECUPERACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

En la presente investigación se plantea una propuesta de recuperación de la playa Cantolao - bahía del Callao, la cual es una estrategia de gestión ambiental que tiene como objetivo lograr recuperar la calidad de agua de mar del área de estudio, a través del desarrollo de programas relacionados al tipo de actividades que se desarrollan en la playa Cantolao en la bahía del callao.

La necesidad de establecer una propuesta de implementación es dar a conocer las medidas de manejo y control ambiental necesarias para contribuir a recuperar la playa Cantolao, las cuales pueden ser trabajadas en conjunto con entidades del sector público, privado y la población.

4.3.1. Situación actual del área

La playa Cantolao se encuentra ubicada en el litoral de la bahía del Callao, distrito del Callao, provincia constitucional del Callao. Esta bahía es una de las bahías más importantes a nivel nacional, debido a que tiene el primer puerto marítimo del Perú, pero a su vez es también considerada como una de las bahías de mayor contaminación, de acuerdo a estudios realizados por el Instituto del Mar del Perú – IMARPE. En la actualidad presenta graves problemas de contaminación, ya que cumple la función de cuerpo receptor, recibiendo permanentemente las descargas provenientes de diferentes fuentes de contaminación generadas por las actividades productivas propias de la zona de estudio, y esto se ve reflejado en sus altos valores de hidrocarburos totales de petróleo, sólidos suspendidos totales, los cuales se encuentran por encima de los valores del Estándar de Calidad Ambiental para aguas

4.3.2. Impactos ocasionados

Los impactos ambientales identificados en el área de estudio servirán como una herramienta de prevención para la conservación de la playa Cantolao – bahía del Callao.

En tal sentido, en la Tabla 12 se describe los impactos originados por las fuentes de contaminación identificados en el área de estudio:

Tabla 12. Impactos ambientales ocasionados

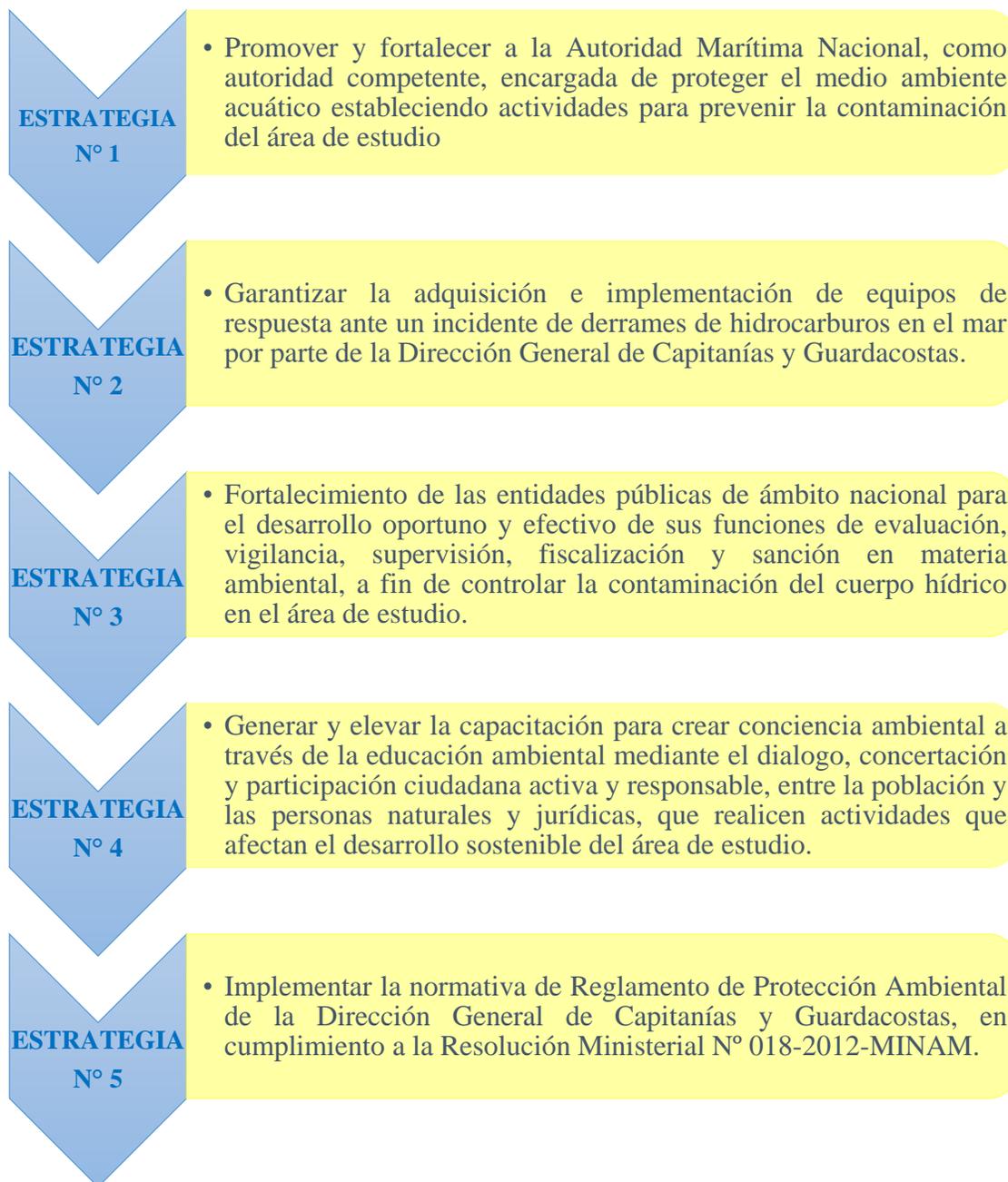
FUENTE	IMPACTO AMBIENTAL
Zona de Fondeadero de embarcaciones artesanales	<ul style="list-style-type: none"> • Impacto a la calidad del agua de la bahía • Impacto sobre el fondo marino • Impacto sobre la biodiversidad • Impacto sobre la pesca artesanal • Impacto en la salud • Impacto sobre la calidad ambiental del paisaje
Actividades realizadas por el astillero	
Muelle de Guerra de la Plaza Grau	
Embarcaciones en transito	

Fuente: Elaboración propia

4.3.3. Estrategias de recuperación

Se establecen cinco estrategias de recuperación que orientarán y articularán los objetivos de la presente propuesta de recuperación:

Figura 13. Estrategias de recuperación



Fuente: Elaboración propia

a. Estrategia N° 1:

Promover y fortalecer a la Autoridad Marítima Nacional, como autoridad competente encargada de proteger el medio ambiente acuático estableciendo actividades para prevenir la contaminación del área de estudio

Descripción:

Esta estrategia tiene como objetivo establecer los procedimientos para lograr el desarrollo armónico y sostenible mediante la mejora y la conservación de la calidad de agua del área de estudio, el cual permita a la Dirección de Medio Ambiente de la Dirección General de Capitanías y Guardacostas realizar una adecuada gestión ambiental a nivel nacional y local a través de las Capitanías de Puerto, con la finalidad de obtener información referencial y completa de las acciones en lo que respecta a la prevención, control y fiscalización ambiental en sus respectivas jurisdicciones. Ver Tabla 13.

