



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD Y DEFENSA

CARRERA LICENCIATURA EN CIENCIAS NAVALES

Tesis presentada como requisito previo a la obtención del grado
de:

LICENCIADO EN CIENCIAS NAVALES

AUTOR

JOSÉ FRANCISCO VERA MEDINA

TEMA

**EL CRUCERO INTERNACIONAL 2012 EN LA II FASE, DEL
BUQUE ESCUELA GUAYAS Y EL MANEJO DE LAS AGUAS
DE SENTINA Y AGUAS GRISES. PROPUESTA PARA SU
TRATAMIENTO.**

DIRECTORA

ALFG-SU MARÍA JOSÉ BARRIOS CORNEJO

SALINAS, DICIEMBRE 2013

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Certifico que el presente trabajo realizado por el guardiamarina José Francisco Vera Medina, cumple con las normas metodológicas establecidas por la UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE y se ha desarrollado bajo mi supervisión, observando el rigor académico y científico que la Institución demanda para trabajos de este bagaje intelectual, por lo cual autorizo se proceda con el trámite legal correspondiente.

Salinas, 11 de Diciembre del 2013.

Atentamente

.....

ALFG-SU BARRIOS CORNEJO María José

CI: 1204406035

AUTORIZACIÓN

Yo, José Francisco Vera Medina, autorizo a la UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE, la publicación en la biblioteca de la institución de la tesis titulada: ““EL CRUCERO INTERNACIONAL 2012 EN LA II FASE DEL BUQUE ESCUELA GUAYAS Y EL MANEJO DE LAS AGUAS DE SENTINA Y AGUAS GRISES, PROPUESTA PARA SU TRATAMIENTO”, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Salinas, a los 11 días del mes de Diciembre del año 2013

AUTOR

.....

VERA MEDINA José Francisco

CI: 0927004572

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación está
dedicado a mis padres, hermanos
y todas aquellas personas que de alguna forma
despertaron en mí ese espíritu de sacrificio
y entrega total para el cumplimiento
de esta meta tan anhelada

AGRADECIMIENTO

Agradezco a toda mi familia, cuyo respaldo fue siempre constate, principalmente el de mis padres, Blanca Medina y Francisco Vera, cuya comprensión, afecto y predisposición de ayudar nunca menguaron a través de los años.

Asimismo a todas aquellas personas que desempeñaron el papel de instructores durante toda mi formación tanto estudiantil como militar, especialmente aquellos docentes que siempre intentaron con su proactividad e iniciativa, incentivar me a entregar todo mi esfuerzo para el logro de mis metas.

TABLA DE CONTENIDO

| | Pag. |
|----------------------------------|-------------|
| PRELIMINARES | |
| CERTIFICACIÓN DEL TUTOR | ii |
| AUTORIZACIÓN | iii |
| DEDICATORIA | iv |
| AGRADECIMIENTO | v |
| TABLA DE CONTENIDO | vi |
| ÍNDICE DE FIGURAS | viii |
| ÍNDICE DE TABLAS | ix |
| ÍNDICE DE ANEXOS | x |
| ABREVIATURAS | xi |
| RESUMEN | xii |
| ABSTRACT | xiii |
| | |
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| 1. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA | 1 |
| 2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA | 2 |
| 3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN | 2 |
| 3.1. OBJETIVO GENERAL | 2 |
| 3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 3 |
| 4. MARCO TEÓRICO | 3 |
| 5. HIPÓTESIS | 4 |
| 5.1. HIPÓTESIS GENERAL | 4 |
| 5.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS | 5 |
| 6. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN | 5 |
| 6.1. MÉTODO DEDUCTIVO ANALÍTICO | 5 |
| 6.2. MÉTODO INDUCTIVO SINTÉTICO | 5 |
| | |
| CAPITULO I | 6 |
| 1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA | 6 |
| 1.1. ANTECEDENTES | 6 |
| 1.2. DATOS GENERALES DEL BESGUA | 8 |
| 1.3. CONCEPTOS BÁSICOS | 9 |

| | |
|--|-------------------------------|
| 1.4. SUSTENTACIÓN LEGAL | 13 |
| 1.5. SISTEMAS DE RECOLECCIÓN ALMACENAMIENTO Y ACHIQUE DE AGUAS RESIDUALES EN LA UNIDAD | 21 |
| CAPITULO II | 25 |
| 2. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN | 25 |
| 2.1. ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN | 25 |
| 2.2. ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN | 25 |
| 2.3. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN | 26 |
| 2.4. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN | 27 |
| 2.5. POBLACIÓN Y MUESTRA | 27 |
| 2.5.1. POBLACIÓN | 27 |
| 2.5.2. VARIABLES DE LA POBLACIÓN | 28 |
| 2.5.3. MUESTRA | 29 |
| 2.6. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS | 30 |
| 2.7. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS | 31 |
| CAPÍTULO III | 43 |
| 3. RESULTADOS | 43 |
| 3.1. SISTEMAS DE TRATAMIENTO | 43 |
| 3.2. RESUMEN DE LOS SISTEMAS | 56 |
| 3.3. RESTRICCIONES EN ZONAS eSPECIALES | 58 |
| 3.4. REUTILIZACION DEL AGUA | 60 |
| 3.5. ESTABILIDAD DE LA UNIDAD | 61 |
| CONCLUSIONES | 63 |
| RECOMENDACIONES | 64 |
| BIBLIOGRAFÍA | 65 |
| ANEXOS | ¡Error! Marcador no definido. |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1-1 Cubiertas del BESGUA | 9 |
| Figura 1-2 Proceso de eutrofización | 12 |
| Figura 1-3 Diagrama del sistema de achique de aguas grises | 22 |
| Figura 1-4 Ubicación de sistemas de achique aguas grises y sentina | 23 |
| Figura 1-5 Diagrama del sistema de achique de aguas de sentina | 24 |
| Figura 2-1 Resultados Primera pregunta | 35 |
| Figura 2-2 Resultados Segunda pregunta | 36 |
| Figura 2-3 Resultados Tercera pregunta | 37 |
| Figura 2-4 Resultados Cuarta pregunta | 38 |
| Figura 2-5 Resultados Quinta pregunta | 39 |
| Figura 2-6 Resultados Sexta pregunta | 40 |
| Figura 3-1 Diagrama de funcionamiento del sistema HELLI-SEP 550 | 44 |
| Figura 3-2 Tanque separador del HELLI-SEP 550 | 46 |
| Figura 3-3 Diagrama de funcionamiento Sistema de aguas grises No.1 | 48 |
| Figura 3-4 Diagrama de funcionamiento Sistema de aguas grises No.2 | 52 |
| Figura 3-5 Zonas Marítimas Especiales | 59 |
| Figura 3-6 Porcentaje de ahorro de agua dulce | 61 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1-1 Características generales del BESGUA | 9 |
| Tabla 1-2 Parámetros de contaminación permisibles | 19 |
| Tabla 1-3 Parámetros de contaminación permisibles | 21 |
| Tabla 2-1 Producción de aguas grises y de sentina | 28 |
| Tabla 2-2 Resultados analíticos | 30 |
| Tabla 2-3 Tabulación de resultados Primera pregunta | 35 |
| Tabla 2-4 Tabulación de resultados Segunda pregunta | 36 |
| Tabla 2-5 Tabulación de resultados Tercera pregunta | 37 |
| Tabla 2-6 Tabulación de resultados Cuarta pregunta | 38 |
| Tabla 2-7 Tabulación de resultados Quinta pregunta | 39 |
| Tabla 2-8 Tabulación de resultados Sexta pregunta | 40 |
| Tabla 2-9 Parámetros de composición | 41 |
| Tabla 3-1 Componentes del sistema HELLI-SEP 550 | 45 |
| Tabla 3-2 Características generales del HELLI-SEP 550 | 46 |
| Tabla 3-3 Componentes del SISTEMA DE DE AGUAS GRISES No. 1 | 49 |
| Tabla 3-4 Características del SISTEMA DE AGUAS GRISES No. 1 | 50 |
| Tabla 3-5 Presupuesto para SISTEMA DE AGUAS GRISES No. 1 | 51 |
| Tabla 3-6 Componentes del SISTEMA DE AGUAS GRISES No. 2 | 53 |
| Tabla 3-7 Características del SISTEMA DE AGUAS GRISES No. 2 | 54 |
| Tabla 3-8 Presupuesto para SISTEMA DE AGUAS GRISES No. 2 | 55 |
| Tabla 3-9 Volumen de agua para reutilización | 61 |

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: ENCUESTA **¡Error! Marcador no definido.**

ANEXO B: ANÁLISIS QUIMICO DE LA CANTIDAD DE DQO Y TPH

¡Error! Marcador no definido.

ANEXO C: ANALISIS QUIMICO DE DBO, PH, TDS Y SST 70

ANEXO D: SIMBOLOGÍA EMPLEADA EN LOS DIAGRAMAS **¡Error!**

Marcador no definido.

ABREVIATURAS

| | |
|---|--------|
| BUQUE ESCUELA GUAYAS | BESGUA |
| DEMANDA BIOLÓGICA DE OXÍGENO | DBO |
| DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO | DQO |
| MARITIME POLLUTION | MARPOL |
| ORGANIZACIÓN MARÍTIMA INTERNACIONAL | OMI |
| TOTAL DE SÓLIDOS DISUELTOS | TDS |
| HIDROCARBUROS TOTALES DE PETRÓLEO | TPH |
| SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES | SST |
| SUPERINTENDENCIA DE LIBERTAD | SUINLI |
| INSTITUTO OCEANOGRÁFICO DE LA ARMADA | INOCAR |
| ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL | ESPOL |
| DEPARTAMENTO DE CIENCIAS QUÍMICAS Y AMBIENTALES | DCQA |

RESUMEN

El siguiente trabajo de investigación estuvo orientado a la elaboración de una propuesta cuyo objetivo era reducir el grado de contaminación que producen las aguas residuales en el BUQUE ESCUELA GUAYAS, analizando los procedimientos anteriormente utilizados para el desalojo de estos desechos en dicha unidad de la Armada del Ecuador. Comenzando por el análisis del grado de conocimiento que tiene el personal involucrado, acerca del manejo de estas aguas, pasando luego al estudio los circuitos actuales de aguas grises y de sentina de la unidad para de esta manera proponer el sistema de tratamiento que se ajuste a las necesidades actuales de la unidad. Para el logro del objetivo planteando se ha realizado los análisis de composición de las aguas residuales, comparándolos con los permitidos por la normativa nacional e internacional y de esta manera exponer el tratamiento más idóneo para estos tipos de residuos producidos en la unidad. Debido a que cada año la contaminación en todo el mundo aumenta estrepitosamente y siendo el mar una de las tantas víctimas de la misma, como marinos de guerra comprometidos con la conservación de los mares, que es nuestro principal medio de acción, es nuestro deber mantener el interés en la búsqueda de nuevas formas de mitigar el impacto que producimos y fomentar el cuidado del mar y porque no, de todo nuestro planeta.

ABSTRACT

The following research work guides a proposal with an objective that tries to reduce the grade of contamination that they produce certain type of residual waters in the Training Ship Guayas, examining procedures previously utilized for the evacuation of these waste matters in the aforementioned unit of the Ecuadorian Navy. Beginning for the analysis of the grade of knowledge that the crew implicated about the handling of these waters, moving next on to the study the existent circuits of gray and bilge waters of the unit stops this way proposing the system of treatment that fit to the nowadays needs of the unit. The analyses of composition of the residual waters have been accomplished for the achievement of the objective presenting, comparing them to the allowed for the national and international rules and this way exposing the most suitable treatment for these types of residues produced in the unit. Because every year the contamination all over the world increases noisily and being the sea join of the so many same victims of her, like sailors of war appointed with the conservation of the seas that our principal means of action are, It's our obligation to have maintained the interest in the search of new forms to mitigate the impact that we produce and to foment the care of the sea and why not, of all our planet.

INTRODUCCIÓN

El BUQUE ESCUELA GUAYAS es considerado como el embajador itinerante del Ecuador por los mares del mundo y como tal debe cumplir con todos los organismos de control y normativas que rigen el tránsito marítimo internacional. Por este motivo debe actualizar u optimizar constantemente sus equipos, maquinaria, instrucción de su personal etc. Para estar a la vanguardia de los estándares requeridos para buques de su tipo.

La contaminación producida por los buques ha sido un tema ampliamente estudiado ya que con el tiempo el ser humano ha ido comprendiendo su dependencia directa con el mar, el cuidado y conservación que debe darle ya que como tenemos claro, la capacidad de recepción y dilución de los océanos no es infinita.

Esta propuesta nos explica la problemática actual del BESGUA con respecto a la carencia de sistemas de tratamiento de aguas grises y sentina, dando a conocer los actuales niveles de contaminación que producen y estableciendo objetivos que buscan los sistemas más idóneos para lograr un proceso de purificación de aguas residuales que sea factible para la unidad.

1. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Debido a que el BESGUA en sus periodos de embarque, nacionales e internacionales, en ocasiones contempla largas navegaciones; y por las restricciones que existen en muchos puertos internacionales, reservas naturales y zonas marítimas especiales, así como las limitaciones que posee

toda unidad a flote en lo que respecta a capacidad de cargas líquidas y considerando que el BESGUA es el embajador itinerante del Ecuador por los mares del mundo y que debe contemplar todas las normativas nacionales e internacionales, en todos los ámbitos señalados por la Organización Marítima Internacional.

Esta investigación pretendió evidenciar la diferencia existente entre los parámetros de composición de las aguas grises y de sentina del BESGUA, y los permitidos por las diferentes normativas, explicando el efecto que producen las aguas grises y de sentina al medio marino, para culminar con la implementación de un modo de tratamiento de las mismas, a fin de reducir el grado de contaminación y asegurar la expulsión de aguas tratadas al mar.

