



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**Mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas  
Residuales en Barcaza Oro para prevenir la contaminación del  
mar de Talara**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERA AMBIENTAL**

**AUTORA:**

Palacios Saavedra, Gianella Nailin (ORCID: 0000-0001-9200-9325)

**ASESOR:**

Mg. Herrera Díaz, Marco Antonio (ORCID: 0000-0002-8578-4259)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Tratamiento Y Gestión De Los Residuos

**LIMA — PERÚ**

**2021**

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a mi madre Manuela Socola Clavijo, gracias a su amor, apoyo y motivación he logrado cumplir esta meta.

## **AGRADECIMIENTO**

Primero agradezco a Dios, por darme la oportunidad de vivir, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por estar conmigo en cada paso que doy.

A mi abuela Manuela Socola. Por su apoyo incondicional, por sus consejos, sus valores, por la crianza que recibí y que me ha permitido ser una mujer de bien, por ser mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio, pero más que nada, por su amor. Gracias por que estas ganas de triunfar y seguir creciendo lo aprendí de ti.

A Mi madre Margot Saavedra, por darme la vida, quererme mucho y por luchar cada día para brindarme la oportunidad de estudiar una carrera universitaria. Mamá gracias por darme una profesión para mi futuro, todo esto te lo debo a ti.

Tampoco puedo olvidar a las personas que me dieron la mano para poder culminar con este trabajo de investigación.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
RESUMEN .....	viii
ABSTRACT .....	ix
<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>II. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>5</b>
<b>III. METODOLOGÍA.....</b>	<b>11</b>
3.1 Tipo y diseño de investigación .....	12
3.2 Categorías, subcategorías y matriz de categorización apriorística .....	12
3.3 Escenario de estudio.....	14
3.4 Participantes .....	14
3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	14
3.6 Procedimiento .....	15
3.6.1. Determinación de características.....	16
3.6.2. El Sistema de Tratamiento MSDTM.....	16
3.7 Rigor científico .....	18
3.8 Método de análisis de información.....	19
3.9 Aspectos éticos .....	19
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>21</b>
<b>V. CONCLUSIONES .....</b>	<b>36</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>39</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>46</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Matriz de categorización apriorística .....	13
Tabla 2 Técnicas e Instrumentos .....	15

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Desajuste de pernos para el retiro de tapa principal de PTAR.....	22
Figura 2 Desmontaje de tapa principal de PTAR con el apoyo de grúa .....	22
Figura 3 Personal contratista realiza la limpieza exterior de PTAR lado Proa.....	23
Figura 4 Personal contratista realiza la limpieza exterior de PTAR lado Babor....	23
Figura 5 Personal contratista retira los residuos de las aguas servidas .....	24
Figura 6 Tubería de inyección de aire .....	24
Figura 7 Limpieza interior de PTAR .....	24
Figura 8 Instalación de módulo e interruptor para el manejo operativo de la Planta de Tratamiento .....	25
Figura 9 Línea de aire de la planta a la válvula y al tanque de aguas servidas (modificada).....	26
Figura 10 Tendido de línea galvanizada .....	26
Figura 11 Tendido de línea de PVC .....	27
Figura 12 Limpieza manual y mecánica del tanque de PTAR (parte interna) .....	27
Figura 13 Estado anterior: Limpieza mecánica de las paredes internas de PTAR	28
Figura 14 Estado intermedio: Pintado base en color negro de las paredes internas de PTAR.....	28
Figura 15 Estado posterior: Pintado acabado en color gris de las paredes internas de PTAR.....	29
Figura 16 Estado posterior: Pintado acabado en color rojo de las líneas de PTAR .....	29
Figura 17 Pintado acabado exterior del tanque de aguas servidas .....	30
Figura 18 Limpieza metálica de válvulas de 3" de PTAR .....	30
Figura 19 Pintado tricapa de válvulas de 3" para tanque de aguas servidas .....	31
Figura 20 Limpieza metálica de tapas principales y auxiliares de PTAR .....	31
Figura 21 Estado intermedio: Pintado base en color negro de las tapas principales y auxiliares de PTAR (parte interna) .....	32
Figura 22 Estado intermedio: Pintado en color gris (2da capa 4-4-2) de las tapas principales y auxiliares de PTAR (parte externa) .....	32
Figura 23 Estado posterior: Pintado en color celeste oscuro (3era capa 4-4-2) de las tapas principales y auxiliares de PTAR .....	33

Figura 24 Montaje de tapa principal y auxiliares (empernado y ajuste) de la Planta de Tratamiento .....	33
Figura 25 Pintado tricapa (4-4-2) de color gris (base) de las paredes externas de PTAR.....	34
Figura 26 Estado posterior: Pintado acabado en color celeste oscuro de la zona externa de PTAR. Vistas proa y babor respectivamente .....	34
Figura 27 Estado posterior: Pintado acabado en color celeste oscuro de la zona externa de PTAR. Vistas popa y estribor respectivamente .....	35
Figura 28 Mantenimiento de PTAR de Barcaza Oro finalizado .....	35

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación se desarrolla en el departamento de Piura, provincia de Talara, distrito Pariñas, en las instalaciones de la barcaza Oro, nivel de cubierta, en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales. El objetivo del trabajo es realizar el Mantenimiento correctivo de la Planta para una operatividad adecuada. Se debe en primera instancia, realizar una inspección visual en el cual se verifica el estado en que se encuentra interna y externamente el Dispositivo de Saneamiento Marino con la finalidad de definir las actividades para ejecutar el correcto mantenimiento.

Para profundizar el proyecto se describe los procesos que realiza el Dispositivo a las aguas residuales que genera la Barcaza Oro, en la cual se divide en tres partes principales: tanque de procesamiento, tanque de tratamiento y el ventilador del compresor externo. Se explica a detalle la función de cada uno según lo estipulado en el manual de operación del Dispositivo.

Durante las actividades que implican el mantenimiento correctivo, se debe ir verificando y dando conformidad a lo realizado; de tal manera que para una prueba de operatividad se tenga un buen manejo de las aguas residuales con la finalidad de reducir la contaminación del mar a un mínimo posible cumpliendo con los parámetros de: estándares de calidad ambiental y límite máximo permisible LMP.

**Palabras Clave:** Agua residual, mantenimiento, Dispositivo de Saneamiento Marino

## ABSTRACT

This research work is carried out in the department of Piura, Talara province, Pariñas district, at the facilities of the Gold Barge, deck level, at the Wastewater Treatment Plant. The objective of the work is to carry out the corrective maintenance of the Plant for an adequate operation. In the first instance, a visual inspection must be carried out in which the state in which the Marine Sanitation Device is internally and externally is verified in order to define the activities to carry out the correct maintenance.

In order to deepen the project, the processes carried out by the Device to the wastewater generated by the Gold Barge are described, in which it is divided into three main parts: processing tank, treatment tank and the external compressor fan. The function of each one is explained in detail as stipulated in the Device's operating manual.

During the activities that imply corrective maintenance, it must be verified and conforming to what has been done; in such a way that for a test of operability there is a good management of wastewater in order to reduce the pollution of the sea to a minimum possible, complying with the parameters of: environmental quality standards and maximum permissible limit LMP.

**Key Words:** Waste water, maintenance, Marine Sanitation Device

# I. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial se tiene navegando miles de embarcaciones por los cinco océanos que realizan diferentes actividades para un fin económico (por lo general). La mayoría de ellos cuentan con un sistema de tratamiento de las aguas residuales para el posterior vertido al mar. Pero en unos casos existen Plantas que realizan tal proceso que no se les realiza el mantenimiento preventivo correspondiente provocando la contaminación del medio ambiente, una de las problemáticas de máxima importancia a solucionar.

Grant. W y Long: P (1989) y Harrison. R. (1999), indican que aproximadamente el 97% de la masa de los océanos, es agua, que viene a ser el 71% del planeta; por lo tanto, de gran efecto si sufren descargas de aguas servidas, no tratadas.

A nivel mundial existe preocupación por aquella materia orgánica que puede alterar el medio ambiente, en este caso el océano.