Tabla 13. Estrategia N° 1

PROGRAMAS	RESPONSABLE	DURACION	COSTO
Capacitar a la población dedicada a la protección del ambiente marino	DICAPI	10 días	S/ 5,000
Realizar DOS (2) programas de limpieza de playas	MINAM DICAPI GORE - CALLAO	10 días	S/ 5,000
Realizar DOS (2) programas de sensibilización de protección del ambiente marino	MINAM DICAPI	10 días	S/ 5,000
Realizar DOS (2) programas de charlas a instituciones educativas y a las universidades	MINAM DICAPI	10 días	S/ 5,000
Realizar DOS (2) charlas de prevención de la contaminación por hidrocarburos procedentes de embarcaciones e instalaciones acuáticas	DICAPI	5 días	S/ 2,400
Supervisar el cumplimiento de la normativa de Estándares de Calidad Ambiental a empresas ubicadas en el área de estudio	MINAM DICAPI	5 días	S/ 1,000

Fuente: Elaboración propia

b. Estrategia N° 2:

Garantizar la adquisición e implementación de equipos de respuesta ante un incidente de derrames de hidrocarburos en el mar por parte de la Dirección General de Capitanías y Guardacostas.

Descripción:

Para la adquisición e implementación de este proyecto, es importante considerar lo establecido en el artículo 12°, inciso (7) del Decreto Supremo N° 015-2014-DE, el cual determina que la Dirección General de Capitanías y Guardacostas tiene como función ejecutar como Órgano Rector Nacional el Plan Nacional de Contingencias para la prevención, el control y combate de derrames de hidrocarburos en el medio acuático y/o franja ribereña; por lo que es necesario, que la Dirección General en su condición de Autoridad Marítima Nacional gestione con una empresa dedicada a la fabricación y venta de equipos para el control de derrames de hidrocarburos, debido a las actividades que se realizan en el medio acuático de las naves, artefactos navales, instalaciones acuáticas y embarcaciones en general; asimismo, se identificó que su Plan Nacional de Contingencia, aprobado por Decreto Supremo N° 051-DE/MGP del 02 de agosto de 1993, está basado en el modelo de “responsabilidad compartida” la cual no cuenta con equipos propios para contener los derrames de hidrocarburos en el área de su jurisdicción, con la finalidad de minimizar las consecuencias de los posibles derrames de hidrocarburos al mar y a la vez maximizar la colaboración en la preparación y respuesta a estos eventos. Ver Tabla 14.

Tabla 14. Estrategia N° 2

PROGRAMAS	RESPONSABLE	DURACION	COSTO
Adquisición de CINCO (5) barreras de contención inflables	DICAPI	20 días	S/ 15,000
Adquisición de CINCO (5) skimmer para la recuperación del hidrocarburos	DICAPI	20 días	S/ 45,000
Adquisición de CINCO (5) tanques para el almacenamiento temporal del hidrocarburo	DICAPI	20 días	S/ 45,000
Mantenimiento preventivo y correctivo de los barreras y equipos de respuesta	DICAPI	05 días	S/ 50,000
Capacitación en materia de preparación para las emergencias	DICAPI	10 días	S/ 2,500

Fuente: Elaboración propia

c. Estrategia N° 3:

Fortalecimiento de las entidades públicas de ámbito nacional para el desarrollo oportuno y efectivo de sus funciones de evaluación, vigilancia, supervisión, fiscalización y sanción en materia ambiental, a fin de controlar la contaminación del cuerpo hídrico en el área de estudio.

Descripción:

La presente estrategia busca lograr el fortalecimiento de las entidades públicas, determinando que la ejecución de este proyecto estará a cargo del Ministerio del Ambiente que es el ente encargado del Sistema Nacional de Gestión Ambiental, y que a través del Ministerio de la Producción, la Dirección General de Capitanías y Guardacostas, la Autoridad Nacional del Agua, y la Dirección General de Salud Ambiental, los cuales son organismos competentes para la conservación y protección de la calidad del agua de la bahía del Callao, cumplan la finalidad de asegurar un desarrollo sustentable mediante mecanismos de coordinación para la vigilancia y seguimiento de las actividades que se desarrollan en el área de estudio. Ver Tabla 15.

Tabla 15. Estrategia N° 3

PROGRAMAS	RESPONSABLE	DURACION	COSTO
Proponer y reglamentar de manera participativa la adecuación de lineamientos para la protección de la calidad del agua de mar del área de estudio.	MINAM	5 días	S/ 2,500
Implementar normas para inspecciones a las embarcaciones que arriben al terminal portuario del Callao o que operen en la jurisdicción de la bahía.	DICAPI	5 días	S/ 1,800
Capacitación a la población del área de estudio sobre el uso sostenido y protección de la calidad del agua de mar.	MINAM PRODUCE DICAPI	5 días	S/ 1,800
Desarrollo del plan piloto para mejorar el control de las actividades en el área de estudio.	MINAM PRODUCE DICAPI	10 días	S/ 5,000

Fuente: Elaboración propia

d. Estrategia N° 4:

Generar y elevar la capacitación para crear conciencia ambiental a través de la educación ambiental mediante el dialogo, concertación y participación ciudadana activa y responsable, entre la población y las personas naturales y jurídicas, que realicen actividades que afectan el desarrollo sostenible del área de estudio.