2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Necesidad de proponer un tratamiento de aguas grises y de sentina que reduzca el grado de contaminación producido por este tipo de residuos, durante los cruceros internacionales que realiza el BESGUA.

3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. OBJETIVO GENERAL

Reducir el grado de contaminación que producen las aguas grises y de sentina del BESGUA al medio ambiente marino mediante un modo de tratamiento previo a su expulsión al mar.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar un estudio previo de los parámetros de contaminación que producen las aguas residuales de la unidad.
- Analizar la capacidad de almacenamiento de agua residuales y los sistemas de bombeo y achique en la unidad.
- Analizar los parámetros de composición de las aguas residuales, contenidos en la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes y en el reglamento internacional para prevenir la contaminación por los buques.

4. MARCO TEÓRICO

La preservación de los océanos en la actualidad se ha vuelto un tema de amplia investigación, creando diversos medios para no afectar la capacidad de dilución y recepción del agua, la misma que no es ilimitada y por esa razón se ha vuelto necesario a través de los años adaptar nuestras costumbres para mitigar los daños que causamos a nuestros mares que son fuente de una gran cantidad de recursos.

El Convenio internacional MARPOL 73/78 en su anexo IV sobre la contaminación por aguas sucias, señala que la descarga en el mar de aguas sucias sin depurar puede presentar riesgos para la salud humana, y en las zonas costeras puede provocar el agotamiento de oxígeno y una contaminación estética obvia, lo que supone un serio problema para los países que tienen una importante industria turística.

La contaminación marina no simplemente puede involucrar a los países netamente costeros, de lo contrario, ya que la superficie terrestre contempla una amplia irrigación hidrográfica, esta contaminación puede extenderse a cualquier región de la tierra y a todos por igual.

Los océanos juegan un papel cuya importancia vital en la tierra no solo abarca un rol como vías de comunicación entre los pueblos o como un parte de recursos alimenticios para la humanidad sino también porque constituyen un elemento irremplazable en el llamado "ciclo del agua". El mismo que todos conocemos, aquel que inicia con la evaporación del agua de los mares, transformándola en nubes, las mismas que dan origen a las lluvias que caen sobre la tierra y regresan a través de ríos y entre montañas, nuevamente a los océanos.

Entre las diferentes formas de contaminación marina podemos señalar que son tres las que representan una mayor amenaza: Los residuos de origen industrial, los hidrocarburos y, los residuos de origen doméstico ya sean de fuentes terrestres o de plataformas marítimas. Siendo los dos últimos mencionados el objeto de estudio de esta investigación.

5. HIPÓTESIS

5.1. HIPÓTESIS GENERAL

El tratamiento de aguas grises y de sentina realizará una correcta purificación de las mismas previo a su desalojo, reduciendo la contaminación que producen.

5.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- La propuesta evitará restricciones a la unidad en los diferentes puertos que visita, inclusive en zonas marítimas especiales.
- La propuesta promoverá un mejor control en las demás unidades de la escuadra en cuanto al grado de contaminación que causan sus descargas al mar.
- Las aguas residuales del BUQUE ESCUELA GUAYAS tienen una afectación directa hacia el medio ambiente marino.

6. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

6.1. MÉTODO DEDUCTIVO ANALÍTICO

Se aplicó este método debido a que utiliza ideas y leyes generales de un objeto de estudio, para llegar a conclusiones particulares. Habiendo iniciado con el análisis de cada una de las partes que conforma el objeto de investigación, en este caso cada uno de los sistemas de aguas residuales y de los agentes contaminantes provenientes de los efluentes que descarga el BESGUA.

6.2. MÉTODO INDUCTIVO SINTÉTICO

Una vez que se realizó el estudio individual de las partes del objeto de estudio, se integraron los resultados para obtener conclusiones más generales a partir de hechos particulares.

CAPITULO I

1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.1. ANTECEDENTES

Desde la fundación de la Organización Marítima internacional (OMI), han sido múltiples los convenios, acuerdos, resoluciones y normas que se han estipulado con distintos fines orientados a promover la cooperación y unificación entre los estados involucrados, como ejemplo de ello tenemos la creación del Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar (SOLAS) y el Convenio Internacional para prevenir la contaminación por los Buques (MARPOL 73/78). El último mencionado hace referencia a la preservación del medio ambiente marino a través de la erradicación de desechos hidrocarburíferos así como los de tipo accidental.

A continuación se detallan los convenios dictados desde la creación de la OMI para el control de la contaminación en el mar.

- Convenio internacional para prevenir la contaminación de las aguas del mar por hidrocarburos (OILPOL 54)
- Convenio internacional relativo a la intervención en alta mar en casos de accidentes que causen una contaminación por hidrocarburos (INTERVENTION 1969)
- Convenio internacional sobre responsabilidad civil nacida de daños debido a contaminación por hidrocarburos (CLC 1969)

- Convenio internacional sobre la constitución de un fondo internacional de indemnización de daños debidos a contaminación por hidrocarburos (FUND/71)
- Convenio sobre la prevención de la contaminación del mar por vertimiento de desechos y otras materias (LC 1972)
- Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar (SOLAS 74).
- Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques (1973), en su forma modificada por el correspondiente Protocolo de 1978 (MARPOL 73/78)
- Convenio internacional sobre cooperación, preparación y lucha contra la contaminación por hidrocarburos (OPRC 1990)

En esta investigación hemos tomado en cuenta las resoluciones y artículos provenientes del convenio MARPOL 73/78 debido a la relación que guarda con los desechos hidrocarburíferos y aguas sucias producidas por los buques, así como también se mencionan los parámetros que establece la normativa nacional expuesta en la Norma de Calidad Ambiental y Descarga de Efluentes.

Desde la adquisición de este buque por parte de la Armada del Ecuador en 1977, han sido múltiples los medios que han sido instalados a bordo para que dicha unidad cumpla con todos los requerimientos internacionales vigentes tanto en seguridad del personal como en contaminación marítima.

Actualmente el BESGUA cuenta con un sistema de tratamiento de aguas negras que logra la sedimentación de los desechos y asegura la expulsión de aguas tratadas al mar, sin embargo este sistema no cubre las aguas residuales provenientes de lavabos, urinarios, duchas y cocina, lo que en esta investigación expresa como aguas grises, tampoco trata los residuos provenientes de las distintas maquinas así como de las filtraciones, los mismos que se acumulan en la sentina de la unidad.

Tomando en cuenta esta ausencia que existe en el tratamiento de aguas grises y de sentina se pretende proponer la forma más adecuada de purificación de estos efluentes, para la unidad.

1.2. DATOS GENERALES DEL BESGUA

Para un mejor entendimiento y orientar al lector con la información necesaria acerca del objeto de estudio, a continuación se presentan los datos generales del BESGUA así como la ubicación de las cubiertas en la unidad.

Tabla 1-1 Tabla 1-2 Características generales del BESGUA
Fuente: Manual de Maniobras BESGUA

| | |
|-----------------------|----------|
| ESLORA TOTAL | 65,60 m |
| MANGA | 10,16 m |
| PUNTAL | 6,60 m |
| CALADO | 4,40 m |
| DESPLAZAMIENTO | 1153 Tn. |
| AUTONOMIA | 30 días |
| CAPACIDAD DE PERSONAS | 180 |

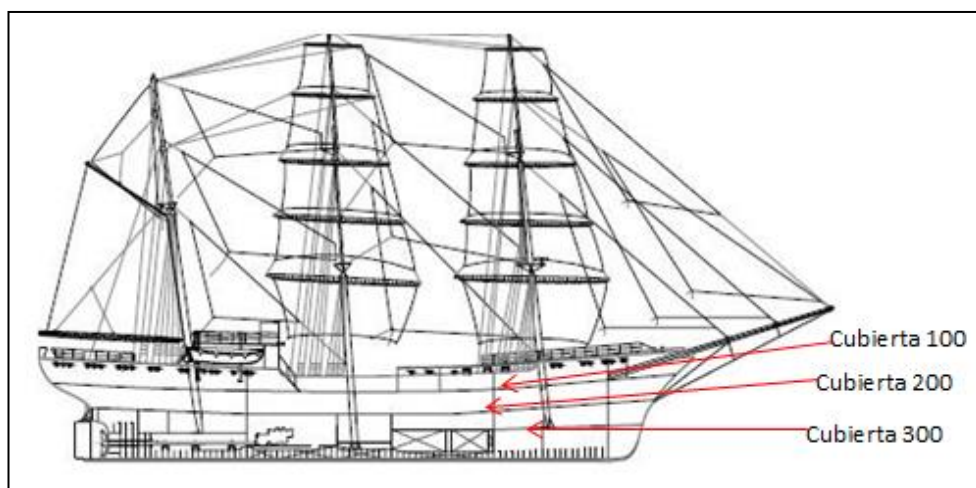


Figura 1-1 Cubiertas del BESGUA
Fuente: Astilleros Navales Ecuatorianos

1.3. CONCEPTOS BÁSICOS

Aguas residuales.- Las aguas de composición variada provenientes de las descargas de usos municipales, industriales, comerciales, de servicios agrícolas, pecuarios, domésticos, incluyendo fraccionamientos y en general de cualquier otro uso, que hayan sufrido degradación en su calidad original.

Aguas grises.- Son aquellas provenientes del uso diario doméstico como lavamanos, urinarios, duchas, cocina, que generalmente contienen detergentes y pequeños residuos sólidos en suspensión.

Aguas de sentina.- Mezcla que resulta de las filtraciones de las diferentes tomas de fondo, residuos oleosos provenientes de las máquinas, generadores, bombas, que se acumulan en la sentina de la unidad.

Aguas negras.- Residuos provenientes de inodoros, en su mayor porcentaje de desechos fecales

DBO.- (Demanda Bioquímica de Oxígeno) Es la cantidad de oxígeno disuelto consumida por un agua residual durante la oxidación "por vía biológica" de la materia orgánica biodegradable presente en dicha agua residual, en unas determinadas condiciones de ensayo en un tiempo dado. Refleja la materia orgánica que existe en el agua, indicando el oxígeno necesario para alimentar a los microorganismos y a las reacciones químicas.

Los valores de DBO pueden ir desde 1mg/L de las aguas más puras hasta los 600mg/L o más de las aguas residuales sin tratar, un río moderadamente contaminado puede tener valores de 2 a 8 mg/L y el agua residual tratada en las depuradoras tiene valores en torno a 20mg/L.

DQO.- (Demanda Química de Oxígeno) Es la cantidad de oxígeno disuelto consumida por un agua residual durante la oxidación "por vía química" provocada por un agente químico fuertemente oxidante.

TPH.- (Hidrocarburos totales de petróleo) La determinación del TPH es utilizada para el análisis de sustancias contaminadas con hidrocarburos en muestras de suelo o agua.

pH.- (Potencial de Hidrógeno) es una medida de la acidez o basicidad de una solución, su valor va de 0 a 14 en disolución acuosa, siendo ácidas las disoluciones con pH menores a 7, y básicas las que tienen pH mayores a 7. El pH = 7 indica la neutralidad de la disolución.

Sólidos disueltos.- Que no se sedimentan encontrándose en el agua en estado iónico o molecular

Sólidos suspendidos.- Aquellos que por su peso pueden sedimentar fácilmente en un determinado período de tiempo.

Biofilm.- También llamado biopelícula consiste en un sistema de microbios organizado, conformado por microorganismos asociados en una superficie viva o inerte, con propiedades y características particulares, esta conformación de bacterias se caracteriza por la excreción de una matriz extracelular adhesiva protectora con canales por donde circula el agua y nutrientes.

Filtro bacteriano.- Utilizaremos este término para referirnos a un tipo de filtro que captura y elimina los microorganismos cuando un fluido pasa por la biopelícula que se encuentra en su interior.

Bactericidas.- Sustancias químicas que matan las bacterias y microorganismos presentes en un medio.

Floculantes.- Sustancias químicas que coagulan los sólidos y las grasas suspendidas en un fluido.

Eutrofización.- Es el conjunto de cambios paulatinos que experimenta el ecosistema acuático a través del tiempo y que se evidencian con una excesiva proliferación del fitoplancton en la capa más superficial de agua, la misma que consume demasiado oxígeno y no permite el paso de luz solar a las capas inferiores. Se puede considerar la eutrofización como un proceso natural de envejecimiento, para su mejor entendimiento se explica en la Figura 1-2.

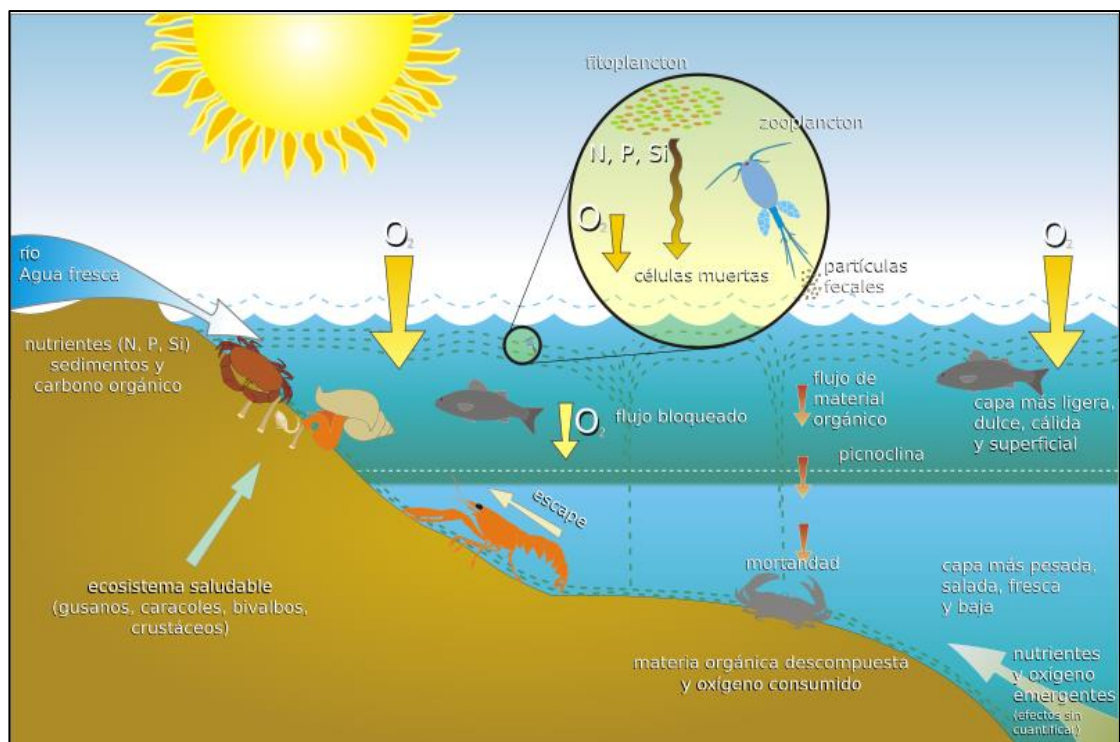


Figura 1-2 Proceso de eutrofización

Fuente: página web www.universalocean_files.com

Zona anóxica o muerta.- Son aquellas zonas de los cuerpos de agua en las cuales en nivel de oxígeno es demasiado bajo como para permitir que se desarrollen los ecosistemas acuáticos.