Seoanez L. (2000), afirma que el mar está a la altura para desaparecer la carga microbiana, los microorganismos tienen alteraciones de estrés, daños en si mismo o incluso hasta la muerte debido al contacto que tienen con el agua o después de permanecer en ella. Pero la preocupación es la gran cantidad de aguas residuales que pueden emitir miles de embarcaciones. Esto es debido a que no hay una inversión en un mantenimiento programado de tal manera que el Dispositivo de Saneamiento Marino se encuentre en óptimas condiciones de trabajo

Torres. L. mencionado por Cerna. E. (2012) y Seoanez et al, indican que la contaminación de las aguas marinas es provocada por la perturbación del vertimiento de los desechos domésticos e industriales estableciendo hoy en día un indicador de deterioro de la calidad del agua y alteraciones de los principales parámetros físico- químicos (temperatura, pH, O<sub>2</sub>, DBO<sub>5</sub>, nutrientes, SDT, etc.). Por ello están siendo afectados la variedad de organismos que existen en nuestro mar ya sea en su crecimiento, comportamiento, fisiología, reproducción, entre otros.

La compañía multinacional Drummond LTD (DLTD), Colombia, ha venido efectuando tareas enfocadas al cuidado del medio ambiente, entre sus principales se tiene al vaciado (retiro) de las aguas servidas generadas en las grúas marinas. A raíz de ello se han implementado una de las metodologías de tratamiento los sistemas FAST (Fixed Activated Sludge Treatment - Sistema de tratamiento activado por medios biológicos). Aquellos sistemas, totalmente innovadores, tiene

la peculiaridad de ser automatizado, efectivo y sencillo. Este tipo de sistema fue planteado para tratar aguas servidas domesticas en pequeña magnitud, usando el concepto fundamental de degradación biológica de tipo aeróbico (Bacterias) Este sistema tiene la finalidad, empleando un medio biológico aerobio, destituir la materia orgánica presente en agua residual, dándole al destinatario la manera de que pueda realizar el proceso de dilución de forma más simple. Este procedimiento emana líquidos residuales dando una eficacia mayor del 80% (Tecnoaguas, 2007). Bondades otorgadas por este sistema el cual no se está manifestando hoy en día. Valdez E. y Vázquez A. (2003), indican que es de mucha importancia tener una calidad de agua óptima de los sistemas naturales ya que de lo contrario los varios factores, entre ellos las descargas de aguas residuales al mar y otras actividades humanas; serían un riesgo potencial para la salud, relacionado con el uso del agua con fines de recreación. La Organizaciones nacionales en base a los procesos naturales de purificación determina los parámetros que se deben regir para las cargas contaminantes que éstos pueden recibir.

Por tal motivo que la Autoridad Competente bajo el Decreto Supremo N°004-2017-MINAM donde se implanta los niveles de concentración de los elementos, sustancias, parámetros físicos y químicos y biológicos, presentes en el agua en su condición de cuerpo receptor y componente básico de los ecosistemas acuáticos que no represente riesgo significativo para la salud de las personas ni para el ambiente (MINAM, 2017), realiza la toma de muestras para determinar si se encuentra dentro del Límite Máximo Permisible.

El tratamiento de las aguas residuales en barcazas se realiza mediante plantas compactas funcionando sobre la base de los siguientes métodos de tratamiento biológicos: Lodos Activados sobre la base de Bacterias Aerobias y Lodos Activados en base a Bacterias Anaeróbicas. Por otra parte, también se utilizan métodos de tratamiento físico-químico. Asimismo, existen plantas de diferentes fabricantes, algunas de ellas han presentado problemas de operación durante su instalación. Es por ello, que el presente trabajo de investigación ha sido dirigido a realizar una evaluación del sistema compacto de tratamiento de aguas residuales, con el propósito de generar un correcto mantenimiento y por ende recomendaciones que

faciliten un adecuado uso estableciendo una programación de la próxima inspección.

El trabajo de investigación se desarrolló en cuatro capítulos. En el primero se describieron una serie de consideraciones generales que permitieron conocer el panorama del tratamiento de las aguas residuales vertidos en el océano del planeta. En el segundo Capítulo se desarrolló el marco teórico, realizando una síntesis de los diferentes métodos para el tratamiento de aguas residuales, así mismo se estableció la fundamentación legal que justificara la instalación de una planta de tratamiento de aguas residuales en instalaciones lacustres.

En el tercer capítulo se realizó la metodología del mantenimiento planta de tratamiento de aguas residuales, estableciendo en primera instancia sus principales partes, características, esquema opcional y descripción del proceso indicando sus ventajas y desventajas. Luego se desarrolló las técnicas e instrumentos de la recolección de datos de cómo se encontró el dispositivo de saneamiento marino identificando peligros y riesgos detectados durante su evaluación asociados a la operación. Acto seguido se describió las actividades realizadas interna y externamente de la planta para un correcto funcionamiento. Por último, en el cuarto Capítulo, se establecen las conclusiones y recomendaciones generados del trabajo realizado.

## **II. MARCO TEÓRICO**

La presente investigación presenta como antecedentes a nivel nacional el expediente N° 418-2013-OEFA-DFSAI/PAS del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (2013) declarando la existencia de responsabilidad administrativa de la empresa Savia Perú S.A. debido a que ha quedado autorizada la comisión de la siguiente infracción: Superó los valores de los parámetros de Demanda Bioquímica de Oxígeno ( $DBO_5$ ) y Coliformes Fecales durante los meses de octubre, noviembre y diciembre del año 2011 en la Barcaza Rogue según el estándar comprometido en su Plan de Manejo Ambiental del Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto Perforación Exploratoria y Sísmica 20 y 30 en el Lote Z-6, aprobado mediante Resolución Directora/N° 395-2007-EMIDGAAE, conducta que infringe lo establecido en el Artículo 9° del Reglamento para la Protección Ambiental en las Actividades de Hidrocarburos, aprobado mediante el Decreto Supremo N015-2006-EM.

Por su parte, la Resolución Directoral N° 1434-2019-OEFA/DFAI del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (2019), determinó la existencia de responsabilidad administrativa de BPZ Exploración & Producción S.R.L. por incumplir lo establecido en sus Instrumentos de Gestión Ambiental (en adelante IGA) al haberse detectado que vertía los efluentes líquidos provenientes de las barcazas Pacific Sun y Pacific Moon al mar. Por otro lado, se revoca la Resolución Directoral mencionada, por exceder los Límites Máximos Permisibles para efluentes líquidos durante el monitoreo realizado por el OEFA en los siguientes puntos: 11,1b, BPM-EF (Barcaza Pacific Sun) y 11,1b, BPS-EF (Barcaza Pacific Sun); y, lo sancionó con una multa ascendente a 50.00 (cincuenta con 00/100) Unidades Impositivas Tributarias. Asimismo, se revoca la medida correctiva que ordenó a BPZ Exploración & Producción S.R.L. acreditar el cese de la descarga del efluente, verificado durante las acciones de Supervisión Regular 2018, proveniente de las barcazas FSO Pacific Sun y Pacific Moon. Finalmente, se declara la nulidad de la Resolución Directoral mencionada, en el extremo que sancionó a BPZ Exploración & Producción S.R.L. con una multa ascendente a 31.69 (treinta y uno con 69/100) Unidades Impositivas Tributarias, por la comisión de la conducta infractora N° 1; y, en consecuencia, se retrotrae el procedimiento administrativo sancionador al momento en que el vicio se produjo.

Adicionalmente, Villanueva (2016) determinó cómo concierne conocer las normas legales, y el manejo de una Planta Sewage, ubicada en el interior de un buque granelero 2016. La búsqueda de la información se basó bajo el diseño descriptivo correlacional, de corte transversal, de tipo básico y de enfoque cuantitativo, debido a que se estableció la relación entre las variables de estudio. La población de la investigación estuvo constituida por el total de personas a bordo. En la muestra, se reunió a un grupo de 19 tripulantes de un buque granelero, quienes resolvieron una encuesta dando la conformidad del mismo, la junta de expertos para cada variable del estudio. El valor de confiabilidad Alfa de Cronbach alcanzado fue 0.871 para el conocimiento de la normativa y 0.924, para el uso de la Planta Sewage. Los resultados de la encuesta reflejaron que el conocimiento de las normas legales guarda una relación con el uso de la Planta Sewage. Por lo tanto, el conocimiento de la normativa, influye sobre el manejo de la Planta Sewage, según el valor de  $p= 0.046$ , nos da una idea clara que la hipótesis general quedo demostrada, y en el caso de las hipótesis específicas podemos afirmar que tienen una cierta correlación significativa.