Descripción:

Esta estrategia consistirá en brindar charlas de capacitación e inducciones hacia el uso responsable y amigable con el ambiente por parte de la Dirección General de Capitanías y Guardacostas, considerando primero en obtener un diagnóstico y recopilación de información de los pobladores y personas que trabajen en el área de estudio, para sensibilizar en temas del uso sostenido y protección de la calidad del agua del área de estudio; asimismo, se busca orientar sobre el desarrollo de las actividades acuáticas que se realizan en el área de estudio, las cuales conllevan a realizar un mayor control y vigilancia por parte de la Autoridad Marítima Nacional, ante incidentes de contaminación, debido al incumplimiento de las normas relacionadas a la protección del medio ambiente en el ámbito acuático. Ver Tabla 16.

Tabla 16. Estrategia N° 4

PROGRAMAS	RESPONSABLE	DURACION	COSTO
Fortalecimiento de capacidades en temas del uso sostenido y protección de la calidad del agua de mar a los funcionarios de las instituciones locales de la provincia del Callao.	MINAM	5 días	S/ 1,800
Asistencia técnica a los funcionarios en temas del uso sostenido y protección de la calidad del agua de mar	MINAM DICAPE	5 días	S/ 1,800
Capacitación a la población del área de estudio sobre el uso sostenido y protección de la calidad del agua de mar	MINAM PRODUCE DICAPE	5 días	S/ 1,800
Desarrollo del plan piloto para mejorar el control de las actividades en el área de estudio	MINAM PRODUCE DICAPE	10 días	S/ 5,000

Fuente: Elaboración propia

e. Estrategia N° 5

Implementar la normativa de Reglamento de Protección Ambiental de la Dirección General de Capitanías y Guardacostas, en cumplimiento a la Resolución Ministerial N° 018-2012-MINAM.

Descripción:

Esta estrategia tiene como objetivo promover y regular una adecuada gestión para fortalecer la capacidad institucional en el ámbito de competencia de la Dirección General de Capitanías y Guardacostas (DICAPI) para lograr la protección ambiental, estableciendo los criterios, procesos y demás aspectos vinculados al desarrollo de los proyectos de inversión en el medio acuático, en cumplimiento a la Resolución Ministerial N° 018-2012-MINAM, que aprueba la Directiva para fortalecer el Desempeño de la Gestión Ambiental Sectorial, en la misma que se determina los principios, lineamientos, derechos, obligaciones y procedimientos, aplicables a las personas y a los titulares de las actividades sectoriales, así como sobre los instrumentos de gestión ambiental respectivos; debido a que resulta de mucha importancia la aprobación y cumplimiento de las normas solicitadas, debido a que permitirá el fortalecimiento del desempeño ambiental de la Autoridad Marítima Nacional. Ver Tabla 17.

Tabla 17. Estrategia N° 5

PROGRAMAS	RESPONSABLE	DURACION	COSTO
Contratación de la consultora para la elaboración de la normativa de Reglamento de Protección Ambiental	DICAPI	30 días	S/ 5,000
Proyecto del Reglamento de Protección Ambiental de DICAPI enviado al MINAM.	MINAM DICAPI	1días	S/ 1,800
Proyecto del Reglamento para los procesos administrativos sancionadores enviado al MINAM.	MINAM DICAPI	1 día	S/ 1,800
Proyecto del Reglamento de Participación Ciudadana, enviado al MINAM.	MINAM DICAPI	1 día	S/ 1,800
Aprobación de la normativa mediante Decreto Supremo.	MINAM DICAPI	5 días	S/ 1,800
Capacitación a personal de DICAPI, sobre el Diagnóstico del Sistema de Protección Ambiental.	MINAM DICAPI	5 días	S/ 1,000

Fuente: Elaboración propia

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En este capítulo, se describe y determina la discusión general de los resultados obtenidos en esta investigación, el cual tuvo como propósito evaluar los parámetros físicos químicos de cada punto de muestreo, los cuales fueron: pH, oxígeno disuelto, aceites y grasas, sólidos suspendidos totales, demanda bioquímica de oxígeno e hidrocarburos totales de petróleo.

Los resultados de la presente investigación, para la concentración del pH estuvo en el rango de 6,92 y 7,43 unidades de pH, lo que muestra que su carácter tiende a ser levemente alcalino, siendo este resultado el apropiado para los procesos biológicos en el agua, si bien es cierto los cambios de pH en el agua, son de gran importancia para muchos organismos, gran parte de ellos se han adaptado a la vida en el agua con un nivel de pH específico y pueden morir al percibir cambios bruscos; es preciso indicar, que los valores van de acuerdo a los estudios realizados por la Dirección de Hidrografía y Navegación (2013), donde sus resultados varían entre 7.8 a 8.3 unidades de pH; asimismo, los valores obtenidos se encuentran dentro lo establecido por el Ministerio del Ambiente (2017).

En cuanto a la concentración del oxígeno disuelto de la presente investigación, sus resultados varían entre 2.20 y 3.54 mg/L, estableciendo que estos valores están por debajo del valor estándar, por lo que es preciso mencionar el estudio de investigación de la Dirección de Hidrografía y Navegación (2013), donde determina que la presencia y concentración del parámetro de oxígeno disuelto, es esencial para garantizar el mantenimiento de los organismos vivos, su reproducción y desarrollo; así como también para evaluar los efectos de potenciales agentes contaminantes, ya que cuando hay bajos niveles o ausencia de oxígeno en el agua, puede ser un indicador de contaminación elevada.

El parámetro de aceites y grasas en el presente estudio tiene un rango de concentración que va entre 2.13 a 3.63 mg/L, rangos de menor concentración, lo que indica un 20% de diferencia de los resultados de la tesis de investigación de Vallejo Huamán, A. (2010), donde su valor se encuentra entre 2,0 y 8,0 mg/l; respecto a sus resultados, concluyendo que las áreas del litoral costero donde se presentan un mayor nivel de aceites y grasas, son aquellas donde hay mayor influencia de plantas de harina de pescado; por lo tanto, este parámetro presenta valores por debajo del estándar de calidad ambiental del agua en cumplimiento al Ministerio del Ambiente (2017), debido a que no existen plantas que procesan harina de pescado en el área de estudio.