Según el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, las zonas muertas han estado aumentando desde la década de los años 70, algunas llegan a alcanzar 800 mil kilómetros y actualmente existe casi 200 áreas desoxigenadas alrededor del mundo.

1.4. SUSTENTACIÓN LEGAL

Para la sustentación legal se señalan a continuación algunos fragmentos, reglas y literales de la Ley para prevenir la contaminación por buques MARPOL 73/78 y de la resolución MEPC.159 (55) del Comité de Protección del Medio Marino (MEPC) de la Organización Marítima Internacional (OMI), asimismo se ha tomado en cuenta las normas nacionales como la Norma de calidad ambiental y descarga de efluentes.

Cabe recalcar que se han extraído únicamente los párrafos que contribuyen a un mejor entendimiento del tema, sin la intención de alterar la estructura legal que poseen.

MARPOL73/78

EDICIÓN REFUNDIDA 2002

ANEXO I

REGLAS PARA PREVENIR LA CONTAMINACIÓN POR HIDROCARBUROS

Regla 9: Control de las descargas de hidrocarburos

b) tratándose de buques no petroleros cuyo arqueo bruto sea igualo superior a 400 toneladas y de buques petroleros por lo que se refiere a las aguas de las sentinas de los espacios de máquinas, exceptuados los de la cámara de bombas de carga a menos que dichas aguas estén mezcladas con residuos de carga de hidrocarburos:

- Que el buque no se encuentre en una zona especial;
- Que el buque esté en ruta;
- Que el contenido de hidrocarburos del efluente sin dilución no exceda de 15 partes por millón (...)

Regla 10: Métodos para prevenir la contaminación por hidrocarburos desde buques que operen en zonas especiales.

A los efectos del presente anexo las zonas especiales son:

- Mar Mediterráneo

- Mar Báltico
- Mar Negro
- Mar Rojo
- Zona de Golfos
- Mar del Norte
- Mar Caribe
- Antártico

h) Las aguas noroccidentales de Europa incluyen el mar del Norte y sus accesos, el mar de Irlanda y sus accesos, el mar Celta, el canal de la Mancha y sus accesos y la parte del Atlántico nororiental que se encuentra inmediatamente al oeste de Irlanda (...)

2) A reserva de las disposiciones de la regla 11 del presente anexo:

a) Estará prohibida toda descarga en el mar de hidrocarburos o mezclas oleosas desde petroleros y desde buques no petroleros cuyo arqueado bruto sea igual o superior a 400 toneladas, mientras se encuentren en una zona especial. Con respecto a la zona del Antártico, estará prohibida toda descarga en el mar de hidrocarburos o mezclas oleosas procedentes de cualquier buque.

b) Exceptuando lo dispuesto en relación con la zona del Antártico en el párrafo 2 a) de la presente regla, estará prohibida toda descarga en el mar de hidrocarburos o de mezclas oleosas desde buques no petroleros de arqueado bruto inferior a 400 toneladas, mientras se encuentren en una zona

especial, **salvo cuando el contenido de hidrocarburos del efluente sin dilución no exceda de 15 partes por millón.**

3) a) Las disposiciones del párrafo 2) de la presente regla **no se aplicaran a las descargas de lastres limpios o separados.**

b) Las disposiciones del párrafo 2) a) de la presente regla **no se aplicaran a la descarga de agua de sentina tratada**, proveniente de los espacios de máquinas, siempre que se cumplan las condiciones siguientes:

- Que el agua de sentina no provenga de sentinas de cámara de bombas de carga;
- Que el agua de sentina no esté mezclada con residuos de carga de hidrocarburos;
- Que el buque esté en ruta;
- Que el contenido de hidrocarburos del efluente, sin dilución, no exceda de 15 partes por millón;
- Que el buque tenga en funcionamiento un equipo filtrador de hidrocarburos que cumpla con lo dispuesto en la regla 16.
- Que el sistema de filtración esté equipado con un dispositivo de detención que garantice que la descarga se detenga automáticamente cuando el contenido de hidrocarburos del efluente exceda de 15 partes por millón.

4) a) Las descargas que se efectúen en el mar no contendrán productos químicos ni ninguna otra sustancia en cantidades o concentraciones que entrañen un peligro potencial para el medio marino, ni adición alguna de productos químicos u otras sustancias cuyo fin sea eludir el cumplimiento de las condiciones de descarga especificadas en la presente regla.

b) Los residuos de hidrocarburos cuya descarga en el mar no pueda efectuarse de conformidad con lo dispuesto en los párrafos 2) y 3) de la presente regla serán retenidos a bordo o descargados en instalaciones de recepción.

5) Ninguna de las disposiciones de la presente regla prohíbe que un buque cuya derrota se lo atraviese en parte una zona especial efectúe descargas fuera de esa zona especial de conformidad con lo dispuesto en la regla 9 del presente anexo.

ANEXO IV

REGLAS PARA PREVENIR LA CONTAMINACIÓN POR LAS AGUAS SUCIAS DE LOS BUQUES

Regla 2: Ámbito de aplicación

Las disposiciones del presente anexo se aplicarán a:

- I. Los buques nuevos cuyo arqueo bruto sea igual o superior a 200 toneladas;

- II. Los buques nuevos cuyo arqueo bruto sea menor que 200 toneladas que estén autorizados para transportar más de 10 personas;
- III. Los buques nuevos que, sin tener arqueo bruto medido, estén autorizados para transportar más de 10 personas.

Regla 8: Descarga de aguas sucias

- 1) A reserva de las disposiciones de la regla 9 del presente anexo, se prohíbe la descarga de aguas sucias en el mar a menos que se cumplan las siguientes condiciones:
 - b) que el buque utilice una instalación para el tratamiento de las aguas sucias que haya sido certificada por la Administración en el sentido de que cumple las prescripciones operativas estipuladas de acuerdo con las normas y los métodos de ensayo elaborados por la OMI.

RESOLUCIÓN MEPC.159 (55)

(ADOPTADA EL 13 DE OCTUBRE DE 2006)

DIRECTRICES REVISADAS SOBRE LA IMPLANTACIÓN DE LAS NORMAS RELATIVAS A EFLUENTES Y PRUEBAS DE RENDIMIENTO DE LAS INSTALACIONES DE TRATAMIENTO DE AGUAS SUCIAS

El Comité de Protección del Medio Marino (MEPC) de la Organización Marítima Internacional (OMI) adoptó en 1976 la resolución MEPC.2(VI), titulada "Recomendación sobre normas internacionales relativas a efluentes y Directrices sobre pruebas de rendimiento de las instalaciones de tratamiento de aguas sucias".

Este documento recoge las Directrices revisadas sobre la implantación de las normas relativas a efluentes y pruebas de rendimiento de las instalaciones de tratamiento de aguas sucias (las Directrices). Las presentes Directrices tienen por objeto ayudar a las Administraciones a establecer programas relativos a las pruebas operacionales de rendimiento de las instalaciones de tratamiento de aguas sucias a efectos de homologación, en virtud de lo estipulado en la regla 9.1.1 del Anexo IV del Convenio MARPOL.

Las presentes Directrices se aplican a las instalaciones de tratamiento de aguas sucias instaladas a bordo, desde el 1 de enero de 2010 o posteriormente.

Tabla 1-2 Parámetros de contaminación permisibles
Fuente: Resolución MEPC. 159 (55) del Convenio MARPOL 73/78

| PARÁMETRO | UNIDAD | LÍMITE PERMITIDO |
|--|--------|------------------|
| Aceites y grasas (TPH) | mg/L | 150 |
| Sólidos sedimentables | mg/L/h | 35 |
| Sólidos suspendidos totales | mg/L | 35 |
| PH | - | 6-8.5 |
| Demanda Bioquímica de oxígeno DBO₅ | mg/L | 25 |
| Demanda química de oxígeno DQO | mg/L | 125 |

**NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES:
RECURSO AGUA**

INTRODUCCIÓN

La presente norma técnica ambiental es dictada bajo el amparo de la Ley de Gestión Ambiental y del Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental y se somete a las disposiciones de éstos, es de aplicación obligatoria y rige en todo el territorio nacional.

La presente norma técnica determina o establece:

- Los límites permisibles, disposiciones y prohibiciones para las descargas en cuerpos de aguas o sistemas de alcantarillado;
- Los criterios de calidad de las aguas para sus distintos usos; y,
- Métodos y procedimientos para determinar la presencia de contaminantes en el agua.

Criterios de calidad para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces, cálidas o frías, y en aguas marinas y de estuarios.

Se entiende por uso del agua para la preservación de flora y fauna, su empleo en actividades destinadas a mantener la vida natural de los ecosistemas asociados, sin causar alteraciones en ellos, o para actividades

que permitan la reproducción, supervivencia, crecimiento, extracción y aprovechamiento de especies bioacuáticas en cualquiera de sus formas, tal como en los casos de pesca y acuicultura.

Toda descarga a un cuerpo de agua marina, deberá cumplir, por lo menos con los siguientes parámetros:

Tabla 1-3 Parámetros de contaminación permisibles
Fuente: Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes

| PARAMETROS | EXPRESION | UNIDAD | LIMITE PERMISIBLE AGUA MARINA Y DE ESTUARIO |
|--|------------------|--------|---|
| Aceites y grasas | | mg/l | 0,3 |
| Demanda Bioquímica de oxígeno | DBO ₅ | mg/l | 100 |
| Demanda química de oxígeno | DQO | mg/l | 250 |
| Hidrocarburos totales de petróleo | TPH | mg/l | 20 |
| Potencial de Hidrógeno | Ph | | 6-9 |
| Sólidos suspendidos totales | SST | mg/l | 100 |
| Materia flotante | | | Ausente |

1.5. SISTEMAS DE RECOLECCIÓN ALMACENAMIENTO Y ACHIQUE DE AGUAS RESIDUALES EN LA UNIDAD

A continuación, en la figura 1-3, se detallan los actuales sistemas de recolección almacenamiento y achique de aguas grises y de sentina en la unidad.

En la gráfica podemos observar que las aguas grises se recogen de los urinarios, lavaderos, cocina y duchas, comprendiendo los siguientes pasos:

- Se recogen por medio de tuberías hasta almacenarse en dos tanques con capacidad de 250 Glns. Cada uno y ubicados uno en cada banda en la popa de la unidad, cubierta 300.
- Por medio de las dos bombas que posee cada tanque, se trasvasija el fluido hasta el tanque común de aguas grises, con capacidad de 500 Glns. Aproximadamente, ubicado debajo de la sala POI (Planta de Osmosis Inversa)
- En dicho tanque se encuentra una bomba sumergible que se encarga de achicar las aguas grises directamente al mar.

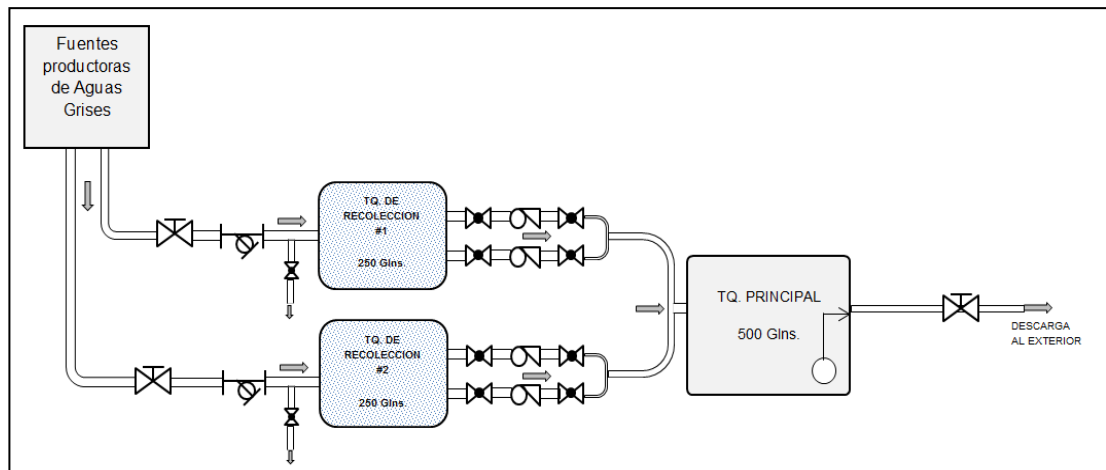


Figura 1-3 Diagrama del sistema de achique de aguas grises
Elaborado por: BRITEN José Vera Medina

El sistema de recolección de aguas de sentina que se detalla en la figura 1-5, comprende tres tanques pequeños de 10 Glns. Cada uno, dos de ellos

ubicados en la sala de máquinas, debajo del motor reversible ZF, y uno en la sala POI debajo de la planta de tratamiento de agua negras, estos tanques son achicados por medio de las bombas contra-incendio 2 y 1 respectivamente.