A nivel mundial se presenta como antecedentes a nivel internacional, la empresa FLOVAC (2019) presentó el reportaje de la descripción del sistema desarrollado para la selección de aguas grises y negras de las barcasas y centros de actividades ubicados aledaños a la zona marítima del país de España. Tal es el caso de un centro instalado en la Marina Port Vell, en Barcelona. Allí se da las facilidades a las embarcaciones en su atraque, es decir su estacionamiento, y servicio a los centros ubicados en el recinto portuario. La organización está por toda la marina y se ha ubicado cerca del mar. Las válvulas están distribuidas de manera alineada a lo largo del mar. Empiezan a realizar su función al llegar la cantidad de agua necesaria y la misma fuerza de vacío traslada las aguas servidas hasta la estación de vacío. En cada amarre del puerto existe un recipiente tipo torre de vacío donde desemboca los efluentes. Tiene como función contener parcialmente el fluido para que mediante una manguera succione las aguas de las barcasas.

Por su parte, Díaz (2017) indicó los valores de residuos sólidos y líquidos que se produce de una planta de eliminación de aguas servidas durante su

funcionamiento, teniendo como cantidad de agua servidas la producida (por ejemplo) por una embarcación de un promedio de 4000 personas entre ellos pasajeros y tripulantes, con unas peculiaridades del fluido de agua servidas iguales a las reflejadas en el MEPC 227 (64) en el apartado 5.2 (Calidad del agua sin tratar), indicando solo una cantidad de sólidos suspendidos totales de TSS  $\geq$  500 mg/L (TSS=500 para efectos de cálculos), y no mostrando un valor razonable al resto de las cantidades. Sin embargo, se dice que serán aguas servidas producida en un día de operación del buque, por lo tanto, se formula la necesidad de mostrar unas cantidades adecuadas a ciertos valores del agua servidas (BOD5) ya que estos actúan de manera directa en los valores de residuos sólidos y líquidos producidos. Como requisitos del fluido se tomaron los más restringidos que indica la legislación internacional, que son base de la resolución MEPC 227 (64) que el Organismo Marítimo Internacional - IMO aplica para las zonas especiales (actualmente solo el Mar Báltico).

Asimismo, la revista Busch Vacuum Solutions (2017) indicó que los barcos de viajes de placer utilizan sistema de vacío para el tratamiento de aguas servidas y residuos de las sustancias nutritivas. Aquellos barcos generan un promedio de más de 4000 millones de litros de aguas residuales anuales. Los sistemas de vacío son un instrumento fundamental para recoger estos afluentes y quitarlos del medio, cuidando el medio ambiente. Aunque éstos barcos siempre están navegando mar adentro u océanos, el agua dulce para el uso de los servicios básicos, tal como bañarse o cocinar, se debería cuidar y evitar desperdiciar. Debemos intentar que se malgaste lo mínimo posible por las líneas de descarga de las aguas, sobre todo cuando se realiza una limpieza general. Es por ello que los cruceros usados actualmente, para afrontar esta necesidad, han implementado la tecnología de vacío como base esencial de los sistemas de eliminación de residuos. Profesionales expertos en la materia, afirman que de esta manera se ahorra hasta un 60% de agua dulce. Por lo general, la nueva flota de barcos modernos tiene cinco sistemas descentralizados que eliminan las "aguas negras" servidas. Conjuntamente, existe dos sistemas de vacío para los residuos húmedos que descienden de las cocinas. Uno de ellos son residuos combinado con agua de lavado, que se deposita durante el cocinado de los alimentos, y el otro, residuos de

alimentos desechados. Cada uno de los dos sistemas tienen sus dos bombas de vacío independiente.

Por su parte, Granados y Montalvo (2009) evaluaron el sistema de tratamiento FAST instalado en la maquinaria de izaje de elementos Colombia I perteneciente a DRUMMOND LTD. En aquel sistema se midió parámetros ambientales fundamentales como DBO, DQO y SS en un periodo de 4 meses con una frecuencia de 15 días, efectuando una metodología con la finalidad de determinar el funcionamiento del sistema actual (adición de inyección de aire en la parte inferior del tanque). Se efectuó un balance de masas con el propósito de convertir lo acumulado en carga másica diaria para establecer las eficiencias de los parámetros evaluados. Se observaron eficiencias de 56,88%, 46,16% y 14,55% en DBO, DQO y SS respectivamente del sistema FAST operando normalmente y con la adición de la inyección de aire se observaron cantidades de eficiencias de 77,80%, 70,37% y 64,63% en DBO, DQO y SS respectivamente demostrando que con la ayuda del compresor se puede obtener resultados sorprendentes. En adición, se realizó una inspección del tratamiento antes, durante y después de su funcionamiento elaborando los manuales de operación a raíz de las pruebas realizadas con y sin compresor y de todas las mejoras a nivel de tratamiento que se produjo.

Adicionalmente, Villalobos (2011) propuso darle un valor agregado al proceso de tratamiento o almacenamiento de las aguas residuales que desembocan en el océano y los que son vertidos en dique. La finalidad de ello es reducir la contaminación que generan los diferentes equipos de las embarcaciones. La protección del medio ambiente y su buen mantenimiento son acciones claves para cualquier empresa. Se interviene indudablemente por el respeto al medio y al cumplimiento de los protocolos internacionales de protección. En el caso de las embarcaciones se exige permanentemente un estricto acatamiento del Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación por los Buques MARPOL. Las aguas residuales de las embarcaciones llevan un tratamiento en base a esta norma internacional en la cual indica que los hidrocarburos, aguas de sentina o mezclas oleosas deben ser transportados a tierra y retirados por una empresa autorizada para su tratamiento. Los barcos podrán realizar la descarga de disposición final de

los afluentes a una distancia superior a cuatro (4) millas marinas de la línea de costa, si es el caso si es que han sido previamente tratadas. Los barcos dispondrán de un tanque de almacenamiento de aquellas aguas, el cual tendrá una capacidad suficiente para retener todas las aguas residuales, considerando dos aspectos básicos: el servicio que presta y el número de personas embarcadas. Las aguas servidas contenidas en los tanques de almacenamiento no descargarán precipitadamente, sino cada cierto tiempo, dependerá de la capacidad de llenado del tanque y de la embarcación debiéndose encontrar en ruta navegando a velocidad no menor de cuatro (4) nudos. Dicha política de descarga es aprobada por la Dirección General de Capitanías y Guardacostas rigiéndose normas indicadas en la Organización Marítima Internacional.

Adicionalmente, González (1997) evaluó y estandarizó los sistemas de tratamiento de aguas residuales en la División de Occidente donde Lagoven S.A., ha instalado plantas compactas en unidades y/o instalaciones lacustres con el fin de reducir el efecto producido por el vertimiento de efluentes al Lago de Maracaibo, Venezuela, un reservorio de agua dulce más importante en el ámbito mundial. Además, se llegó a conocer la situación en que encontraban en aquel entonces los sistemas instalados, con la finalidad de proponer mejoras según sean necesarias. Para ello, se evaluó la operación de 37 plantas compactas de tratamiento de aguas residuales repartidas en las diferentes organizaciones de la División. Todo ello es debido a las particulares condiciones de operación a las que las referidas plantas están sometidas, las mismas que han presentado deficiencias desde el punto de vista operacional y de mantenimiento que dificultan el tratamiento óptimo de las aguas. Por otra parte, en 1990 el Comité de Protección Ambiental (C.P.A.) de LAGOVEN, S.A., División de Occidente, recomendó la utilización de los métodos de tratamiento de aeración extendida y electro catalíticos utilizados por las plantas marcas REDFOX y OMNIPURE, por ser las únicas que se conseguían en el mercado y que se adaptaban a nuestras necesidades. Esta situación cambió con el tiempo, ya que actualmente, existe una gran variedad de plantas compactas que teóricamente podrían ser utilizadas en éstas unidades.

### **III. METODOLOGÍA**

### **3.1 Tipo y diseño de investigación**

La presente investigación es básica, según (Espinoza & Toscano, 2015), ya que la información obtenida es de la realidad de que como se encuentra. Aquella investigación brindará aporte al conocimiento teórico, que está enfocada al mantenimiento de la Planta de aguas residuales en una embarcación.