Cabe mencionar, que los valores de concentración del parámetro de Sólidos Suspendidos Totales del presente tema de investigación, varía entre 55,7 mg/L y 118,0 mg/L, observándose que los valores exceden lo establecido en el Estándar de Calidad Ambiental para agua aprobado por el Ministerio del Ambiente (2017); en comparación a los valores de la tesis de Bocanegra Delgado, S. (2015), donde determina un 60 % de diferencia, debido a que sus valores van entre 621 mg/l y 628.25 mg/l, concluyendo que si bien es cierto, las concentraciones de este parámetro son de gran importancia para la evaluación de la calidad del agua, debido a que afecta a una serie de factores como son la concentración de sólidos y la velocidad de las reacciones químicas y bioquímicas, ya que aumentan considerablemente la temperatura, esto quiere decir que el momento en que se sufra una alza en ella, el entorno en el que se encuentre el agua, se verá afectado, ya que hay formación de nuevos compuestos que en un momento pueden llegar a ser tóxicos bien sea para el ambiente o para los seres vivos.

Respecto, a los valores de la Demanda Bioquímica de Oxígeno en el presente trabajo de investigación, se establece que presentan una concentración que varía entre 14,0 mg/L a 19,0 mg/L; determinando que supera los valores permitidos por los estándares de calidad ambiental del agua, siendo así que los altos valores de la demanda bioquímica de oxígeno indicarían que el agua está contaminada y necesitaría de un tratamiento para la conservación de la calidad del agua, de acuerdo al estudio realizado por Bocanegra Delgado, S. (2015).

Para el parámetro de Hidrocarburos Totales de Petróleo de la presente investigación, sus resultados presentan valores en un rango de 0.7 mg/L a 0.9 mg/L, lo cual puede considerarse como un impacto de nivel crítico para el área de estudio, debido a que supera los valores permitidos en los estándares de calidad ambiental para agua; por lo tanto, concuerda con lo indicado por Scarzi Guzmán, J. (2001), quien en su tesis de investigación determina que la contaminación que afecta la rada interior se produce por agentes de residuos oleosos, proponiendo un convenio con el Instituto del Mar del Perú (IMARPE) y la Base Naval para realizar la medición de los parámetros físicos, químicos biológicos y toxicológicos de las aguas de la Rada Interior del Callao; asimismo, se especifica que el inadecuado manejo de los residuos oleosos demuestran un alto grado de contaminación que afecta la rada interior del Callao y esta situación conlleva a un alto riesgo de contaminación del ecosistema marino costero, por ser una zona de tan importante biodiversidad marina; asimismo, los resultados de los estudios realizados por el Instituto del Mar del Perú (1997), concuerdan con lo obtenido en esta investigación, donde el parámetro de Hidrocarburos Totales de Petróleo presenta una concentración en una diferencia de 3%, lo cual puede considerarse como un impacto de nivel crítico para el área de estudio, debido a que supera los valores permitidos en los estándares de calidad ambiental para agua.

Por lo expuesto, se determina que los resultados demuestran que sobrepasan los valores permitidos de los estándares de calidad ambiental para agua, por lo que es necesario que la Dirección General de Capitanías y Guardacostas, al ser autoridad competente sobre las actividades que se desarrollan en el medio acuático, intervenga con acciones preventivas y correctivas contra la contaminación marina, por lo que en esta investigación se propone una estrategia de recuperación del área de estudio, el cual tiene como finalidad proponer estrategias mediante el desarrollo de programas para reducir y eliminar las fuentes de contaminación que causan impacto en el agua de mar.

VI. CONCLUSIONES

6.1. CONCLUSIÓN GENERAL

La playa Cantolao – sector Espigón del Abtao en la bahía del Callao, constituye un medio acuático donde se desarrollan actividades importantes como son la industria, el turismo y la pesca en la zona costera, lo cual sirve como base para determinar las condiciones en las que se encuentra esta zona, y a partir de la cual presentar una propuesta de recuperación, lo que contribuirá a mejorar la calidad del agua para la conservación del ámbito acuático del sector del área de estudio.

6.2. CONCLUSIONES ESPECÍFICAS

- Para el diagnóstico situacional de la calidad del agua de mar de la zona de estudio, se realizó la toma de muestras del agua de mar de la playa Cantolao – sector Espigón del Abtao en la bahía del Callao, donde se determinó los siguientes parámetros: pH, Oxígeno Disuelto, Aceites y Grasas, Sólidos Suspendedos Totales, Demanda Bioquímica de Oxígeno e Hidrocarburos Totales de Petróleo.
- Asimismo, se realizó la comparación de resultados con los parámetros establecidos para la Categoría 4, Conservación del Ambiente Acuático, Subcategoría 3: Ecosistemas Marino y Costeros del Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM – Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua.

Parámetros determinados en campo	Parámetros que se determinaron en Laboratorio
<ul style="list-style-type: none">• pH• Oxígeno disuelto	<ul style="list-style-type: none">• Aceites y grasas• Sólidos Suspendedos Totales• Demanda Bioquímica de Oxígeno• Hidrocarburos Totales de Petróleo

De la evaluación de las concentraciones de parámetros físicos – químicos y orgánicos del agua de mar de la playa Cantolao – sector Espigón del Abtao en la bahía del Callao, se concluyó lo siguiente:

Parámetro	Resultado
pH	Las concentraciones de pH en las CUATRO (4) estaciones de monitoreo del presente estudio, presentan un rango entre 6.92 a 7.43, determinando que el valor más alto se presentó en la segunda estación (M-02), por lo que se encontraron dentro de los valores permitidos de acuerdo al Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, donde se establece que el valor para pH es de 6,8 a 8,5.
Oxígeno Disuelto	Las concentraciones del parámetro de oxígeno disuelto en las CUATRO (4) estaciones de monitoreo del presente estudio, presentan un rango entre 2.20 y 3.54 mg/L, determinando que estos valores se encuentra por debajo del valor permitido de acuerdo al Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, donde se establece que el valor para el oxígeno disuelto es mayor a 4 mg/L.
Aceites y Grasas	Las concentraciones del parámetro de aceites y grasas en las CUATRO (4) estaciones de monitoreo del presente estudio, presentan un rango entre 2.13 a 3.63 mg/L, encontrándose por debajo del valor permitido de acuerdo al Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, donde se establece que el valor para aceites y grasas es de 5,0 mg/L.