La ubicación los sistemas de recolección y achique que posee actualmente el BESGUA, se muestran en la figura 1-4.

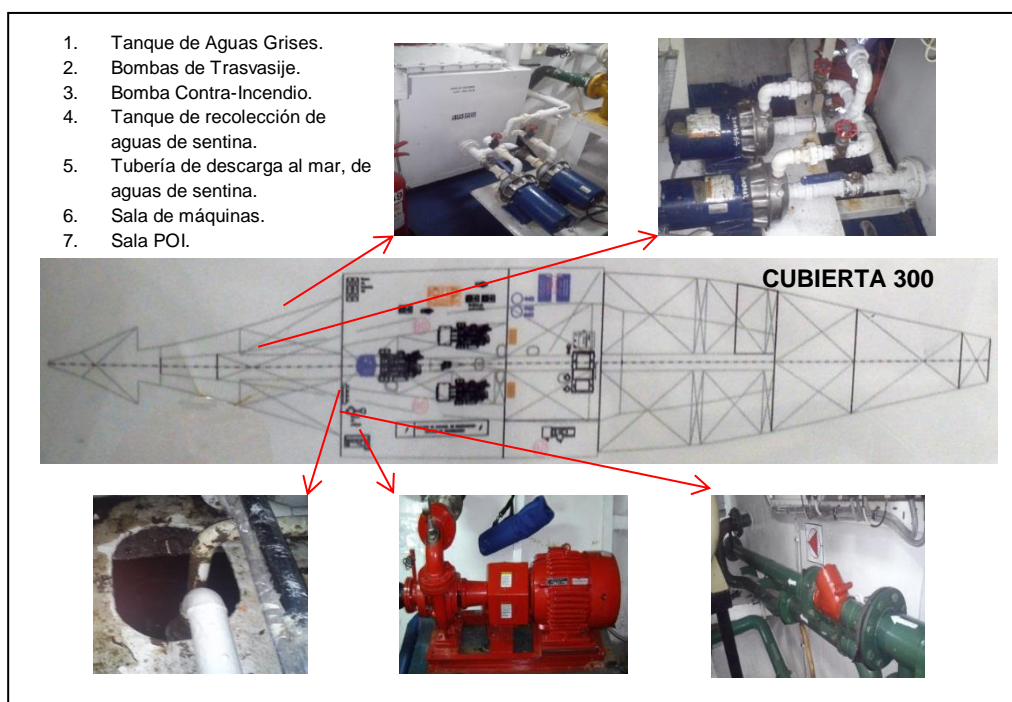


Figura 1-4 Ubicación de los sistemas de achique de aguas grises y de sentina
Elaborado por: BRITEN José Vera Medina

Como podemos notar en ambos casos no existe ningún tipo de tratamiento de purificación previo a su desalojo al mar.

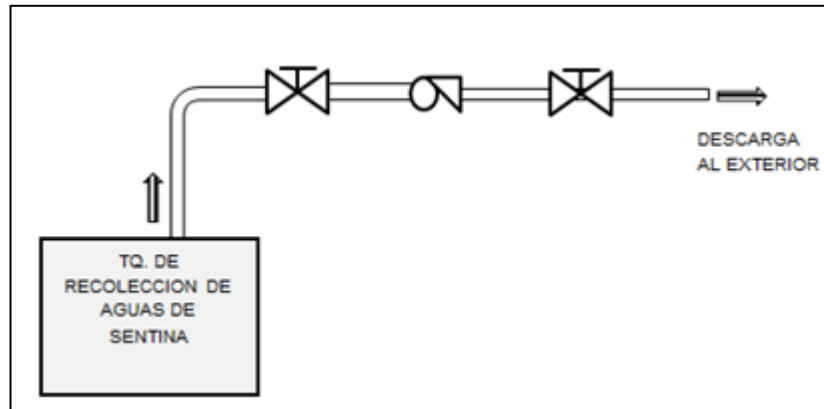


Figura 1-5 Diagrama del sistema de achique de aguas de sentina
Elaborado por: BRITEN José Vera Medina

CAPITULO II

2. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación se limitó al manejo de las aguas grises y de sentina, durante la II Fase del Crucero Internacional 2012 a bordo del BESGUA, para la propuesta de un tratamiento que cumpla con los objetivos planteados.

Se aplicó un alcance descriptivo-explicativo, el alcance descriptivo abarcó el análisis y comparación de los parámetros de composición de las aguas, además las características y los componentes de los actuales sistemas de achique que intervienen en los circuitos de aguas residuales

En el alcance explicativo se utilizó al determinar las causas y efectos que se desencadenarían en el medio marino debido a la producción y expulsión de aguas grises y de sentina.

2.2. ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN

Fue necesario el empleo de un enfoque mixto para contemplar ambas partes de la investigación, la cuantitativa y la cualitativa.

El enfoque cuantitativo estuvo orientado a la descripción, explicación y predicción de los efectos producidos, la producción y la capacidad de almacenamiento y desalojo de las aguas residuales estudiadas además que

involucra la medición, el análisis numérico y la comparación de los resultados de laboratorio con los diferentes reglamentos.

El enfoque cualitativo contempló la opinión y el grado de aceptación por parte del personal que estuvo involucrado con el tema y que fue tomado en cuenta para la recolección de datos a manera de encuesta

2.3. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

MÉTODO DEDUCTIVO ANALÍTICO

Se lo aplicó durante la elaboración de la fundamentación teórica de esta investigación, basándose en las leyes que norman la contaminación producida por los buques y los diversos parámetros que debe contener los residuos que se descargan al mar. De esta manera la parte deductiva

La parte analítica se desarrolló con el análisis de las muestras tomadas de ambos tipos de aguas residuales de la unidad, así como las entrevistas y encuestas realizadas, examinándolas por separado y buscando sistemas de tratamiento que se adapten a las condiciones de la unidad y que contengan los pasos adecuados para que produzca los residuos con los parámetros deseados.

MÉTODO INDUCTIVO SINTÉTICO

Para presentar la propuesta se sintetizaron los resultados obtenidos de las diferentes muestras, los mismos que permitieron llegar a ideas más

generales que sirvan como base para el diseño de los diferentes sistemas de tratamiento y finalmente dar a conocer las conclusiones de la investigación.

2.4. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El diseño de investigación de tipo observacional fue el más idóneo para la presente investigación debido a que se realizaron múltiples observaciones de la producción de aguas residuales objeto de muestra. Como subnivel de este diseño tomamos en cuenta el tipo de diseño retrospectivo ya que nos basamos en mediciones, encuestas y análisis previamente efectuados en la muestra considerada, que fue únicamente, el personal de ingeniería de la unidad y los dos tipos de agua estudiados, de esta manera notamos que era de un subnivel del diseño retrospectivo, llamado diseño transversal.

2.5. POBLACIÓN Y MUESTRA

2.5.1. POBLACIÓN

Enfoque Cualitativo

Como población en el enfoque cualitativo se tomó en cuenta al personal del departamento de ingeniería del BESGUA que participó en el Crucero Internacional 2012 y que corresponde a un total de 20 oficiales y 20 tripulantes.

Se midió el grado de aceptación que tiene la propuesta ante la dotación involucrada, en base a la tabulación de la encuesta realizada.

Enfoque Cuantitativo

Por la parte cuantitativa, en la investigación se tomaron muestras de los tanques de almacenamiento y datos de la producción de las aguas residuales estudiadas.

Tabla 2-1 Tabla 2-2 Producción de aguas grises y de sentina
Elaborado por: BRITEN José Vera Medina

| PRODUCCION DIARIA | AGUAS GRISES (GLNS.) | AGUAS DE SENTINA (GLNS.) |
|----------------------|-------------------------|-----------------------------|
| NAVEGANDO | 250 | 30 |
| EN PUERTO | 100 | 15 |

2.5.2. VARIABLES DE LA POBLACIÓN

Variable cualitativa

- El grado de aceptación que tenga la propuesta por parte del personal encuestado.

Variable cuantitativa

- La producción de aguas grises y de sentina del BESGUA durante el crucero internacional 2012.
- La diferencia que existe entre los parámetros químicos que poseen las aguas residuales de la unidad y los permitidos por la normativa nacional e internacional.

2.5.3. MUESTRA

Parte cualitativa

Debido a que el personal que conformó la tripulación del BESGUA en el periodo anteriormente señalado, es muy reducida como para calcular una muestra a partir de una de las diferentes fórmulas, se tomó una muestra sectorizada que abarcó únicamente al personal que labora dentro del departamento de ingeniería de la unidad, lo que corresponde a 2 oficiales y 20 tripulantes.

Parte cuantitativa

La toma de muestras se realizó en los días 9 y 12 de septiembre en la sala de máquinas del BESGUA, la primera fue para el análisis del DQO y el TPH con la ayuda del Departamento de Ciencias Químicas y Ambientales de la Escuela Superior Politécnica del Litoral, y la segunda toma se envió al Instituto Oceanográfico de la Armada para que realice el análisis de pH, DBO y total de sólidos disueltos y suspendidos.

Los resultados originales se encuentran como anexos en esta investigación.

Tabla 2-3 Resultados analíticos
Fuente: Departamento de Ciencias Químicas y Ambientales – ESPOL
Instituto Oceanográfico de la Armada

| RESULTADOS ANALÍTICOS | | | | | | |
|---|---------------------------------------|---------------|---------------|---------------|--|---------------|
| TOMA DE MUESTRA DE LAS AGUAS RESIDUALES | | | | | | |
| MATRIZ | INOCAR 12 – 17 DE SEPTIEMBRE, 2013 | | | | ESPOL-DCQA 9 – 18 DE SEPTIEMBRE, 2013 | |
| | Ph (UpH) | DBO (mg/l) | TDS (mg/l) | SST (mg/l) | DQO (mg/l) | TPH (mg/l) |
| Aguas Grises | 6,80 | >2100 | 460,00 | 0,73 | 964,0 | - |
| Aguas de sentina | 5,34 | >2100 | 0,00 | 1,27 | - | 224,9 |

2.6. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

ENTREVISTA PERSONAL

Se tomó en cuenta la experiencia profesional del personal que guarda una relación directa con la problemática de la presente propuesta, para saber sus perspectivas sobre una serie de preguntas relacionadas con el tema.

ENCUESTA

Para el caso de la presente encuesta se utilizó la escala Likert para medir la aceptación de la propuesta por parte del personal que conformaba la muestra.

- Totalmente de acuerdo

- Parcialmente de acuerdo
- Indiferente
- Parcialmente en desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

OBSERVACIÓN DIRECTA

Se aplicó en la toma de datos de la producción de aguas residuales de la unidad.

ANÁLISIS DE LABORATORIO

Se utilizaron los análisis de composición realizados en los laboratorios del INOCAR y la ESPOL, para denotar los niveles de contaminación actuales que poseían el objeto de muestra.

2.7. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS

ENTREVISTA PERSONAL No. 1

DIRIGIDA A: SR. TNFG-SU Jaime García

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DEL BESGUA

1. Si tuviera Ud. la necesidad de implementar un sistema de tratamiento para aguas grises y de sentina en el BESGUA, qué especificaciones técnicas requeriría en cada sistema.

“Para determinar la necesidad de un sistema adicional de tratamiento de aguas grises es necesario realizar primero un estudio de la cantidad producida por cada circuito de forma independiente, por ejemplo:

Considerar la capacidad de almacenamiento de aguas residuales tipo grises, en vista que las mismas no requieren un arduo tratamiento para ser desalojadas y pueden ser descargadas al arribo a puertos con la ayuda de auto-tanques especiales de recolección de cargas tipo desecho, lo cual es un tipo de facilidad portuaria considerada en todos los periplos ejecutados.

Para tratamiento de aguas residuales tipo oleosas es la misma consideración anterior con la condicional que tanto la Maquinaria Principal como la Auxiliar producen una cantidad mínima de desechos de este tipo, por lo cual la frecuencia de achique requerida es muy amplia.

Otro de los factores importantes es el manejo de pesos y cargas abordo, por lo cual de ser necesaria la implementación de un equipo de este tipo se debe considerar su ubicación y peso, de acuerdo a un estudio y análisis minucioso de estabilidad, ya que esto es fundamental en un buque velero de altura.”

2. Cree Ud. Que las aguas residuales que expulsan las diversas plataformas marítimas alrededor del mundo, no representan ningún daño al medio marino debido a que son insignificantes en comparación gran tamaño de los océanos.

“De ninguna manera pueden ser considerados insignificantes, la OMI ha fijado claramente cuáles son las políticas a nivel internacional para el manejo de los desechos producidos por todo tipo de plataforma marina sea esta móvil o fija; en tal virtud es siempre indispensable manejarlas de acuerdo a lo establecido en el MARPOL.”

3. Cree Ud. Que los diferentes organismos de control portuario en el Ecuador, realizan un correcto seguimiento de la contaminación marítima que se produce en su jurisdicción.

“De alguna forma se aplican en nuestro país los convenios a nivel internacional, pero es necesario aun realizar un seguimiento exhaustivo, con un marco legal de peso que respalde mencionado control.”

ENTREVISTA PERSONAL No.2

DIRIGIDA A: Ing. Eder Torres

JEFE DE LA DIVISIÓN DE MANTENIMIENTO DE LA SUPERINTENDENCIA DEL TERMINAL PETROLERO DE LA PROVINCIA DE LIBERTAD.

1. Cree Ud. Que las aguas residuales que expulsan las diversas plataformas marítimas alrededor del mundo, no representan ningún daño al medio marino debido a que son insignificantes en comparación con el gran tamaño de los océanos.