Según (Hernandez, 2014), el diseño de investigación es narrativo de tópico, ya que la investigación se basa en un despliegue del texto narrativo por que indaga e inspecciona el escenario de estudio con la finalidad de recolectar aquellos datos para poder estudiar y por ende explicar la causa de su origen. Cada suceso tendrá como respuesta la acción correctiva de los mismos.

### **3.2 Categorías, subcategorías y matriz de categorización apriorística**

En la siguiente tabla, denominada matriz de categorización apriorística, se presentará los objetivos y problemas específicos, donde cada uno es categorizado y subcategorizado según corresponda:

Tabla 1 Matriz de categorización apriorística

Matriz de categorización apriorística				
Objetivos específicos	Problemas específicos	Categoría	Subcategoría	Unidad de Análisis
<b>Enumerar</b> la descripción detallada de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales utilizando Dispositivo de Saneamiento Marino.	<b>¿Cuál</b> es la descripción detallada de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales utilizando el Dispositivo de Saneamiento Marino?	Partes del Dispositivos de Saneamiento Marino	Tanque de procesamiento Tanque de tratamiento	(Coyler, 2014)
<b>Realizar</b> la inspección inicial de la Planta de Tratamiento para determinar el grado de deterioro y poder conocer a que sistema se le puede realizar el mantenimiento correctivo.	<b>¿Cuál</b> es la inspección inicial de la Planta de Tratamiento para determinar el grado de deterioro y poder conocer a que sistema se le puede realizar el mantenimiento correctivo?	Grado de deterioro	Fragilidad Corrosión	(Gaiker, et al, 2016)
<b>Reducir</b> la contaminación del mar a un mínimo posible cumpliendo con los parámetros de estándares de calidad ambiental?	<b>¿Cuánto</b> es la contaminación del mar a un mínimo posible cumpliendo con los parámetros estándares de calidad ambiental?	Estándares de Calidad Ambiental Categoría 2: Actividades de extracción y cultivo marino costeras y continentales	Límite Máximo Permisible Subcategoría: C1, C2 y C3	Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM (MINAM, 2015)

### **3.3 Escenario de estudio**

El escenario de estudio de la presente investigación tiene como marco principal, la barcaza Oro, medio de transporte marítimo de personal y de maquinaria pesada (grúas, grupos electrógenos, estructuras, tuberías y relacionados) que apoya en los trabajos de reparación de plataformas marinas en el norte del mar peruano (Zona Paita, Litoral, Lobitos y Peña negra).

### **3.4 Participantes**

Para el trabajo de investigación, se manejó diversas citas bibliográficas confiables, como son libros, revistas científicas, manuales de operación del activo, tesis nacionales e internacionales. Así mismo, se tuvo a disposición fuentes extranjeras con normativa relacionada a la de nuestro país, fueron esencial para su análisis. Aquellas fueron: El Ministerio del Ambiente, la Autoridad Nacional del Agua, La Organización Marina Internacional, La Guardia Costera de los Estados Unidos de Norteamérica, todas basadas en artículos científicos: Scopus, ScienceDirect, y Google Academic.

### **3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

El presente trabajo tuvo como técnica a la observación la cual se basa para realizar un registro de forma sistemática, válida, y confiable del comportamiento que se visualiza, la cual se puede utilizar en diversas circunstancias donde los investigadores participan mirando, registrando y por medio de los análisis del hecho de interés (diaz,2009, p.42) por tal motivo esta observación permitió la interacción de forma directa con las variables

*Tabla 2 Técnicas e Instrumentos*

FASE DE ESTUDIO	FUENTE DE INFORMACIÓN / INFORMANTES	TECNICAS	INSTRUMENTOS	TRATAMIENTO /PROCESO	RESULTADOS ESPERADOS
Identificar la necesidad de implementar un manual de mantenimiento de la PTAR	Investigadores	Recojo de datos Observación directa	Check list de inspección visual	Identificar y cualificar los daños de la PTAR	Realizar el mantenimiento adecuado
Evaluar el cumplimiento del manual de fábrica de la PTAR	Trabajadores de la empresa (tripulantes) de las áreas operativas	Observación	Guía de cuestionario	Extracción de información	Cumplimiento del manual de fábrica de la PTAR. Efectividad durante el trabajo

### **3.6 Procedimiento**

La recolección de información se estableció en los registros (bitácora) que se tiene por el personal operativo y la inspección realizada en la Barcaza Oro. Aquellos registros e inspección determinarían las actividades que se tienen que realizar para el mantenimiento de la Planta. Para proceder a realizar la presente investigación se requirió la autorización de la empresa Construcciones y Servicios Tecmarsol SRL., organización que se le otorgó la buena pro, (Ver Anexo de Permiso).

Para el reconocimiento del problema principal de la Planta de Tratamiento, se procedió a la toma de datos usando la técnica de observación directa. Ya al conocer el problema que presenta la Planta se procedió a realizar el diagnóstico actual del Dispositivo de Saneamiento Marino, en el cual se elaboró la guía de cuestionario para aplicárselo a los operadores y tripulantes. (ver Anexo Guía de cuestionario), lo cual nos ayudará a observar detalladamente las fallas y poder cumplir con los requerimientos que pide las normas internacionales.

### 3.6.1. Determinación de características

THE EMI es una solución simple, fácil de usar y duradera el tratamiento de aguas residuales de las embarcaciones de talara en este caso la barcaza oro.

El dispositivo de saneamiento marino EMI MSD tipo II es un sistema de tratamiento de aguas residuales aeróbico biológico (bacterias y aire). Los desechos líquidos y sólidos son eliminados del agua por las bacterias contenidas naturalmente en las aguas residuales

Es importante entender que EL EMI MSD es Aeróbico (vivo) y requiere cierto cuidado y protección para asegurar su efectividad. Hay dos tipos de digestión de aguas residuales, aeróbica (la presencia de subproducto de aire de dióxido de carbono y agua) y anaeróbica (la ausencia de aire de subproducto de sulfuro de hidrógeno y gas metano) La digestión aeróbica ocurre cuando las bacterias naturales en las aguas residuales, en la presencia de aire, comienza a crecer, y se alimenta de la materia orgánica (alimento) que se encuentra en los desechos. Mientras haya comida y aire, las bacterias continuarán creciendo. Cuando la comida se acaba, la bacteria permanece inactiva, hasta que se introduce más comida en el sistema.

La principal diferencia entre la digestión aeróbica y anaeróbica es el olor asociado con el proceso de digestión. La digestión aeróbica no es tan ofensiva como la anaeróbica. Puede saber cuándo el EMI MSD no está funcionando correctamente por la presencia de un olor fétido procedente de la ventilación. Esto significa que su sistema se ha vuelto Séptico y ahora es Anaeróbico.

### 3.6.2. El Sistema de Tratamiento MSDTM

Los tanques de procesamiento y tratamiento MSDTM (el tanque) se definen como la estructura física del sistema de tratamiento compuesto por dos tanques rotomoldeados de polietileno de alta densidad; el tanque de procesamiento que contiene la cámara de aireación primaria y la cámara del medio filtrante, y el tanque de tratamiento que contiene el cartucho de contacto con cloro.

### 3.6.2.1. Tanque de procesamiento

**Aireación:** las aguas residuales se airean tan pronto como ingresan al tanque de procesamiento y se mezclan con el líquido aireado que ya está en el tanque de procesamiento. Los difusores de plástico que no obstruyen inyectan aire cerca del fondo del tanque de procesamiento para que las aguas residuales permanezcan en un estado de descomposición aeróbica. Este líquido aireado contiene el lodo bacteriano que reacciona con las aguas residuales para iniciar el proceso de reducción. El movimiento creado por el aire inyectado ayuda a mezclar las aguas residuales con el lodo bacteriano y evita que los lodos y sólidos de las aguas residuales se depositen en el fondo. El aire descargado de la superficie del líquido en el tanque de procesamiento se ventila a la atmósfera a través de una conexión de línea de ventilación.

**Clarificación:** el líquido aireado circula desde la parte de aireación del tanque de procesamiento hasta la parte de filtración del tanque de procesamiento. A medida que circulan los desechos, parte del material suspendido se depositará en la cámara de abajo, donde se devolverá mediante elevación neumática.