Parámetro	Resultado
<p>Solidos Suspendidos Totales</p>	<p>Las concentraciones del parámetro de solidos suspendidos totales en las CUATRO (4) estaciones de monitoreo del presente estudio, presentan un rango entre 76.5 y 118.0 mg/L, determinándose que los valores se encuentran por encima del valor permitido de acuerdo al Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, donde se establece que el valor para solidos suspendidos totales es de menor a 30 mg/L, sobre todo en la estación M – 04, donde se presenta un valor superior a lo permitido.</p>
<p>Demanda Bioquímica de Oxigeno</p>	<p>Las concentraciones del parámetro de demanda bioquímica de oxígeno en las CUATRO (4) estaciones de monitoreo del presente estudio, presentan un rango entre 14.0 a 19.0 mg/L, sobre todo en la estación M-01 y M-02, donde se reporta que se encuentra por encima del valor permitido de acuerdo al Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, donde se establece que el valor para la demanda bioquímica de oxigeno es de 10 mg/L.</p>
<p>Hidrocarburos Totales de Petróleo</p>	<p>Las concentraciones del parámetro de Hidrocarburos Totales de Petróleo en las CUATRO (4) estaciones de monitoreo del presente estudio, presentan un rango entre 0.7 a 0.9 mg/L, los cuales superaron el valor estándar de acuerdo al Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, donde se establece que el valor es de 0.5 mg/L,</p>

Cabe precisar que de los resultados obtenidos en los análisis de laboratorio y su comparación con el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, en la Categoría 4, las concentraciones de los parámetros de Sólidos Suspendidos Totales, Demanda Bioquímica de Oxígeno e Hidrocarburos Totales de Petróleo, indican que el 62% de los puntos de monitoreo evaluados exceden el ECA para agua, lo que significa que son indicadores confiables de que existe contaminación en playa Cantolao – sector Espigón del Abtao en la bahía del Callao.

- De los resultados de los análisis de muestras de los parámetros físicos – químicos y orgánicos del agua de mar de la playa Cantolao – sector Espigón del Abtao en la bahía del Callao, se identificó que las fuentes de contaminación identificadas en el área de estudio son las siguientes:
 - Zona de fondeadero de embarcaciones
 - Astillero Construcción Maggiolo S.A.
 - Muelle de Guerra de la Plaza Grau
 - Embarcaciones en tránsito

- Se plantea una alternativa de solución para mejorar la calidad del agua de mar del área de estudio, las cuales se encuentran detalladas en el Capítulo IV, en el ítem 4.3, donde se desarrolla la Propuesta de Recuperación del área de estudio, y se describen las estrategias de recuperación, las mismas que se desarrollarán en un tiempo aproximado de CIENTO SETENTA Y OCHO (178) días, con la inversión de s/ 215,600.000; teniendo como objetivo establecer y orientar acciones para la

recuperación y rehabilitación ambiental de la zona del área de estudio, enfatizando los ecosistemas marinos costeros en el marco del desarrollo sostenible, en la cual se espera la participación organizada de la población en coordinación con las autoridades competentes del sector público y las empresas privadas, para desarrollar acciones efectivas adecuadas a la prevención y al control de la calidad ambiental del área de estudio.

VII. RECOMENDACIONES

La evaluación de la calidad del agua de mar de la playa Cantolao – sector Espigón del Abtao en la bahía del Callao, establece una serie de medidas que permitirán mejorar la calidad del agua de mar del área de estudio, partiendo por alcanzar la recuperación ambiental de esta zona donde se deberá considerar lo siguiente:

- Generar y elevar la capacitación para crear conciencia ambiental a través de la educación ambiental mediante el dialogo, concertación y participación ciudadana activa y responsable, entre la población y las personas naturales y jurídicas, que realicen actividades que afectan el desarrollo sostenible del área de estudio.
- Propiciar que las empresas que operan en el área de estudio, realicen sus respectivos monitoreo de agua en el cuerpo marino receptor, a fin de vigilar la calidad de agua del área de estudio, para así tomar medidas de contingencia cuando se detecten impactos ambientales significativos.
- Desarrollar el conocimiento en la población y las empresas sobre la biodiversidad marina, la cual estará orientada al desarrollo de estrategias de conservación, diseño de programas de manejo sustentable de recursos, sobre la creación de áreas protegidas marinas y de establecimientos de programas de monitoreo, así como también de la elaboración de cartas de sensibilidad.

- Impartir y generar conciencia y preparar la capacidad de respuesta o compromisos con la gestión ambiental en el área de estudio, incorporando a la población, sus autoridades e instituciones, así como a la inversión privada el buen desempeño de la calidad ambiental de la bahía, reforzando las normas, los mecanismos de articulación, los procedimientos y logística para la toma de decisiones y dotar recursos administrativos, humanos y presupuestales para la implementación adecuada y sostenible del plan.
- Las entidades públicas de ámbito nacional deben desarrollar de manera oportuna y efectiva sus funciones de evaluación, vigilancia, supervisión, fiscalización y sanción en materia ambiental, a fin de controlar la contaminación del cuerpo hídrico en el área de estudio.
- Establecer convenios de cooperación interinstitucional con entidades del estado, entre ellos estaría el Ministerio del Ambiente, Instituto del Mar Peruano y la Dirección General de Capitanías y Guardacostas, a fin de cumplir con la aplicación de las normativas legales, técnicas y ambientales.
- Proponer un convenio con la Capitanía del Puerto del Callao (CAPICALA), el Instituto del Mar del Perú (IMARPE) y la Dirección de Hidrografía y Navegación (HIDRONAV), para realizar la medición y evaluación de los parámetros físicos, químicos, biológicos y orgánicos, a fin de poder determinar los efectos causados en la calidad del agua del recurso hídrico en todo el litoral de la Bahía del Callao.

- La legislación nacional relacionada con la protección del medio marino, está bajo responsabilidad de diferentes autoridades gubernamentales, por lo tanto, se necesita un alto grado de coordinación entre tales autoridades para enfrentar apropiadamente el problema de la provisión y operación de instalaciones de recepción de mezclas oleosas.
- Las entidades públicas de ámbito nacional deben desarrollar de manera oportuna y efectiva sus funciones de evaluación, vigilancia, supervisión, fiscalización y sanción en materia ambiental, a fin de controlar la contaminación del cuerpo hídrico en el área de estudio.
- Elaborar, aprobar e implementar un marco normativo técnico – legal de nivel sectorial o local, para asegurar la ejecución de proyectos de recuperación y control ambiental sectorial y local, con la finalidad de promover, mejorar y conservar la calidad ambiental del área de estudio y garantizar su efectivo cumplimiento.
- Promover e impulsar acuerdos entre las empresas, para la protección y recuperación ambiental del área de estudio, aplicando principios de producción más limpia y optando por sistemas de gestión ambiental acreditados.
- En el presente trabajo de tesis se dejan posibles temas de investigación que puedan ser desarrollados posteriormente, así mismo nuevos proyectos o mejoras en los mismos que se puedan implementar en el mismo.