“Si son significativas porque si se suman todas las plataformas alrededor del mundo contemplan una gran fuente de contaminación.”

2. Cree Ud. Que los diferentes organismos de control portuario en el Ecuador, realizan un correcto seguimiento de la contaminación marítima que se produce en su jurisdicción.

“No, porque como empleado de la Superintendencia del terminal petrolero de la provincia de Libertad, no poseo una embarcación ni peor aun un helicóptero para la supervisión como se debe, no se puede monitorear a buques sospechosos, existe falta de personal y recursos.”

3. Durante su experiencia laboral, ¿Qué reglamentos ha aplicado para la prevención y control de la contaminación del agua?

“Hasta el momento únicamente los emanados por la OMI.”

4. Tomando en cuenta el rol que desempeña el BUQUE ESCUELA GUAYAS como unidad de la Armada del Ecuador, qué opina Ud. Acerca del actual manejo que se le da a las aguas residuales producidas por esta unidad.

“Como unidad que recorre el mundo deben haber todos los tipos de tratamiento del caso y debe hacer sitios específicos para la acumulación de residuos sólidos abordo o en tierra.”

ANÁLISIS DE LAS ENCUESTAS

Primera Pregunta

1. Cree Ud. Que el Buque Escuela GUAYAS debe cumplir o mejorar los estándares de calidad ambiental que exige la normativa nacional e internacional.

Tabla 2-4 Tabulación de resultados Primera pregunta
Elaborado por: BRITEN José Vera Medina

| ESCALA DE VALORACIÓN | CANTIDAD |
|----------------------------|----------|
| Totalmente de acuerdo | 11 |
| Parcialmente de acuerdo | 6 |
| Indiferente | 2 |
| Parcialmente en desacuerdo | 3 |
| Totalmente en desacuerdo | 0 |

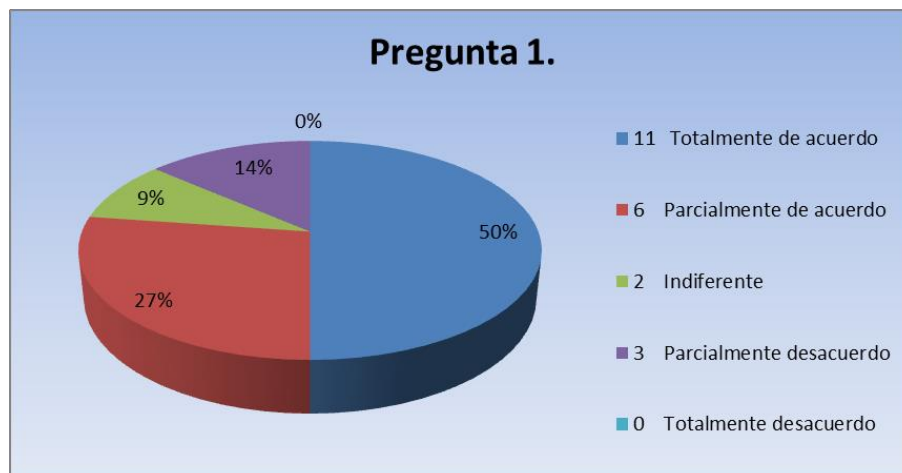


Figura 2-1 Resultados Primera pregunta
Elaborado por: BRITEN José Vera Medina

Análisis: La idea de cumplir o mejorar los estándares de calidad ambiental que exigen los organismos de control, tuvo un buen grado de aceptación si tomamos en cuenta que un 77% de la muestra estuvo de

acuerdo, aunque el 14% señalado manifiesta lo contrario, viniendo de la opinión de personal con cierto grado de experiencia en el ámbito de ingeniería se puede considerar la posibilidad de que no sea factible mejorar los estándares de calidad que exige la norma.

Segunda Pregunta

2. Cree Ud. Que el actual manejo de aguas grises y de sentina en la unidad es el más adecuado para un buque que lleva la imagen institucional y del país por los mares del mundo.

Tabla 2-5 Tabulación de resultados Segunda pregunta
Elaborado por: BRITEN José Vera Medina

| ESCALA DE VALORACIÓN | CANTIDAD |
|-----------------------------------|----------|
| Totalmente de acuerdo | 0 |
| Parcialmente de acuerdo | 2 |
| Indiferente | 1 |
| Parcialmente en desacuerdo | 6 |
| Totalmente en desacuerdo | 13 |

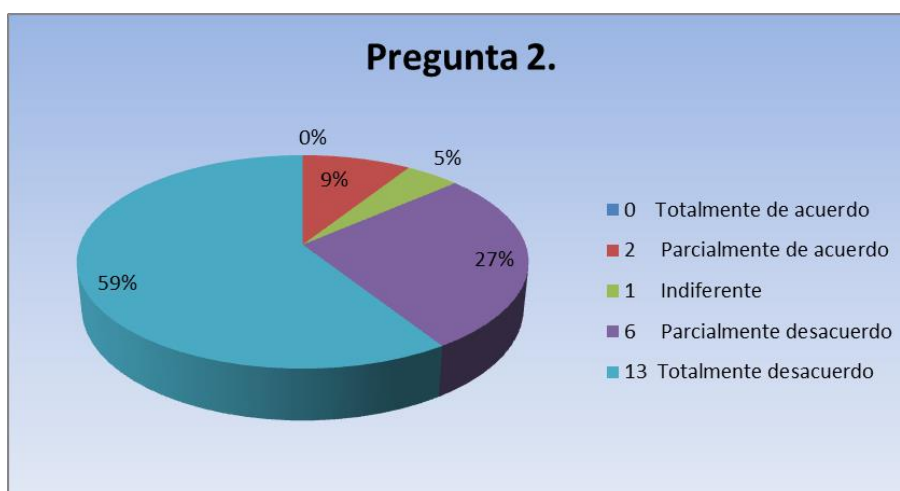


Figura 2-2 Resultados Segunda pregunta
Elaborado por: BRITEN José Vera Medina

Análisis: Los resultados para la segunda pregunta identifican una clara inclinación por parte de los encuestados, hacia la idea de que el manejo actual no es el adecuado para un Buque Escuela.

Tercera Pregunta

3. Cree Ud. Que sería factible una propuesta de tratamiento de aguas grises y de sentina de la unidad, que reduzca el grado de contaminación producido.

Tabla 2-6 Tabulación de resultados Tercera pregunta
Elaborado por: BRITEN José Vera Medina

| ESCALA DE VALORACIÓN | CANTIDAD |
|-----------------------------------|----------|
| Totalmente de acuerdo | 13 |
| Parcialmente de acuerdo | 7 |
| Indiferente | 0 |
| Parcialmente en desacuerdo | 2 |
| Totalmente en desacuerdo | 0 |

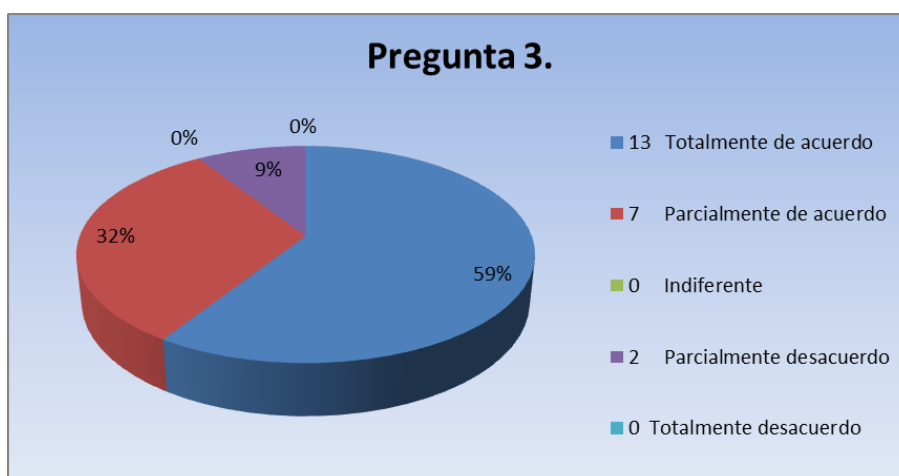


Figura 2-3 Resultados Tercera pregunta
Elaborado por: BRITEN José Vera Medina

Análisis: Aunque la disponibilidad de recursos y los resultados obtenidos son las bases que determinan la factibilidad de la propuesta, Tomamos en cuenta un análisis por parte del encuestado en base a los conocimientos que le haya brindado su experiencia profesional, el mismo demostró una opinión favorable para la propuesta con un 59%.

Cuarta Pregunta

4. Cree Ud. Que es necesario establecer un régimen permanente de agua dulce en la unidad para que de esta manera se reduzca la cantidad de aguas residuales.

Tabla 2-7 Tabulación de resultados Cuarta pregunta
Elaborado por: BRITEN José Vera Medina

| ESCALA DE VALORACIÓN | CANTIDAD |
|-----------------------------------|----------|
| Totalmente de acuerdo | 7 |
| Parcialmente de acuerdo | 4 |
| Indiferente | 2 |
| Parcialmente en desacuerdo | 6 |
| Totalmente en desacuerdo | 3 |

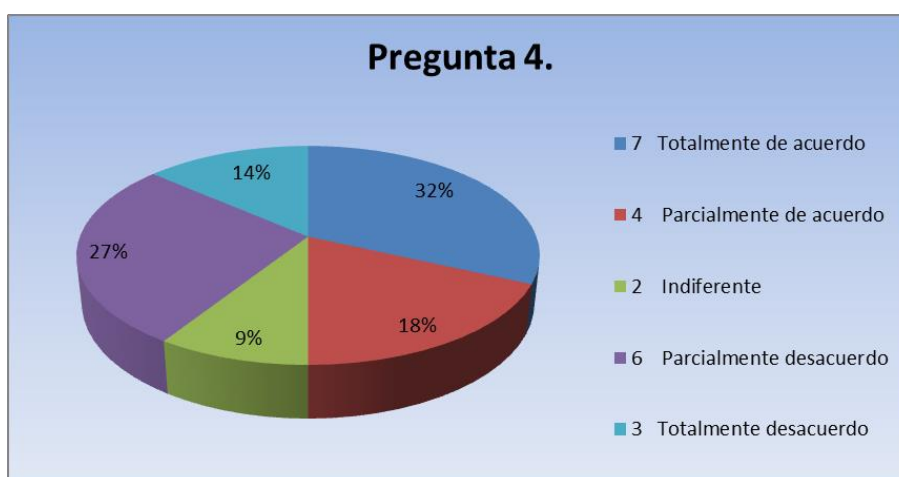


Figura 2-4 Resultados Cuarta pregunta
Elaborado por: BRITEN José Vera Medina

Análisis: El hecho de establecer un régimen de agua dulce en la unidad puede conllevar aspectos positivos para el manejo de la producción y uso del agua, sin embargo su aplicación para esta unidad no es indispensable ya que la disposición de agua para el numérico total de la tripulación es suficiente.

5. Qué tan de acuerdo esta Ud. Con el pensamiento de muchas personas acerca de que la capacidad de recepción y dilución de los océanos es ilimitada.

Tabla 2-8 Tabulación de resultados Quinta pregunta
Elaborado por: BRITEN José Vera Medina

| ESCALA DE VALORACIÓN | CANTIDAD |
|----------------------------|----------|
| Totalmente de acuerdo | 0 |
| Parcialmente de acuerdo | 4 |
| Indiferente | 2 |
| Parcialmente en desacuerdo | 6 |
| Totalmente en desacuerdo | 10 |

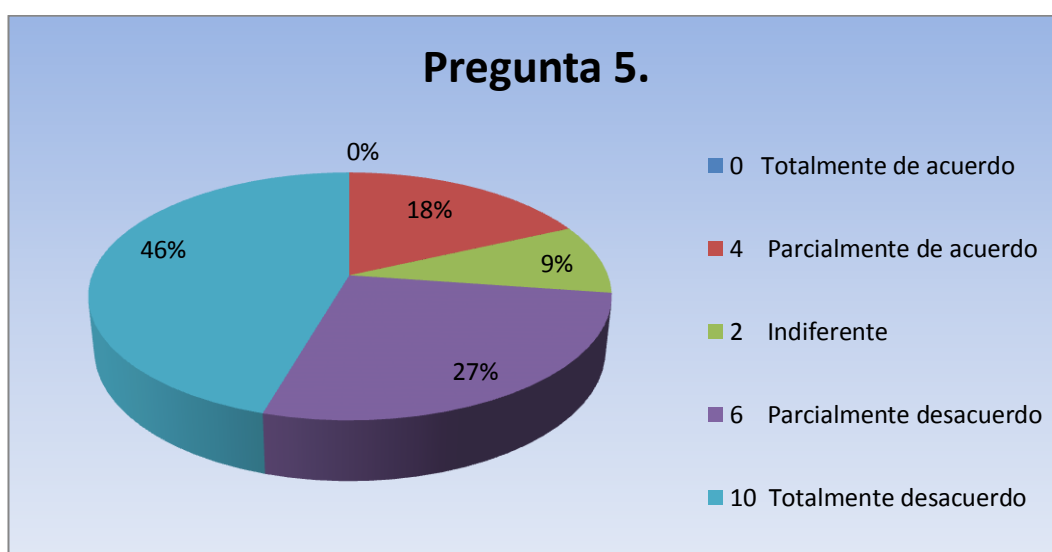


Figura 2-5 Resultados Quinta pregunta
Elaborado por: BRITEN José Vera Medina

Análisis: La percepción acerca de la capacidad de dilución y recepción del agua en el planeta, es similar para el 73% de la muestra y aunque el numerico que la conforma es reducido, este concepto ha tomado fuerza en los ultimos años, en los cuales se ha mencionado en repetidas ocasiones los temas de contaminación ambiental y calentamiento global.