Tubos a la cámara de aireación. El lodo restante y el material de desecho se eliminan a medida que el líquido fluye hacia arriba a través del medio filtrante biológico. Las bacterias crecen en la superficie del medio y producen una película pegajosa y viscosa que atrapa pequeñas partículas de desechos. Los desechos atrapados son luego consumidos por las bacterias en la superficie del medio filtrante. Para cuando el líquido llega a la parte superior del filtro biológico, ha pasado por varias capas de bacterias, lo que garantiza que se complete el proceso de eliminación de lodos y desechos. El agua clara se acumula aquí hasta que se desplaza al tanque de tratamiento.

### 3.6.2.2. Tanque de tratamiento consta de:

**Desinfección:** el agua que sale del tanque de procesamiento se recoge en el tanque de tratamiento (cámara de contacto con cloro), donde se encuentran las tabletas de cloro desinfectante. En el Tanque de Tratamiento, el agua se mezcla, con el desinfectante por un tiempo de residencia suficiente para completar la etapa de desinfección del proceso de tratamiento.

**Descarga:** el agua residual limpia y desinfectada se descarga por la borda o se envía a un tanque de retención (para usar en zonas de no descarga) para su posterior descarga. Cuando se descarga directamente por la borda, el agua residual desinfectada fluye desde el tanque de tratamiento a través de una conexión de descarga por gravedad al agua. Si el MSD EMI se instala debajo de la línea de agua, el líquido tratado debe conectarse a un sumidero o bomba de descarga (opcional) Si se desea, el líquido tratado se puede retener en un tanque de retención, para su posterior descarga, cuando el sistema se utilice como Unidad de tipo III

La introducción de aguas residuales en el tanque de procesamiento inicia el proceso biológico. El flujo a través del tanque de procesamiento y el tanque de tratamiento es causado por el desplazamiento directo cuando nuevas aguas residuales fluyen hacia el tanque de procesamiento, un volumen igual fluye hacia el tanque de tratamiento. Desde el tanque de tratamiento, el líquido tratado se descarga por la borda o al tanque de almacenamiento opcional.

## 3.7 Rigor científico

En el trabajo de investigación se basó en criterios mencionados a continuación definidos por (Noreña, Alcaraz-Moreño, Rojas, & Rebolledo-Malpica, 2012):

- Criterio de consistencia, ya que se maneja un asertividad en la información, porque las fuentes científicas son adquiridas de datos científicos.

- Criterio de credibilidad, ya que la investigación obtenida de fuentes como revistas, artículos y relacionados, sea verídica, por lo que son de páginas web científicas de confianza.
- Criterio de transferibilidad, ya que la investigación obtenida a través de la observación e indagación a personal directo con el uso del activo, es usada en este trabajo de investigación con la finalidad de cotejar aquellas similitudes expresado en los artículos científicos estudiados.
- Criterio de estabilidad, ya que se maneja el mismo procedimiento de recolección de datos que otras fuentes científicas.
- Criterio de conformabilidad, ya que se permite reconocer lo trascendente y lo limitativo.

### **3.8 Método de análisis de información**

La información obtenida se recopiló en base al objetivo principal para un adecuado orden. A partir de ello, se realizó una investigación parcial de cada categoría y subcategorías, detallando cada una de ellas en un cuadro matriz tipo bibliográfico, en el que se tiene 50 referencias bibliográficas que se basan primordialmente en los objetivos específicos.

Con aquella información, se obtendrá similitudes o diferencias con el tema principal del trabajo en investigación, dependiendo de todos los métodos de mantenimiento de una planta de tratamiento de aguas residuales domesticas e industriales en barcazas marinas.

Se elaboraron cuadros detallando cada tipo de información que se necesita implantar en el informe de investigación, generando facilidades en el adecuado orden del proceso de llenado del presente trabajo de investigación.

### **3.9 Aspectos éticos**

Este estudio de investigación tuvo como base la observación de la problemática, se estableció sus resultados en el trabajo de calidad reflejando certeza y eficiencia teniendo como fuente de información los datos obtenidos durante la fase de campo. De la misma forma, se respetó el escenario predominante de estudio, es decir todos los factores medio ambientales y sociales

no fueron alterados por el progreso de la investigación. Además, se evidenció respeto de los derechos de autor usando las citas de fuentes bibliográficas y adecuado estilo de las normas. Así mismo, por medio de la aportación de ideas concretas se proyecta a entregar soluciones de forma adecuada al problema real generado.

## **IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Se realizó trabajos de mantenimiento y reparación de la planta de Tratamiento de aguas residuales y tanque auxiliar acumulador de la barcaza Oro iniciando el día 13 de marzo y culminando el 09 de abril.

Entre las actividades realizadas se tiene:

1. Desajuste de pernos para el retiro de la tapa principal de la PTAR por el personal de la barcaza.



***Figura 1 Desajuste de pernos para el retiro de tapa principal de PTAR***

***Fuente: Elaboración propia***



***Figura 2 Desmontaje de tapa principal de PTAR con el apoyo de grúa***

***Fuente: Elaboración propia***

2. Limpieza interior y exterior mediante el uso de amoladora y escobillas metálicas



***Figura 3 Personal contratista realiza la limpieza exterior de PTAR lado Proa***

***Fuente: Elaboración propia***



***Figura 4 Personal contratista realiza la limpieza exterior de PTAR lado Babor***

***Fuente: Elaboración propia***



**Figura 5 Personal contratista retira los residuos de las aguas servidas**

**Fuente: Elaboración propia**

3. Limpieza interior y tubería del ducto de aire mediante el uso de escobillas metálicas.



**Figura 6 Tubería de inyección de aire**

**Fuente: Elaboración propia**



**Figura 7 Limpieza interior de PTAR**

**Fuente: Elaboración propia**

4. Suministro e instalación tablero de control automático autorregulable para control de flujo de aguas servidas de las siguientes características:
  - a) Tablero de poliéster para intemperie de 300 x 250 x 200 mm con accesorios tales como contactor de 300 amp. Reten térmico, interruptor rotativo, conector hermético recto etc.
  - b) A disponer del módulo electrónico, se instala 03 sensores de nivel tipo radar en el interior del tanque de aguas servidas: incluye:
    - a) Confección e instalación de base con platina tubo "U" de 3".
    - b) Habilidad e instalación de 03 coples de ¾".Luego se procede al cambio de 02 boyas circulares en el interior.  
Finalmente se reemplaza de 02 válvulas obstruidas de 1.1/2" y ¾" respectivamente.



***Figura 8 Instalación de módulo e interruptor para el manejo operativo de la Planta de Tratamiento***

***Fuente: Elaboración propia***

5. Conexión de las líneas de salida de 2"Ø y línea de 1"Ø del blower



**Figura 9 Línea de aire de la planta a la válvula y al tanque de aguas servidas (modificada)**

**Fuente: Elaboración propia**

6. Tendido línea de aire desde la Planta de Tratamiento hacia el tanque de aguas servidas con sus respectivos coples y válvula de  $\frac{3}{4}$ ". (Modificación de la línea de aire de la planta a la válvula reguladora y al tanque de aguas servidas)  
Así mismo, se realiza el Tendido de línea  $\frac{3}{4}$ " galvanizada de Cubierta al tanque de aguas servidas.



**Figura 10 Tendido de línea galvanizada**

**Fuente: Elaboración propia**

7. Tendido de línea 3/4" PVC en el interior del tanque de aguas servidas.



**Figura 11 Tendido de línea de PVC**

**Fuente: Elaboración propia**

8. Limpieza externa del tanque de aguas servidas.



**Figura 12 Limpieza manual y mecánica del tanque de PTAR (parte interna)**

**Fuente: Elaboración propia**

9. Pintado exterior y de las líneas del tanque de aguas servidas.



**Figura 13 Estado anterior: Limpieza mecánica de las paredes internas de PTAR**

**Fuente: Elaboración propia**



**Figura 14 Estado intermedio: Pintado base en color negro de las paredes internas de PTAR**

**Fuente: Elaboración propia**



**Figura 15 Estado posterior: Pintado acabado en color gris de las paredes internas de PTAR**

**Fuente: Elaboración propia**



**Figura 16 Estado posterior: Pintado acabado en color rojo de las líneas de PTAR**

**Fuente: Elaboración propia**



**Figura 17 Pintado acabado exterior del tanque de aguas servidas**

**Fuente: Elaboración propia**

12. Se realizó la automatización del tanque de aguas servidas.
13. Instalación empaque de jebe en tapa del tanque de agua tratada y el empaque de jebe en el contorno de la Planta de Tratamiento. Posteriormente se realiza mantenimiento y pintado de válvula 3" del tanque de aguas servidas. Por ende, se cambia válvula de palanca 3" de bronce y niple de 3" x 6" galvanizado en la salida de la Planta de Tratamiento.