VIII. REFERENCIAS

- Alfonso, M., & Lopez, E. (2012). *La contaminacion marina* . Gijon, España.
- Alvarado Velazco, K. (2012). *Indices de calidad de agua de mar frente a la costa de Zorritos - Tumbes*. Tesis, Lima.
- Ancieta Dextre, C. (2012). *Modelo matematico para determinar la calidad del agua de mar en la bahia del Callao*. Lima, Perú.
- Angelier, E. (2002). *Ecología de las aguas corrientes*. Acribia, España.
- Arriaga Mosquera, L. (1976). *La contaminación en el Océano Pacifico Suroriental (Ecuador – Perú – Chile)*.
- Autoridad Nacional del Agua. (2009). *Ley de Recursos Hídricos*. Lima, Perú.
- Autoridad Nacional del Agua. (2016). *Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos*. Lima, Perú.
- Autoridad Nacional del Agua. (2018). *Metología para la determinación del indice de calidad de agua aplicada a los cuerpos de agua continentales superficilaes*. Lima, Perú.
- Barrenechea Martel, A. (2014). *Aspectos fisicoquímicos de la calidad del agua*. España.
- Bocanegra Delgado, S. (2015). *Calidad de agua para uso agricola y conservacion de recursos en la Cuenca Baja del Rio Moche Julio - Diciembre 2014. La Libertad*. La Libertad.
- Bueno Zamora, J. L. (1978). *Evaluación de la calidad del agua en la bahia de Acapulco*. Monterrey, México.
- Cabrera Carranza, C. F. (2002). *Estudio de la contaminación de las aguas costeras en la bahía de Chancay: Propuesta de recuperacion*. Lima, Perú.
- Castillo Alcántara, R. (2006). *Gestión ambiental para la recuperación de la bahía de Paracas en el ámbito marino*. Lima, Perú.

- Cerna Rubio, F. (2012). *Contaminación de la Bahía El Ferrol con aguas residuales domésticas y propuesta de gestión ambiental*. Trujillo, Perú.
- Contraloria General de la Republica (2003). *Coadyuvando con la gestión ambiental desarrollada por la Direccion General de Capitanias y Guardacostas*. Lima, Perú.
- Contraloria General de la Republica . (2008). *Informe bahia del Callao*. Lima, Perú.
- Del Castillo Alcantara, R. (2006). *Gestión ambiental para la recuperación de la bahia de Paracas en el ámbito marino*. Lima, Perú.
- Diaz Paredes, E. (2012). *Evaluación de la calidad del ambiente marino costero del puerto Malabrigo, noviembre 2011 a abril 2012*. La Libertad, Perú.
- Direccion de Hidrografia y Navegacion (1994). *Caracterizacion de la dinamica costera en la Punta - Callao*. Lima, Perú.
- Direccion de Hidrografia y Navegacion . (2013). *Normas tecnicas para el procedimiento de muestreo y analisis de agua de mar y sedimento marino* . Lima, Perú.
- Dirección General de Capitanias y Guardacostas. (2014). *Reglamento del Decreto Legislativo N° 1147*. Lima, Perú.
- Dirección General de Salud. (2005). *Monitoreo de la bahía del Callao*. Lima, Perú.
- Hernandez Sampieri, R. (2014). *Metodologia de la Investigacion. Edicion 6*. D.F., Mexico.
- Hernandez Villafuerte, C. (2012). *Calidad de Agua de la Bahia de Santo Tomas*. Guatemala.
- Instituto del Mar del Perú. (1978). *Contaminación en el puerto del Callao*. Callao, Perú.
- Instituto del Mar del Perú. (1980). *Contaminación marina en el Perú*. Callao, Perú.
- Instituto del Mar del Perú. (1997). *Evaluacion de la calidad del medio marino en la bahia del Callao*. Lima, Perú.
- Instituto del Mar del Perú. (2008). *Evaluación ambiental en zonas marinas costeras del Perú 2002, 2003 y 2004*. Lima, Perú.

- Instituto del Mar del Perú. (2010). *Informe nacional sobre el estado del ambiente marino del Perú*. Lima, Perú.
- Malnati Fano, L. (1976). *La contaminación de aguas en el Perú y rol del Ministerio de Salud en su control*. Lima, Perú.
- Ministerio del Ambiente. (2005). *Ley General del Ambiente*. Lima, Perú.
- Ministerio del Ambiente. (2009). *Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental*. Lima, Perú.
- Ministerio del Ambiente. (2016). *Grupo Técnico de Manejo integrado de la zona marino costera*. Lima, Perú.
- Ministerio del Ambiente. (2012). *Glosario de términos para la gestión ambiental peruana. 2012*. Lima, Perú.
- Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental. (2015). *Instrumentos básicos para la fiscalización ambiental*. Lima, Perú.
- Paz Acosta, J. (2006). *Gestión ambiental en la playa la arenilla para mejorar la calidad de vida de la población del distrito de La Punta - Callao*. Callao, Perú.
- Perez Calderon , L. (1984). *Contaminación de la bahía de Cartagena*. Bogota, Colombia.
- Programa de las Naciones Unidas. (1999). *Diagnostico regional sobre las actividades y fuentes terrestres de contaminación que afectan los ambientes marinos, costeros y dulceacuicolas en el Pacífico Sudeste*.
- Sanchez Rivas, G., Orozco Moreyra, R., & Jacinto Tayco , E. (1998). *Estado de la contaminación marina en el litoral Peruano en 1994 y 1995*. Lima, Perú.
- Scarzi Guzman, J. (2001). *La contaminación en la rada interior del Callao y la alternativa de solución*. Lima, Peru.
- Secretaria de Estado de Medio Ambiente (2003). *Norma ambiental sobre calidad del agua y control de descargas*. Santo Domingo, República Dominicana.

Silva Cázares, N. (2011). *Estudio Comparativo de la calidad del agua de mar en las playas de Acapulco*. TESIS, Queretaro.

Vallejo Huamán, A. (2010). *Niveles de Contaminacion en el litoral sur de la bahia de Talara por aceites - grasas y metales pesados*. Piura.

Weiner, E. (2000). *Application of environmental chemistry*. Estados Unidos.

IX. ANEXOS

Anexo 1. Registro fotográfico en el área



Fuente propia: En la foto se observa el área de estudio que comprende la playa Cantolao - sector Construcciones Maggiolo y el espigón del Abtao en la bahía del Callao.