**Figura 18 Limpieza metálica de válvulas de 3" de PTAR**

**Fuente: Elaboración propia**



**Figura 19 Pintado tricapa de válvulas de 3" para tanque de aguas servidas**

**Fuente: Elaboración propia**

20. Pintado en general interior y exterior de la planta incluyendo tapa principal y auxiliares.



**Figura 20 Limpieza metálica de tapas principales y auxiliares de PTAR**

**Fuente: Elaboración propia**



**Figura 21 Estado intermedio: Pintado base en color negro de las tapas principales y auxiliares de PTAR (parte interna)**

**Fuente: Elaboración propia**



**Figura 22 Estado intermedio: Pintado en color gris (2da capa 4-4-2) de las tapas principales y auxiliares de PTAR (parte externa)**

**Fuente: Elaboración propia**



**Figura 23 Estado posterior: Pintado en color celeste oscuro (3era capa 4-4-2) de las tapas principales y auxiliares de PTAR**

**Fuente: Elaboración propia**

21. Reemplazo de 10 pernos de en la tapa de registro del compartimiento de la planta de tratamiento y 24 pernos en la tapa de registro del tanque de aguas servidas



**Figura 24 Montaje de tapa principal y auxiliares (empernado y ajuste) de la Planta de Tratamiento**

**Fuente: Elaboración propia**



**Figura 25 Pintado tricapa (4-4-2) de color gris (base) de las paredes externas de PTAR**

**Fuente: Elaboración propia**



**Figura 26 Estado posterior: Pintado acabado en color celeste oscuro de la zona externa de PTAR. Vistas proa y babor respectivamente**

**Fuente: Elaboración propia**



**Figura 27 Estado posterior: Pintado acabado en color celeste oscuro de la zona externa de PTAR. Vistas popa y estribor respectivamente**

**Fuente: Elaboración propia**

22. Realización de prueba de operatividad.



**Figura 28 Mantenimiento de PTAR de Barcaza Oro finalizado**

**Fuente: Elaboración propia**

## **V. CONCLUSIONES**

Se ha identificado las averías en varios puntos de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la Barcaza Oro que ocasionó la parada de la misma, deduciendo que los valores establecidos por los Estándares de Calidad Ambiental del agua residual contenida, se encuentren fuera de rango; pudiendo provocar una contaminación ambiental en mar peruano.

Se ha analizado los componentes de la Planta de Tratamiento. El cuerpo y parte superior del tanque de procesamiento y tratamiento, entre los que generaron impacto durante su inspección, presentaron cierto grado de corrosión en el material, existiendo pérdida de espesor debido a la salinidad existente en el ambiente. Sin embargo, con el mantenimiento, se realizó la limpieza mecánica y pintado resistente al agua de mar, alargando la vida útil del equipo.

Se ha analizado que a falta de inspección semanal del equipo blower para corroborar que todo esté conforme y de aquella manera evitar una parada de la Planta de Tratamiento, la inyección de oxígeno sobre el tanque de tratamiento (aireación) era insuficiente, es decir no se realizaba el proceso aeróbico.

De acuerdo a la indagación de los tripulantes de la Barcaza Oro, se analizó que la grasa doméstica de alta densidad proveniente de la cocina, era vertida al tanque de procesamiento de la PTAR no facilitando el acondicionamiento del agua residual.

Hoy en día, al tener ya en funcionamiento la Planta de Tratamiento, a éste le falta mucho por mejorar para obtener una menor contaminación con una eficiencia próxima al 100% dentro de los Límites Máximos Permisibles y sobre todo teniendo respeto al medio ambiente, que es fuente de vida.

Se determinó que, para la correcta operación de la Planta de Tratamiento, es moderarse y prever el uso de los desinfectantes como producto de limpieza en los baños de la tripulación ya que son nocivos para el tratamiento biológico y por ende provoca taponamientos en diferentes zonas del equipo. Además, su uso excesivo, produce la espuma en el recinto de aireación y en la línea de ventilación.

Se ha definido que, como seres humanos, un generador de residuos que pueden aminorarse o mejorarse, es el que puede provocar el impacto ambiental en el mar peruano. Y ello se evita con una dieta balanceada que puede seguir bajo las indicaciones de un profesional, de tal manera que los residuos sean tratados con mayor facilidad.

Se ha concluido que la alta demanda de olores nocivos es debido a que el compresor no ha venido operando adecuadamente y ello se ha visto reflejado en la retención de los lodos acondicionadores de ascensores.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Se estima conveniente coordinar con la empresa que dispone de los servicios de la embarcación, considerar un plan de mantenimiento para la Planta de Tratamiento, tanto semanal, mensual y anual, basándose en el manual de fabricante y en el histórico de fallas que ha tenido hasta su inoperatividad, de tal manera que se tenga controlado la operación del equipo y sobretodo evitar la contaminación medio ambiental del mar peruano (parámetros físico-químicos, orgánicos e inorgánicos se encuentren dentro del Límite Máximo Permisible) .

Se recomienda al ente fiscalizador de la Planta de Tratamiento, realizar capacitaciones a los tripulantes de la barcaza, con la finalidad de concientizarlos sobre el cuidado del medio ambiente y el impacto que genera el vertimiento de aquellos residuos. Aquella capacitación inducirá al personal consolidar actividades de limpieza cada cierto tiempo definido.

Se recomienda que con el volumen de agua tratada que se tiene, instalar dos bombas de descarga con menos capacidad, para economizar recursos y optimizar el trabajo del equipo, con la finalidad de tener un alto porcentaje de eficiencia.

Concientizar al personal operativo de la Planta de Tratamiento el suministro constante de pastillas de cloro ya que son ellas las que producen la destrucción bacteriana.

Se recomienda para una siguiente investigación determinar la prioridad del suministro de oxígeno a la Planta de Tratamiento reflejado en un equipo de aireación, ya que el sistema logra un equilibrio cuando ingresa la cantidad necesaria de aire por la zona inferior del equipo. Aquello permite que un extracto del lodo sedimentado pase a la zona de aireación accediendo a un acondicionado apropiado del recinto.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Rojas, I. (2019). *Evaluación del impacto ambiental generado por los vertidos líquidos de una planta de productos congelados y de harina residual de recursos hidrobiológicos en la Bahía de Paita*. Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniería Química, Lambayeque, Perú.
2. Environmental Marine Incorporated. (August 28, 2014). U.S.C.G. Type II Marine Sanitation Device. *Installation and Operation Manual*. 3-16b.
3. Busquets P. (2015). *Prevención y control de la contaminación. Aplicación práctica a bordo de los buques de los anexos I, IV y V del convenio MARPOL 73/78*. Tesis Ing. Náutica y transporte marítimo. España. Universidad de Cantabria. 188p.
4. MINAM. (2015). *Límites Máximos Permisibles LMP para la Industria de Harina y Aceite de Pescado. Decreto Supremo N° 010 - 2008 - PRODUCE*.  
Obtenido de:  
[http://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wp-content/uploads/sites/22/2015/01/LMP\\_DS-010-2008-PRODUCE.pdf](http://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wp-content/uploads/sites/22/2015/01/LMP_DS-010-2008-PRODUCE.pdf)
5. MINAM. (2007). *Reglamento de Vertido y Reúso de Aguas Residuales. N° 33601*. Perú.
6. Dioses, B. (25 de mayo 2018). *“Paita: 17 Establecimientos industriales contaminan el mar”*. NP Noticias Piura 30.com. Obtenido de:  
<https://noticiapiura30.com/2018/05/paita-17-establecimientos-industriales-contaminan-el-mar/>
7. AGUASRESIDUALES.INFO. (15 de Mayo de 2019). Sistema de extracción de aguas residuales por vacío en buques y puertos deportivos. Obtenido de <https://www.aguasresiduales.info/revista/reportajes/sistema-de-extraccion-de-aguas-residuales-por-vacio-en-buques-y-puertos-deportivos>
8. CERPER (2017). *Informe de Ensayo N° 1 – 15216/17. Agua Residual. Industrial Pesquera Santa Mónica*. Lima, Perú.
9. CERPER (2018). *Informe de Ensayo N° 1 – 00200/18. Agua Residual. Industrial Pesquera Santa Mónica S.A.* Lima, Perú
10. Ministerio de la Producción. (2019). Descargar Listado Total de Plantas – Produce. Obtenido de:  
<https://www.produce.gob.pe>consultas.web>plantas>generaReport.exsl>