Fuente propia: En la foto se observa la zona de fondeadero de embarcaciones ubicadas por el espigón del Abtao en la bahía del Callao.



Fuente propia: En la foto se observa la zona de playa entre el sector Construcción Maggiolo y el espigón del Abtao.



Fuente propia: En la foto se observa la zona de playa de Construcciones Maggiolo en la bahía del Callao.

Anexo 2. Trabajo de campo



Fuente propia: En la foto se observa el equipo de trabajo conformado por la tesista y el personal de apoyo para el muestreo, dicho trabajo se realizó en la embarcación “TIA MARIA”.



Fuente propia: En la foto se observa el equipo multiparametro HACH - modelo HQ40d, para la medición de los parámetros de campo en el área de estudio.

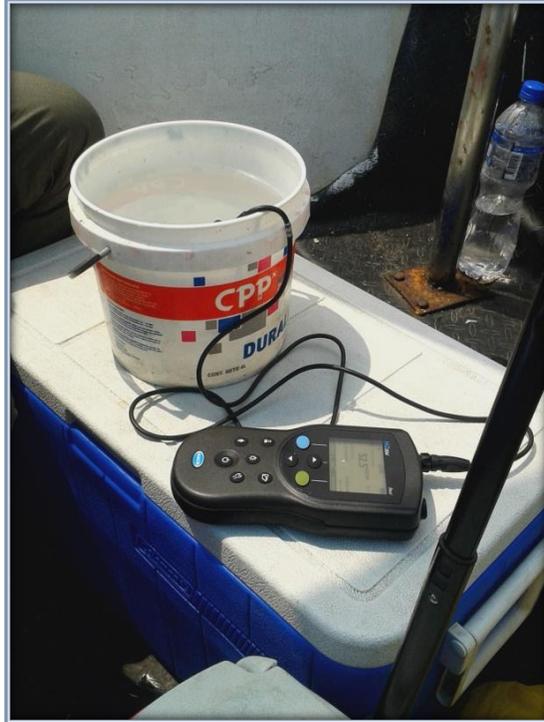


Fuente propia: En la de las coordenadas de en el área de estudio.

foto se observa la determinación ubicación del punto de muestreo



Fuente propia: En la foto se observa al personal de apoyo para la toma de muestra en el área de estudio.



Fuente propia: En la foto lectura de los parámetros multiparametro HACH - modelo HQ40d.

se observa la determinación y de campo mediante el equipo



Fuente propia: En la foto se observa el resultado de la lectura del parámetro de pH, mediante el equipo multiparametro HACH - modelo HQ40d.

Anexo 3. Análisis de laboratorio



Fuente propia: Muestras recolectadas para cada parámetro físico, químico y orgánico en las cuatro estaciones del área de estudio.



Fuente propia: Reactivos utilizados para el análisis de los parámetros físicos, químicos y orgánicos.



Fuente propia: Filtros de fibras de vidrio rotulados para el análisis del parámetro de sólidos suspendidos totales.



Fuente propia: Filtros de fibras de vidrio colocados en la estufa para secado, para el respectivo análisis del parámetro de sólidos suspendidos totales



Fuente propia: Para el análisis de los sólidos suspendidos totales, se procede a utilizar 200ml. de la muestra colocando su respectivo filtro de vidrio rotulado en el aparato de filtración, por cada estación monitoreada.

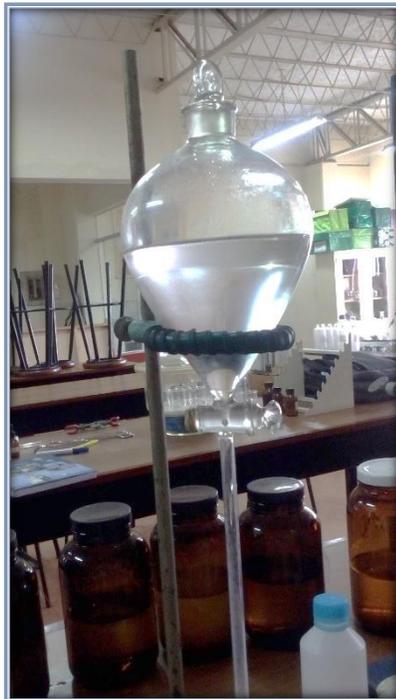


Fuente propia Filtros de
el desecador para el



fibras de vidrio colocados en
respectivo secado.

Fuente propia: Se procede a pesar en la balanza analítica cada filtro de vidrio para obtener el peso de los sólidos suspendidos en gramos para aplicarla a la fórmula y obtener el resultado de dicho parámetro.



Fuente propia: Análisis del parámetro de aceites y grasas.



Fuente propia: Solución del Reactivo 1 – Sulfato Manganoso ($MnSO_4$) y del Reactivo 2 – Hidróxido de Sodio ($NaOH$), para el respectivo análisis de la Demanda Bioquímica de Oxígeno.



Fuente propia: Muestras del día 0 en las botellas de incubación para determinar el análisis del parámetro de Demanda
de de Oxígeno.
Bioquímica



Fuente propia: Muestras son puestas a incubar, para luego ser analizada a los 5 días de incubación a 20°
C.



Fuente propia: A cada muestra se le agrega 1ml de reactivo de la solución de sulfato manganoso y la solución de sulfato de sodio, ambas disueltas en agua destilada.



Fuente propia: Para titular se utiliza un volumen de 200 ml de las muestras, agregándole tiosulfato de sodio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) hasta su punto final.



Fuente propia: La titulación de las muestras para analizar el parámetro de demanda bioquímica de oxígeno es determinada por el indicador almidón.