11. CERPER (2019). *Informe de Ensayo N° XXXX*. Agua Residual. Industrial Santa Mónica S.A. Lima, Perú
12. Bailón, P. (2016). *Estudio y dimensionamiento de la instalación de recogida y tratamiento de aguas negras en un buque*. España: Universidad Politécnica de Cataluña.
13. Aeiijelts, C.W., et al. (2012). Report "Sewage treatment plants". Obtenido de: [https://www.ilent.nl/Images/Report%20'Sewage%20treatment%20plants'\\_tc\\_m334-358106.pdf](https://www.ilent.nl/Images/Report%20'Sewage%20treatment%20plants'_tc_m334-358106.pdf) [Consultado mayo 2021]
14. Alaska department of environmental conservation, (2016). *Ocean Ranger Guidebook*. Obtenido de [https://dec.alaska.gov/water/cruise\\_ships/pdfs/2016\\_OR\\_Guidebook.pdf](https://dec.alaska.gov/water/cruise_ships/pdfs/2016_OR_Guidebook.pdf) [Consultado marzo 2021]
15. Solé, D. (2017). *Control documentario de embarcaciones pesqueras nacionales y su implicancia en la gestión de operaciones en bahía*. Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina. Obtenido de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3228/sole-saco-vertiz-diego-martin.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
16. Ministerio de la Producción. (2017). *Anuario Tecnológico IMARPE. Vol. 17*. Obtenido de [https://biblioimarpe.imarpe.gob.pe/bitstream/123456789/3298/1/anuario\\_2017.pdf](https://biblioimarpe.imarpe.gob.pe/bitstream/123456789/3298/1/anuario_2017.pdf)
17. Canut, J., et al. (2015). *Reducción de lodos generados en estaciones depuradoras de aguas residuales industriales*. Obtenido de <http://www.sitra.es/sites/default/files/Reduccion%20de%20lodos%20generados%20en%20EDARI's%20CTC%20JUN%202015.pdf> [Consultado febrero 2017]
18. OMI (Organización Marítima Internacional). (2016). *Introducción a la OMI (en línea)*. Londres, Inglaterra. Consultado mayo 2021. Obtenido de [www.imo.org](http://www.imo.org)
19. Villanueva, J. (2016). *Relación del conocimiento de la normativa y el uso de la Planta Sewage de un buque Granelero*. Perú: Escuela Nacional de Marina Mercante Almirante Miguel Grau. Obtenido de <http://repositorio.enamm.edu.pe/bitstream/ENAMM/62/1/TESIS%2053%20-%20VILLANUEVA.pdf>

20. Operacional, C. (2015). *Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas*. Obtenido de: <http://www.cloh.org.co>
21. Álvarez, M., et al. (2015). Reactores biopelícula de lecho móvil: Estado del arte. *Revista REDIP UNEXPO Venezuela*, 5(3). Obtenido de <http://redip.bqto.unexpo.edu.ve/index.php/redip/article/download/311/130> [Consultada marzo 2021]
22. Niño, L. (abril 2015). *Alternativa conceptual de disposición final de aguas residuales en la isla de San Andrés*. Tesis para optar al título de Ingeniero Civil, Universidad Piloto de Colombia.
23. Rosado, G. (Marzo 2014). *“Evaluación del Efluente y Cuerpo Marino Receptor”*. CERPER, División Ambiental. Lima – Perú.
24. Conesa, J.A. (2014). Lodos de depuración. Secado térmico y valorización energética. UA. Obtenido de [https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/36058/1/Secado\\_valorizacion\\_lodos\\_RUA.pdf](https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/36058/1/Secado_valorizacion_lodos_RUA.pdf) [Consultado febrero 2021]
25. Díez, M.T., et al. (2014). *Utilización de membranas como tratamiento terciario para la regeneración de aguas residuales: Membranas cerámicas*. *Revista tecnología y desarrollo*. Obtenido de <http://www.uax.es/publicacion/utilizacion-de-membranascomo-tratamientos-terciarios-para-regeneracion.pdf> [Consultada febrero 2021]
26. Cerna E. (2012). *Contaminación de la Bahía El Ferrol con aguas residuales domésticas y propuestas de gestión ambiental*. Tesis de Maestría. Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo
27. Jussi V. (2012). *Holistic Evaluation of Cruise Vessel Advanced Wastewater Purification Process through Mass Balance*. Obtenido de [https://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/54011/Vikainen\\_Jussi.pdf?sequence=1](https://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/54011/Vikainen_Jussi.pdf?sequence=1) [Consultado febrero 2021]
28. Granados, A, et al. (2009). *“Evaluación y diagnóstico del sistema de tratamiento de aguas residuales de la grúa marina Colombia I perteneciente a Drummond LTD”*. Trabajo de grado prerrrequisito con la finalidad de optar el título de Ingeniero Ambiental y Sanitario.
29. Castro, P. (2007). *Equipos, instalaciones y procedimientos exigidos a bordo para la disminución de la contaminación y efectos de esta sobre el medio*

- ambiente*. Tesis para optar al título de Ingeniero Naval, Universidad Austral de Chile.
30. Espinoza, E. (2010). *Planta de tratamiento de aguas residuales en San Juan de Lurigancho*. Tesis para optar el grado de Master en Gestión y Auditorías Ambientales, Universidad de Piura.
  31. Villalobos, Y. (2011). *Estudio del impacto ambiental de efluentes líquidos en las embarcaciones marinas tipo fragata de la armada nacional*. Colombia: Universidad Tecnológica de Bolívar. Obtenido de <https://biblioteca.utb.edu.co/notas/tesis/0062697.pdf>
  32. PETROPERÚ. (2009). Plan de manejo ambiental del vertimiento de aguas residuales industriales de Refinería Iquitos en la Quebrada Ramírez. Obtenido de <http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/DGGAE/ARCHIVOS/estudios/EIAS%20-%20hidrocarburos/PMA/PMA%20VERTIMIENTO%20DE%20AGUAS%20RESIDUALES%20-%20PETROPERU.pdf>
  33. Ortega, J., (2007). *Manual de procedimientos. Sistemas compactos de tratamiento de aguas residuales. Grúas marinas Colombia I, II, III, IV, V*. Manual TECNOAGUAS J.S LTDA. Santa Marta, 2007.
  34. Wolff, D., et al. (2006). "Desempenho de reatores híbridos no tratamento de efluente sanitário utilizando supones Mos". XXX Congreso de la asociación interamericana de ingeniería sanitaria e ambiental (AIDIS). Registro IV-Wolff-Brasil-1. Universidad Federal de Santa Catarina/UFSC. Florianópolis, SC, Brasil.
  35. Morales, P., (2005). *"Digestión anaerobia de lodos de plantas de tratamiento de aguas y su aprovechamiento"*. Tesis profesional. Universidad de las Américas Puebla. Escuela de Ingeniería. Departamento de Ingeniería Química y Alimentos. CIRIA, Centro Interactivo de Recursos de Información y Aprendizaje. Santa Catarina Mártir, San Andrés Cholula, Puebla, México.
  36. Barrera, V., (2005). *"Variabilidad de la calidad del agua y su impacto en los proyectos de optimización del funcionamiento de plantas de tratamiento de agua residual"*. Trabajo de grado presentado como requisito parcial para

- optar al título de Ingeniero Industrial. Universidad Yacambu. Facultad de Ingeniería, Barquisimeto.
37. Tecttapetla, C., (2005). *"Diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales de Santa María Texmelucan"*. Tesis profesional. Universidad de las Américas Puebla. Escuela de Ingeniería. Departamento de Ingeniería Química y Alimentos. CIRIA, Centro Interactivo de Recursos de Información y Aprendizaje. Santa Catarina Mártir, San Andrés Cholula, Puebla, México.
38. Floto, S., (2005). *"Uso de un modelo Mico a escala de laboratorio para el diseño de sistemas de lodos activados"*. Trabajo de titulación de grado. Universidad de Santiago de Chile.
39. Alden, D., (2004). *"Evaluación económica de un tren de tratamiento de agua residual para la UDLA-P"*. Tesis profesional. Universidad de las Américas Puebla. Escuela de Ingeniería. Departamento de Ingeniería Civil. CIRIA, Centro Interactivo de Recursos de Información y Aprendizaje. Santa Catarina Mártir, San Andrés Cholula, Puebla, México.
40. Araujo Moreno Minerva (1998). *"Tratamiento y disposición del agua residual generada por la industria pesquera"*. Universidad Autónoma de Nuevo León México. Obtenido de:  
[http://eprints.uanl.mx/view/creators/Araujo\\_Moreno=3AMinerva\\_Elizabeth=3A=3A.html](http://eprints.uanl.mx/view/creators/Araujo_Moreno=3AMinerva_Elizabeth=3A=3A.html)
41. Harrison, R.M. (1999). *El Medio Ambiente. Introducción a la Química Medioambiental y a la Contaminación*. Editorial Acribia S.A. Zaragoza – España.
42. Mujeriego, R. (1990). *Manual práctico de Riego con agua residual Municipal Regenerada*. Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona, España.
43. Arrison, R.M. (1999). *El Medio Ambiente. Introducción a la Química Medioambiental y a la Contaminación*. Editorial Acribia S.A. Zaragoza – España.

## **ANEXOS**

### Anexo 01 Instrumentos – Cuestionario y Check List de PTAR

Nombre y apellidos: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_/\_\_/\_\_\_\_\_

IT	Pregunta	SI	NO
1	¿Se leyó el manual de funcionamiento y mantenimiento?		
2	¿Se operó de acuerdo con el manual?		
3	¿El Dispositivo de Saneamiento Marino se ha instalado con el tanque de tratamiento hacia popa de la embarcación?		
4	¿El recipiente se encuentra sujeto a un material sólido y utiliza los tornillos adecuados?		
5	¿Se arrojó materiales ácidos o cáusticos en inodoros, lavaderos o resumideros?		
6	¿Se arrojó limpiadores de urinarios, blanqueadores con cloro u otros productos similares no autorizados en la unidad?		
7	¿Se arrojó grandes cantidades de aceites o grasas en la unidad?		
8	¿Se arrojó toallas de papel pesadas, servilletas sanitarias, colillas de cigarrillos, envoltorios de caramelos o cualquier otra materia extraña en la unidad?		
9	¿Se descargó del tanque de tratamiento sin cloro?		
10	¿Se verificó que el ventilador del compresor externo se encuentre en buen estado y en lugar abierto?		
11	Estado del Indicador de Nivel del tanque de retención (recipiente de desechos tratados)		
12	Estado de válvula de bloqueo (válvula que evita la descarga accidental de residuos)		
13	Estado de válvula de retención oscilante (válvula que evita el regreso de los residuos tratados del tanque de retención al tanque de tratamiento)		
14	Ultimo mantenimiento de Dispositivo de Saneamiento Marino		
15	¿El tanque se ha instalado y utilizado correctamente de acuerdo con las instrucciones empaquetadas con el sistema?		
16	¿El Tanque se ha utilizado para realizar tareas distintas a aquellas para las que estaba destinado?		
17	¿El Dispositivo de Saneamiento Marino ha sido alterado o dañado físicamente?		
18	¿Cada cuánto tiempo se limpia el filtro biológico? ¿De qué manera se realiza la limpieza?		
19	¿Conoce el procedimiento de apagado del Dispositivo de Saneamiento Marino?		
20	¿El tanque de procesamiento y de tratamiento se encuentran ventilados, tanto a babor como a estribor?		
21	¿Qué diámetro mantienen las líneas de ventilación? _____ ¿Es mayor a 1 ½" ø?		



**SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD E INTEGRIDAD**

Doc.: SG-SCI-TNS -F-04  
Versión: 01

**VERIFICACION DE LINEAMIENTOS DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES - EVALUACION Y RECOMENDACIONES**

Fecha: JUN - 2017  
N° Registro

RUC	RAZON SOCIAL	DOMICILIO	N° INSPECTORES	ACTIVIDAD ECONOMICA
20601603862	CONSTRUCCIONES Y SERVICIOS TECNARSOL SRL	Parque 59-8 2do. Nivel Talara Pariñas - Talara - Piura		SERVICIOS DE METALMECANICA Y MANTENIMIENTO

**OBJETIVO:** Inspección de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la Barcaza Oro con el fin de determinar el estado de los componentes para su posterior mantenimiento respectivo

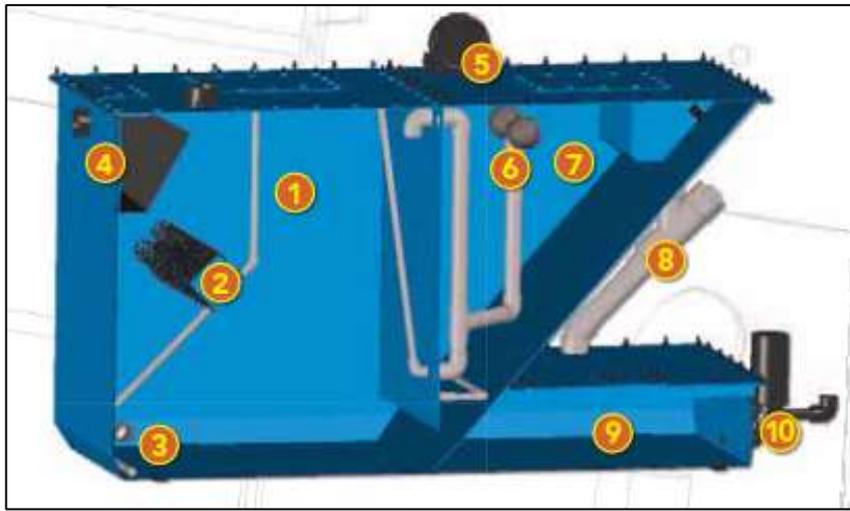
N° ATS: TIPO DE PERMISO: FECHA: AREA:

ITEM	COMPONENTES	Estado		
		Bueno	Regular	Malo
1	Cámara de aireación			
2	Bioesferas			
3	Difusor de aireación			
4	Canasta de captura de acero inoxidable			
5	Compresor regenerativo			
6	Skimmer flotante 360°			
7	Cámara de clarificación			
8	Clorador			
9	Cámara de contacto con cloro			
10	Bomba de descarga de efluentes			

**OBSERVACIONES Y/O RECOMENDACIONES**

**RESPONSABLES DE LA INSPECCIÓN**

Nombre:	Nombre:
Cargo:	Cargo:
Empresa:	Empresa:
Firma	Firma



**Carlos Alberto Ayala Patacías**  
 INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICO  
 REG. CIP. N° 247076

## Anexo 02. Validación por expertos

### INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

#### I. DATOS GENERALES

**Apellidos y nombres:** Ávila Palacios, Carlos Alberto – CIP 247676

**Institución donde labora:** Motores Diésel Andinos S.A.

**Especialidad:** Ingeniero Mecánico Eléctrico

**Instrumento de evaluación:** Cuestionario

**Autor del instrumento:** Palacios Saavedra, Gianella Nailin

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1.- CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible												X	
2.-OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3.-ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación													X
4.-ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
5.-SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X	
6.-TENCIONALIDAD	Está adecuado para valorar las variables de la Hipótesis												X	
7.-CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
8.-COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis variables e indicadores												X	
9.-METODOLOGIA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis											X		
10.- PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico										X			

#### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los requisitos para su aplicación.
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

Si cumple

#### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

94%



Carlos Alberto Ávila Palacios  
INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICO  
REG. CIP. N° 247676

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE  
DNI N° 70292914 Telf.: 979469756