Anexo 4. Fichas técnicas

FICHA TECNICA PUNTO DE CONTROL DE MONITOREO		M - 01
NOMBRE DEL CUERPO DE AGUA	BAHIA DEL CALLAO	
CLASIFICACION DEL CUERPO DE AGUA	BAHIA DEL CALLAO	
IDENTIFICACION DEL PUNTO DE MONITOREO		
CODIGO DEL PUNTO DE MONITOREO	M - 01	
DESCRIPCION DEL PUNTO DE MONITOREO	Zona de Fondeo del Área N° 1 – Bahía del Callao	
FINALIDAD DEL MONITOREO	TESIS - EVALUACION DE LA CALIDAD DE AGUA DE MAR	
UBICACIÓN		

DISTRITO	CALLAO	
PROVINCIA	CALLAO	
DEPARTAMENTO	LIMA	
COORDENADAS (WGS84)		
ZONA	18 S	
PUNTO M -01	NORTE	8'666,266.850
	ESTE	265, 645.887
	LATITUD	12° 03' 23.800" S
	LONGITUD	77° 09' 10.100" W
FOTOGRAFÍA DEL ÁREA		

FICHA TECNICA		M - 02
PUNTO DE CONTROL DE MONITOREO		
NOMBRE DEL CUERPO DE AGUA	BAHIA DEL CALLAO	
CLASIFICACION DEL CUERPO DE AGUA	BAHIA DEL CALLAO	
IDENTIFICACION DEL PUNTO DE MONITOREO		
CODIGO DEL PUNTO DE MONITOREO	M - 02	
DESCRIPCION DEL PUNTO DE MONITOREO	Zona Espigón del Abtao	
FINALIDAD DEL MONITOREO	TESIS - EVALUACION DE LA CALIDAD DE AGUA DE MAR	
UBICACIÓN		
DISTRITO	CALLAO	

PROVINCIA		CALLAO
DEPARTAMENTO		LIMA
COORDENADAS (WGS84)		
ZONA		18 S
PUNTO M -01	NORTE	8'666,111.537
	ESTE	265, 686.434
	LATITUD	12° 03' 28.850" S
	LONGITUD	77° 09' 08.800" W
FOTOGRAFÍA DEL ÁREA		
FICHA TECNICA		M - 03
PUNTO DE CONTROL DE MONITOREO		
NOMBRE DEL CUERPO DE AGUA	BAHIA DEL CALLAO	
CLASIFICACION DEL CUERPO DE AGUA	BAHIA DEL CALLAO	
IDENTIFICACION DEL PUNTO DE MONITOREO		
CODIGO DEL PUNTO DE MONITOREO	M - 03	
DESCRIPCION DEL PUNTO DE MONITOREO	Zona del Astillero Construcciones Maggiolo	
FINALIDAD DEL MONITOREO	TESIS - EVALUACION DE LA CALIDAD DE AGUA DE MAR	
UBICACIÓN		
DISTRITO	CALLAO	

PROVINCIA		CALLAO
DEPARTAMENTO		LIMA
COORDENADAS (WGS84)		
ZONA		18 S
PUNTO M -01	NORTE	8'665,967.949
	ESTE	265, 602.851
	LATITUD	12° 03' 33.500" S
	LONGITUD	77° 09' 11.600" W
FOTOGRAFÍA DEL ÁREA		
FICHA TÉCNICA PUNTO DE CONTROL DE MONITOREO		M - 04
NOMBRE DEL CUERPO DE AGUA	BAHIA DEL CALLAO	
CLASIFICACION DEL CUERPO DE AGUA	BAHIA DEL CALLAO	
IDENTIFICACION DEL PUNTO DE MONITOREO		
CODIGO DEL PUNTO DE MONITOREO	M - 04	
DESCRIPCION DEL PUNTO DE MONITOREO	Zona del Astillero Construcciones Maggiolo	
FINALIDAD DEL MONITOREO	TESIS - EVALUACION DE LA CALIDAD DE AGUA DE MAR	
UBICACIÓN		
DISTRITO	CALLAO	

PROVINCIA		CALLAO
DEPARTAMENTO		LIMA
COORDENADAS (WGS84)		
ZONA		18 S
PUNTO M -01	NORTE	8'665,790.107
	ESTE	265, 658.704
	LATITUD	12° 03' 39.300" S
	LONGITUD	77° 09' 09.800" W
FOTOGRAFÍA DEL ÁREA		

Anexo 5. Informe de calibración del equipo multiparametro



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad
Metrología

Informe de Calibración

LMQ - 016 - 2016

Laboratorio de Metrología Química

Página 1 de 4

Expediente	87148	<p>Este informe de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)</p> <p>La Dirección de Metrología custodia, conserva y mantiene los patrones nacionales de las unidades de medida, calibra patrones secundarios, realiza mediciones y certificaciones metrologías a solicitud de los interesados, promueve el desarrollo de la metrología en el país y contribuye a la difusión del Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú. (SLUMP).</p> <p>La Dirección de Metrología es miembro del Sistema Interamericano de Metrología (SIM) y participa activamente en las intercomparaciones que éste realiza en la región.</p> <p>Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario está obligado a recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.</p>
Solicitante	SOLUCIÓN INTEGRAL EN MINERÍA Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.	
Dirección	Jr. Los Huertos N°1915 Urb. San Hilarión - San Juan de Lurigancho	
Instrumento de Medición	MEDIDOR DE PH	
Intervalo de Indicaciones	pH 2 a pH 14 (*)	
Resolución	pH 0,01 (**)	
Temp. de Referencia	25 °C	
Marca	HACH	
Modelo	HQ40d (del medidor); PHC 101 (de la sonda de pH)	
Procedencia	USA	
Número de Serie	120500071900 (del medidor); 132042587007 (de la sonda de pH)	
Fecha de Calibración	2016-02-15	

Este informe de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización de la Dirección de Metrología del INACAL.
Informes sin firma y sello carecen de validez.

Fecha	Responsable del Área de Metrología Química	Responsable del laboratorio
 2016-02-17	 GALIA ETYLA TICONA GAMZA	 STEVE ACCO GARCIA

Instituto Nacional de Calidad - INACAL
Dirección de Metrología
Calle Las Cometas N° 875, San Isidro, Lima - Perú
Tel: (01) 810-8800 Anexo 8801
Email: gerencia@inacal.gob.pe
Web: www.inacal.gob.pe

Expediente	00100
Solicitante	SOLUCIÓN INTEGRAL EN MINERÍA Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.
Dirección	Jr. Los Huertos N°1915 Urb. San Hilarión - San Juan de Lurigancho
Instrumento de Medición	MEDIDOR DE OXÍGENO DISUELTO
Intervalo de Indicación	0.1 mg/L a 20 mg/L 1 % a 200 %
Resolución	0.1 mg/L 0.1 %
Marca	HACH
Modelo	HQ40d
Procedencia	USA
Número de Serie	120500071900 (del medidor) 150302597004 (de la sonda)
Fecha de Calibración	2016-05-10

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite. Certificados sin firma y sello carecen de validez.



Environmental Service Group



Alexander Rodriguez R.
Responsable de Calibración



Alex Colquima Apaza
CIP 111046
Responsable del Laboratorio