Sexta Pregunta

6. Conoce Ud. Acerca de algún método o sistema de tratamiento de aguas residuales para unidades de superficie.

Tabla 2-9 Tabulación de resultados Sexta pregunta
Elaborado por: BRITEN José Vera Medina

| ALTERNATIVAS | CANTIDAD |
|--------------|----------|
| SI | 15 |
| NO | 7 |

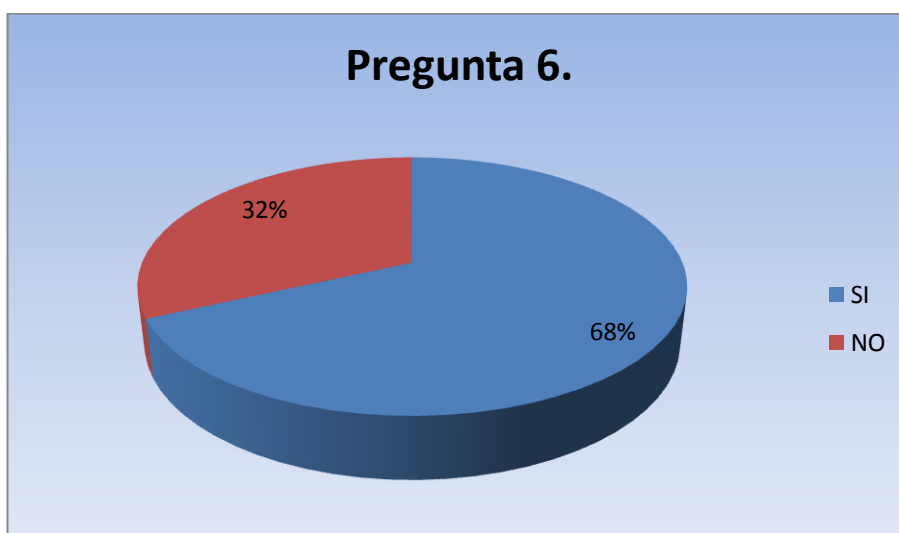


Figura 2-6 Resultados Sexta pregunta
Elaborado por: BRITEN José Vera Medina

Análisis: Se puede adoptar la idea de que por tratarse de personal de ingeniería el que está siendo encuestado, todos tendrán un grado de conocimiento acerca de estos sistemas de tratamiento, sin embargo se demostró que un 32% no posee conocimientos del caso. Esto se debe a que no todas las unidades de la Armada se encuentran equipadas con estos sistemas o de alguna manera no se encuentran en servicio.

ANÁLISIS QUÍMICO

En lo que respecta a los análisis químicos realizados a las muestras tomadas de los dos tipos de aguas residuales, podemos observar en la tabla 2-9, la diferencia que existe entre los parámetros que contienen las muestras propias y los permitidos, tanto nacional como internacionalmente.

Tabla 2-10 Parámetros de composición

Fuente: Resultados de los análisis de composición, Resolución MEPC. 159 y Norma de Calidad Ambiental

| CUADRO COMPARATIVO DE LOS PARÁMETROS DE COMPOSICIÓN | | | | |
|---|--------------|------------------|--------------------|-------------|
| PARÁMETRO | AGUAS GRISES | AGUAS DE SENTINA | NORMATIVA NACIONAL | OMI |
| Ph (UpH) | 6,80 | 5,34 | 6-9 | 6 – 8,5 |
| DBO (mg/l) | >2100 | >2100 | 100 | 25 |
| DQO (mg/l) | 964,00 | - | 250 | 125 |
| TPH (mg/l) | - | 224,90 | 20 | 150 |
| TDS (mg/l) | 460,00 | 0,00 | No Menciona | No menciona |
| SST (mg/l) | 0,73 | 1,27 | 100 | 35 |

Los actuales niveles de contaminación presentados, además de estar muy alejados de los permitidos, actúan como agentes contaminantes del agua de mar promoviendo alteraciones en el medio, como la eutrofización que se produce cuando existe una excesiva demanda de oxígeno en el agua por parte de los organismos que en ella habitan. La eutrofización está estrechamente relacionada con los niveles de DBO y DQO, explicados en la definición de términos de esta investigación, la cantidad normal de oxígeno disuelto en aguas superficiales oscila entre 1mg/l y 8,5mg/l, cuando este nivel es sobrepasado en el agua se desarrolla un estado de sobresaturación y más aún cuando se trata de zonas con una intensa actividad fotosintética, creándose en ocasiones zonas anóxicas (sin oxígeno).

CAPÍTULO III

3. RESULTADOS

3.1. SISTEMAS DE TRATAMIENTO

A continuación se muestran las representaciones gráficas de tres sistemas de tratamiento, el primero corresponde a la propuesta para el tratamiento de aguas oleosas y los dos siguientes muestran diferentes opciones para la purificación de aguas grises, la simbología empleada se encuentra en el “ANEXO D” de este documento.

SEPARADOR DE AGUAS OLEOSAS

HELLI-SEP 550

DIAGRAMA DELEQUIPO:

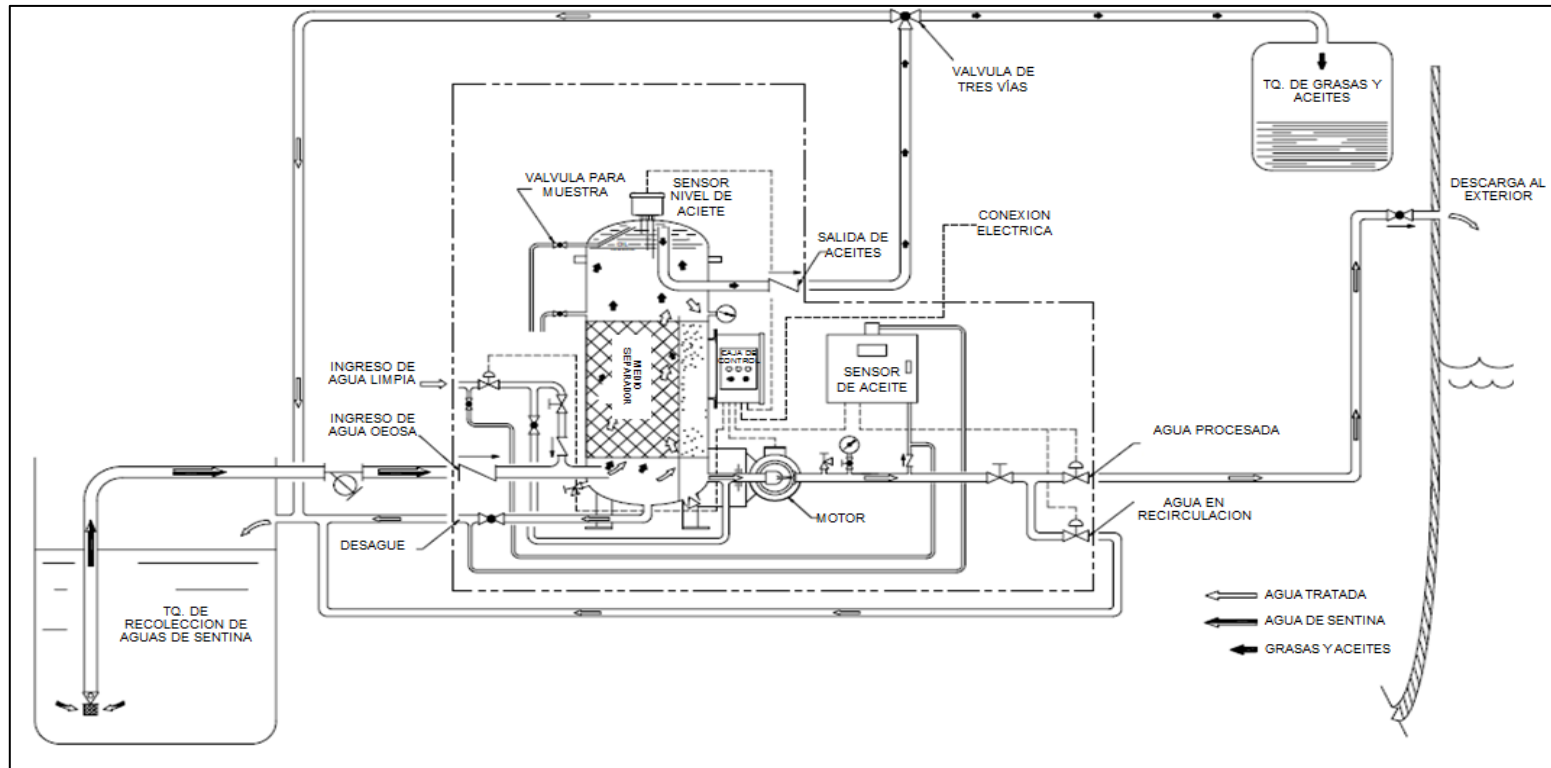


Figura 3-1 Diagrama de funcionamiento del sistema HELLI-SEP 550

Fuente: Manual de operación y mantenimiento del separador HELLI-SEP 550, 2005

COMPONENTES

Tabla 3-1 Tabla 3-2 Componentes del sistema HELLI-SEP 550

Fuente: Manual de operación, instalación y mantenimiento del sistema HELLI-SEP 550

Elaborado por: BRITEN José Vera Medina

| | | |
|---|--------------------------------|---|
| 1 | TANQUE DEL SEPARADOR | Contiene los fluidos oleosos y la matriz separante |
| 2 | VÁLVULA DE DESAGÜE | Descarga los residuos sólidos y el fango que se asienta en el tanque separador |
| 3 | ACCESO PARA AGUA LIMPIA | Ingreso del agua para limpieza del interior del sistema |
| 4 | SENSOR DE ACEITE | Controla el nivel de aceite y acciona la descarga del mismo |
| 5 | TABLERO DE CONTROL | Contiene los controles que activan y monitorean el sistema |
| 6 | CONTROL AUTOMÁTICO OCD | Inicia el desalojo del agua que cumpla los parámetros, caso contrario la recircula. |

FUNCIONAMIENTO

1. El agua de sentina ingresa por una tubería hasta el tanque de separación pasando por un filtro que retiene los sólidos más pesados.
2. Una vez dentro del tanque pasan por la matriz de separación la cual consta de una serie de platos que giran a gran velocidad, reteniendo las sustancias oleosas en las paredes del tanque y llevando el agua al centro del mismo.
3. La fuerza centrípeta lleva el agua separada hacia la tubería de desalojo mientras que los aceites son transportados por su propio peso a la parte superior del tanque, como se indica en la figura 3-2.
4. Una vez que el sensor de contenido de aceite comprueba que el agua posee menos de 15 ppm. En sustancias oleosas, la válvula solenoide se activa iniciando la descarga al mar y accionando el ingreso de agua limpia al interior del sistema para su lavado.

5. En caso de que el sensor detecta que el agua no cumple los parámetros requeridos, recircula la misma para que inicie de nuevo el procedimiento.
6. Una vez que el nivel de aceite ha llegado al máximo, el sensor de nivel de aceite inicia la descarga del mismo hacia el tanque de recolección de aceites y grasas.

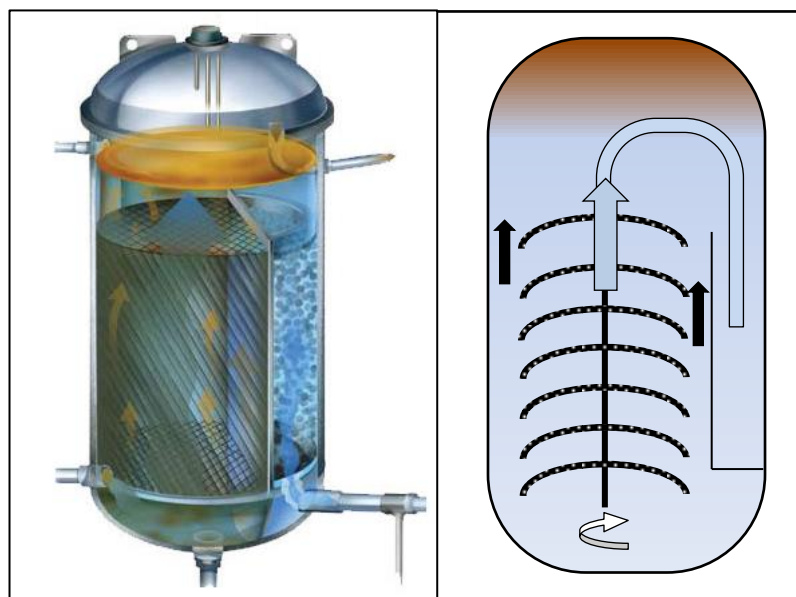


Figura 3-2 Tanque separador del HELLI-SEP 550
Fuente: Página web www.cworldwater.com

CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO

Tabla 3-3 Características generales del HELLI-SEP 550

Fuente: Página web www.cworldwater.com

Elaborado por: BRITEN José Vera Medina

| | |
|-------------------------------|---|
| FABRICANTE | Compass World Water Systems |
| CERTIFICACIÓN | Apta de acuerdo a la resolución MEPC 107 (49) IMO |
| CAPACIDAD DE SEPARACIÓN | 2,2 Gl/min – 0,5m ³ /h |
| DETECCIÓN DEL NIVEL DE ACEITE | hasta 15 ppm |
| CAPACIDAD DEL TANQUE | 16 Glns. |
| RANGO DE TEMPERATURA DEL AGUA | 40-140F |
| TEMPERATURA DE OPERACIÓN | 40-122F |

| | |
|---------------------------|------------|
| ALTURA MÁXIMA DE DESCARGA | 24,4 m |
| PRESIÓN MÁXIMA DEL TANQUE | 30 PSI |
| DIÁMETRO DEL TANQUE | 12 pulg. |
| ALTURA DEL TANQUE | 44 pulg. |
| LARGO | 26,5 pulg. |
| ANCHO | 20,5 pulg. |
| PESO DEL TANQUE VACÍO | 240 lbs. |
| VOLTAJE DE OPERACIÓN | 220 V. |

PRESUPUESTOS

El costo del sistema provisto por la compañía indicada anteriormente consiste en \$18200 USD., sin incluir costos de importación. Adicionalmente para su instalación se deben adquirir aproximadamente 6m. de tubería de hierro galvanizado de 1" y asientos de caucho sólido cuyo costo oscila entre \$36 USD. y \$5 USD. Respectivamente.

SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS GRISES NO. 1

DIAGRAMA DEL EQUIPO

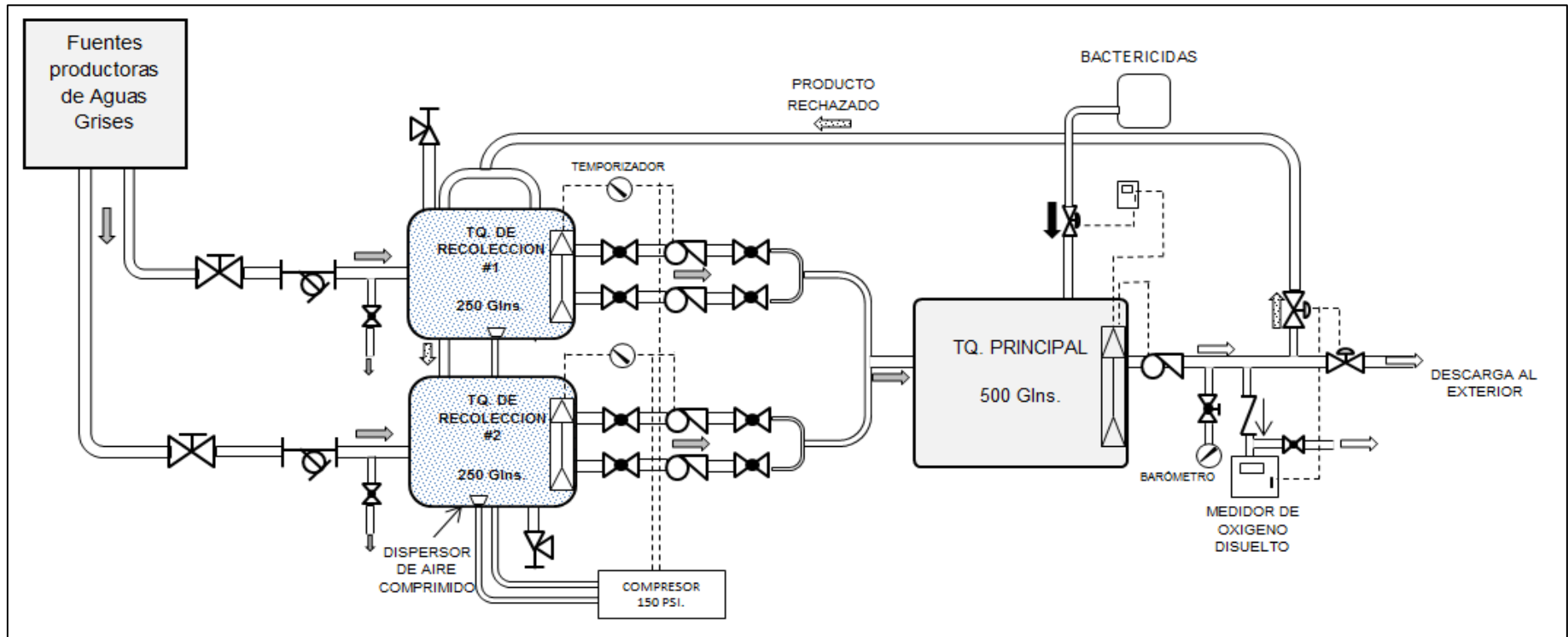


Figura 3-3 Diagrama de funcionamiento del Sistema de tratamiento de aguas grises No.1
Elaborado por: BRITEN José Vera Medina

COMPONENTES

Tabla 3-4 Componentes del SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS GRISES NO. 1
Elaborado por: BRITEN José Vera Medina

| | | |
|---|------------------------------------|--|
| 1 | TANQUES DE RECOLECCIÓN | En ellos caen las aguas grises por efecto de la gravedad, poseen una capacidad de 250 Glns. |
| 2 | TEMPORIZADOR | Acciona los dispersores de aire comprimido una vez que se halla llenado el tanque, por un tiempo de 5min. |
| 3 | BOYAS DE CONTACTO | Una vez que la boya inferior sube por el nivel del agua, al tener contacto lo la boya superior, cierra el circuito eléctrico y se accionan las bombas de aguas grises. |
| 4 | DISPERSORES | Pulverizan el aire comprimido generado a 150 PSI. |
| 5 | MEDIDOR DE OXÍGENO DISUELTO | Comprueba si el nivel de oxígeno en el producto final, se encuentra dentro de los parámetros permitidos. |
| 6 | BACTERICIDAS | Matan las bacterias causantes del elevado nivel de oxígeno en el agua. |
| 7 | TANQUE PRINCIPAL | En él se recoge el agua bombeada de los tanques d recolección, tiene una capacidad de 500 Glns. |

FUNCIONAMIENTO

- 1 El agua producida por los lavabos, duchas y urinarios, cae por tuberías y llegan a los tanques de recolección de 250 Glns. Ubicados frente a la central de máquinas, cubierta 300.
- 2 Una vez que se halla llenado el tanque, se activa el temporizador que acciona los dispersores de aire por 5 min.
- 3 Luego de que todos los sedimentos, en especial los residuos oleosos, se han acumulado en la superficie del fluido, las bombas trasladan el agua al tanque principal de aguas grises.

- 4 Una vez que se comienza a llenar el tanque principal, se activa el flujo de bactericidas los cuales eliminan todos los microorganismos presentes en el agua.
- 5 La bomba se encarga de desalojar el producto tratado, siempre y cuando el medidor de oxígeno disuelto haya comprobado que el agua se encuentre dentro de la composición permitida, caso contrario la recircula enviándola a los tanques de recolección.

CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO

Tabla 3-5 Características del SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS GRISES No. 1
Elaborado por: BRITEN José Vera Medina

| | |
|---|---------------|
| CAPACIDAD DE LOS TANQUES DE RECOLECCIÓN | 250 Glns. |
| CAPACIDAD DEL TANQUE PRINCIPAL | 500 Glns. |
| PRESIÓN DEL AIRE INYECTADO | 150 PSI |
| VOLTAJE DE LAS BOMBAS | 440 V |
| LÍMITE DE OXÍGENO DISUELTO | 25 mg/l |
| VÁLVULA REGULADORA DE PRESIÓN | hasta 200 PSI |

PRESUPUESTO

A continuación se detallan los costos de los componentes requeridos, gran parte de las instalaciones ya las posee la unidad actualmente, como lo señala el siguiente cuadro.

Tabla 3-6 Presupuesto para SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS GRISES No. 1
Elaborado por: BRITEN José Vera Medina

| NO. | DETALLE | CANTIDAD | COSTO/UNIDAD (USD) | COSTO (USD) |
|-----|---|----------|-----------------------|----------------|
| 1 | Tanques de recolección 250 Glns. | 2 | - | - |
| 2 | Tanque Principal 500GLns. | 1 | - | - |
| 3 | Bombas de aguas grises primarias | 4 | - | - |
| 4 | Compresor de baja presión INGERSOLL RAND | 1 | - | - |
| 5 | Bomba de agua para el tanque principal | 1 | - | - |
| 6 | Válvulas reguladoras de presión | 2 | 90 | 180 |
| 7 | Válvulas de cierre | 1 | 5 | 5 |
| 8 | Válvulas solenoide | 3 | 50 | 150 |
| 9 | Válvula Check 1" ½ | 1 | 40 | 40 |
| 10 | Temporizador LCD | 2 | 45 | 90 |
| 11 | Dispersores | 2 | 60 | 120 |
| 12 | Manguera para aire comprimido | 7m | 1 | 7 |
| 13 | Bactericidas | 10 | 20/Gl | 200 |
| 14 | Boyas de contacto | 3 | 120 | 360 |
| 15 | Medidor de oxígeno disuelto | 1 | 1200 | 1200 |
| | | | Total | 2352 |

SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS GRISAS NO. 2

DIAGRAMA DEL EQUIPO

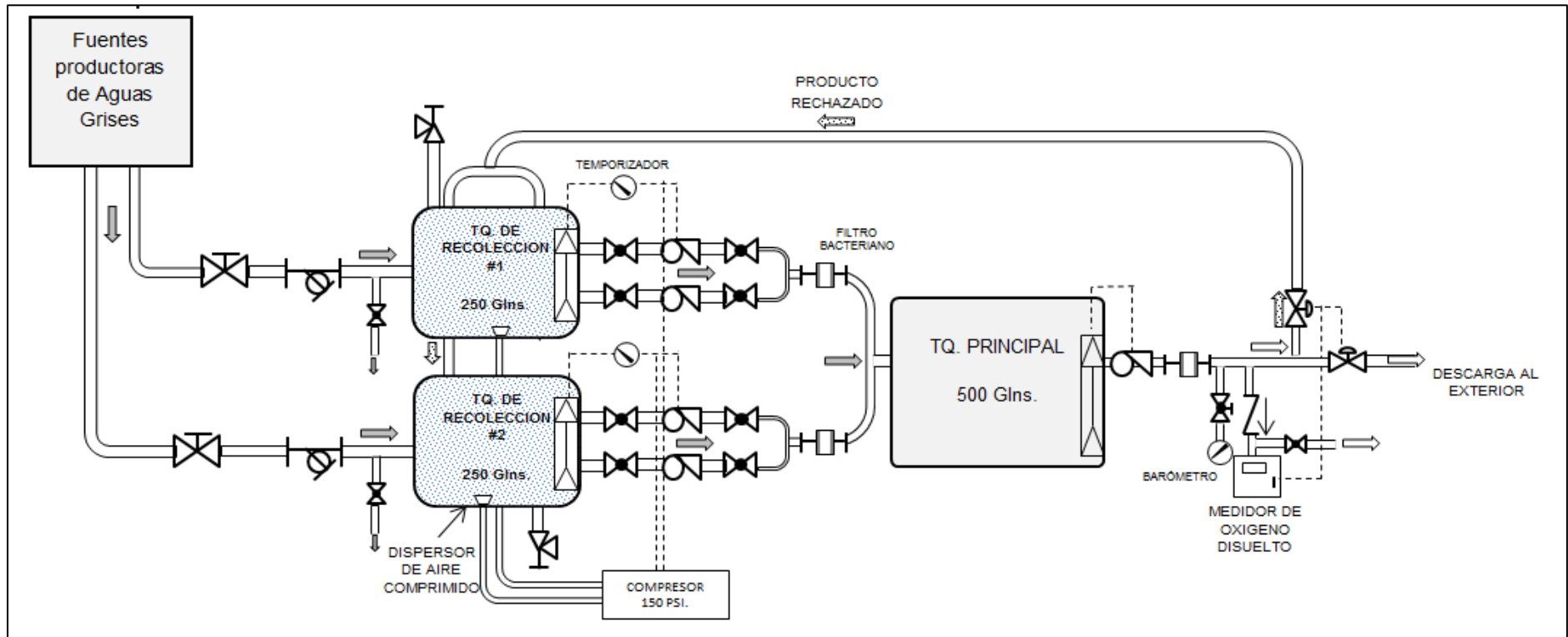


Figura 3-4 Diagrama de funcionamiento del Sistema de tratamiento de aguas grises No.2
Elaborado por: BRITEN José Vera Medina

COMPONENTES

Tabla 3-7 Componentes del SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS GRISES NO. 2
Elaborado por: BRITEN José Vera Medina

| | | |
|---|------------------------------------|--|
| 1 | TANQUES DE RECOLECCIÓN | En ellos caen las aguas grises por efecto de la gravedad, poseen una capacidad de 250 Glns. |
| 2 | TEMPORIZADOR | Accionas los dispersores de aire comprimido una vez que se halla llenado el tanque, por un tiempo de 5min. |
| 3 | BOYAS DE CONTACTO | Una vez que la boya inferior sube por el nivel del agua, al tener contacto lo la boya superior, cierra el circuito eléctrico y se accionan las bombas de aguas grises. |
| 4 | DISPERSORES | Pulverizan el aire comprimido generado a 150 PSI. |
| 5 | MEDIDOR DE OXÍGENO DISUELTO | Comprueba si el nivel de oxígeno en el producto final, se encuentra dentro de los parámetros permitidos. |
| 6 | FILTRO BACTERIANO | También llamado biofilm, atrapa todos los microorganismos, reduciendo de esta manera el nivel de oxígeno disuelto. |
| 7 | TANQUE PRINCIPAL | En él se recoge el agua bombeada de los tanques d recolección, tiene una capacidad de 500 Glns. |

FUNCIONAMIENTO

- 1 El agua producida por los lavabos, duchas y urinarios, cae por tuberías y llegan a los tanques de recolección de 250 Glns. Ubicados frente a la central de máquinas, cubierta 300.
- 2 Una vez que se halla llenado el tanque, se activa el temporizador que acciona los dispersores de aire por 5 min.
- 3 Luego de que todos los sedimentos, en especial los residuos oleosos, se han acumulado en la superficie del fluido, las bombas trasladan el agua al tanque principal de aguas grises, en este paso el agua pasa por un filtro bacteriano que elimina todas las

bacterias y microorganismos causantes de una alta demanda de oxígeno.

- 4 Una vez lleno el tanque la bomba se encarga de desalojar el producto tratado a través de una tubería que incluye un filtro bacteriano adicional.
- 5 siempre y cuando el medidor de oxígeno disuelto haya comprobado que el agua se encuentre dentro de la composición permitida, se acciona la descarga al exterior, caso contrario la recircula enviándola a los tanques de recolección.

CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO

**Tabla 3-8 Características generales del SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS
GRISES No. 2**

Elaborado por: BRITEN José Vera Medina

| | |
|--|----------------------|
| Capacidad de los tanques de recolección | 250 Glns. |
| Capacidad del tanque principal | 500 Glns. |
| Presión del aire inyectado | 150 PSI |
| Voltaje de las bombas | 440 V |
| Límite de oxígeno disuelto | 25 mg/l |
| Válvula reguladora de presión | hasta 200 PSI |
| Bacterias presentes en el filtro | Bacterias anaerobias |

PRESUPUESTO

Tabla 3-9 Presupuesto para SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS GRISES No. 2
Elaborado por: BRITEN José Vera Medina

| NO. | DETALLE | CANTIDAD | COSTO/UNIDAD (USD) | COSTO (USD) |
|-----|---|----------|-----------------------|----------------|
| 1 | Tanques de recolección 250 Glns. | 2 | - | - |
| 2 | Tanque Principal 500GLns. | 1 | - | - |
| 3 | Bombas de aguas grises primarias | 4 | - | - |
| 4 | Compresor de baja presión INGERSOLL RAND | 1 | - | - |
| 5 | Bomba de agua para el tanque principal | 1 | - | - |
| 6 | Válvulas reguladoras de presión | 2 | 90 | 180 |
| 7 | Válvulas de cierre | 1 | 5 | 5 |
| 8 | Válvulas solenoide | 2 | 50 | 100 |
| 9 | Válvula Check 1" ½ | 1 | 40 | 40 |
| 10 | Temporizador LCD | 2 | 45 | 90 |
| 11 | Dispersores | 2 | 60 | 120 |
| 12 | Manguera para aire comprimido | 7m | 1 | 7 |
| 14 | Boyas de contacto | 3 | 120 | 360 |
| 15 | Medidor de oxígeno disuelto | 1 | 1200 | 1200 |
| | | | Total | 2102 |

3.2. RESUMEN DE LOS SISTEMAS

SISTEMA HELLI-SEP 550

- El sistema de tratamiento HELLI-SEP 550 provisto por la compañía Compass World Water Sytems se adaptaría de manera óptima al volumen de producción de aguas grises de la unidad, ya que su capacidad en volumen de cada fase de tratamiento es de 16 Glns. Y la producción diaria del BESGUA es de 30 Glns. Como máximo es decir que se realizarían 1 o 2 procesos al día.
- El tamaño del sistema HELLI-SEP no supera un volumen de 0,75m³ lo que significa que fácilmente podría ser instalado a bordo de la unidad. Ya sea en la sala de máquinas o en la sala POI.
- Así mismo el sistema antes mencionado se encuentra dentro de las especificaciones mencionadas en la resolución MEPC.107 (49) adoptado el 18 julio del 2003 sobre las ESPECIFICACIONES Y LINEAMIENTOS REVISADOS PARA EQUIPOS DE PREVENCIÓN DE CONTAMINACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE PARA LA DESCARGA DE AGUAS DE SENTINA PRODUCIDA POR LOS BUQUES, emanada por la OMI.

SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS GRISES

- En el caso de aguas residuales se suele usar floculantes para la coagulación y separación de los sólidos y las grasas en suspensión, pero en este caso es innecesario ya que si nos damos cuenta en la tabla de composición de las muestras, los niveles de sólidos en suspensión en las

aguas tratadas están muy por debajo del límite permitido, sin embargo se utiliza el proceso de flotación por aire comprimido para que el agua tratada obtenga parámetros mucho mejores a los esperados y empleando una alternativa económica al no tener que adquirir equipos adicionales.

- Es necesaria el uso de mangueras para aire comprimido debido a que las tuberías necesitan la aplicación de codos, los mimos que producen descompresiones del fluido transportado, y esto ocasionaría que la presión de salida de los dispersores sea menor a la requerida.
- El procedimiento para la elaboración del biofilm puede variar en tiempo y en costo dependiendo del tipo de bacterias a utilizarse, debido a que se debe escoger el medio de cultivo más conveniente una vez encontrada la especie más factible para este sistema, se pueden elaborar más filtros bacterianos sin necesidad de realizar el estudio de cultivo otra vez. Las biopelículas constituyen un agente de alto nivel de purificación, de tal manera que el producto obtenido se aproxima a los parámetros de agua de riego y en algunos casos, a los de agua potable.
- La aplicación de las válvulas en los procesos de trasvasije, es para sectorizar el sistema en caso de fallas o simplemente una limpieza de rutina.
- Existen diversos tipos de bactericidas dependiendo su uso, en nuestro caso para el sistema de tratamiento no.1, se emplearía un bactericida orgánico para aguas residuales de origen doméstico, sin embargo estas sustancias también producen un ligero impacto ambiental.

3.3. RESTRICCIONES EN ZONAS ESPECIALES

Para el caso del tratamiento de aguas de sentina se buscó el sistema de tratamiento más idóneo para las condiciones del BESGUA, tomando en cuenta aspectos como producción, autonomía, estabilidad, dimensiones, costos, etc. El sistema HELLI-SEP 550 representaría una adecuada alternativa para el tratamiento de estos desechos ya que además de cumplir con los estándares de calidad exigidos por la OMI, se adaptaría fácilmente a las condiciones de la unidad anteriormente expuestas.

Tomando en cuenta que las rutas planificadas para los cruceros internacionales que realiza el BESGUA, en ocasiones atraviesan zonas marítimas especiales declaradas por la OMI, como se observa en la Imagen 3-5 en donde se indican las zonas especiales por las cuales navegó el BESGUA durante el crucero internacional 2012.

El producto obtenido luego de las fases de tratamiento, estaría apto para la descarga a los diferentes cuerpos de agua, por estar debajo de los parámetros establecidos, reduciendo así limitaciones en lo que respecta a capacidad de cargas líquidas.

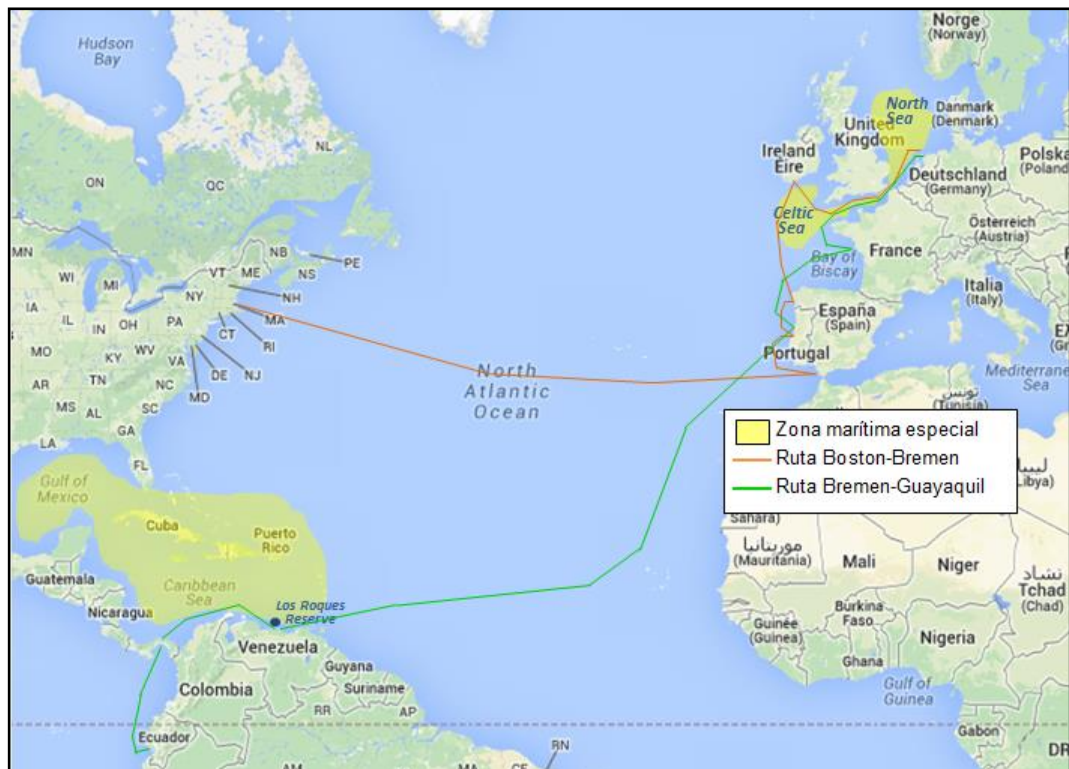


Figura 3-5 Zonas Marítimas Especiales
Fuente: Aplicación Google Maps
Convenio MARPOL 73/78
Elaborado por: BRITEN José Vera Medina

Se han presentado dos sistemas de tratamiento de aguas grises los cuales han sido diseñados en base a diferentes procedimientos de tratamiento de aguas grises, ninguno de los dos ha sido tomado de un fabricante específico a diferencia del primero, ambos son sistemas que pueden ser montados por personal especializado en el área.

Sin embargo el uso de bactericidas orgánicos que incluye sistema de tratamiento No.1, también produce un impacto ambiental en el ecosistema acuático, aunque en una escala mucho menor, de todas formas, este tratamiento no estaría cumpliendo totalmente con el objetivo propuesto en esta investigación.

El sistema de tratamiento No. 2 contempla un proceso a base de filtros bacterianos, si bien es cierto los estudios de cultivo de bacterias para la obtención de las biopelículas es un proceso que conlleva tiempo y recursos, no debemos olvidar que la Armada posee los laboratorios y el personal calificado para realizar estos procedimientos, el laboratorio de la división de oceanografía química del Instituto Oceanográfico de la Armada sería el más indicado para la elaboración y reproducción de estas biopelículas.

Comparando las ventajas y desventajas de los sistemas de tratamiento 1 y 2 anteriormente expuestas, la propuesta más factible para el tratamiento de aguas residuales correspondería a la segunda opción, debido al reducido impacto ambiental que produce y a la posibilidad de reutilizar el agua tratada.

3.4. REUTILIZACION DEL AGUA

El hecho de poder reutilizar las aguas grises representa una disminución en el consumo de agua dulce producida por la POI, si el producto obtenido con el sistema de filtros bacterianos se aproxima a los estándares de agua potable, se pueden habilitar tuberías que abarquen los urinarios e inodoros y reutilizar el agua en estos dos casos, las veces que sea posible, en lugar de desecharla.

Tomando en cuenta el consumo promedio de agua dulce por parte de la tripulación, navegando y en puerto, a continuación se representan los porcentajes de ahorro de agua dulce previstos.

Tabla 3-10 Tabla 3-11 Volumen de agua para reutilización
Fuente: Bitácoras de registro de producción y consumo de agua dulce
Elaborado por: BRITEN José Vera Medina

| | NAVEGANDO Glns. | EN PUERTO Glns. |
|--|--------------------|--------------------|
| Volumen producido para reutilización (promedio) | 250 | 100 |
| Volumen de consumo diario (promedio) | 3400 | 2200 |

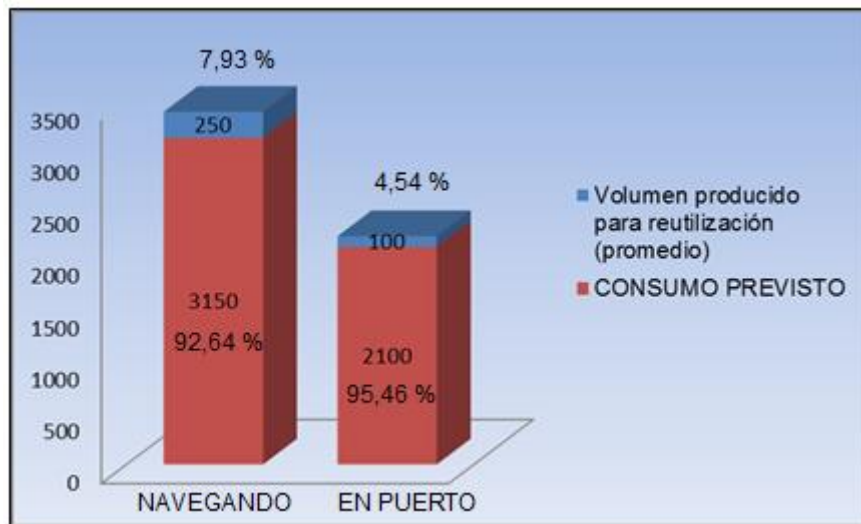


Figura 3-6 Porcentaje de ahorro de agua dulce
Elaborado por: BRITEN José Vera Medina

3.5. ESTABILIDAD DE LA UNIDAD

Ninguno de los tres sistemas representa un factor de inestabilidad para la unidad, aspecto importante por tratarse de un velero de altura.

El sistema HELLI-SEP 550 posee un peso con tanque lleno, de 373 lbs., el cual ubicado correctamente en la sala de máquinas o en la sala POI, ya que por sus dimensiones presta una gran facilidad de instalación, no representaría un riesgo para la estabilidad de la unidad.

Los sistemas de tratamiento 1 y 2 están constituidos por partes ligeras las mismas que se especificaron anteriormente, siempre y cuando su instalación se realice en la forma correcta, para que sus componentes queden asegurados a la unidad y no sufran daños en caso de existir un mal tiempo.

CONCLUSIONES

- La constante creación y enmendación de normativas ambientales así como el avance tecnológico se consideraran como razones suficientemente relevantes para que el BESGUA busque y se adapte a nuevas alternativas que reduzcan la contaminación de los desechos que produce.
- Ambos sistemas de tratamiento aseguran la expulsión de aguas tratadas de acuerdo a los parámetros exigidos por las normativas, con esto se estaría evitando restricciones para la unidad durante sus navegaciones por zonas marítimas especiales declaradas por la OMI.
- El diagnóstico del problema arrojó un resultado favorable para la propuesta debido al grado de aceptación por parte del personal encuestado y entrevistado, así como los análisis químicos realizados, aunque existió un considerable porcentaje de la muestra que no estuvo de acuerdo en ciertos aspectos, en el transcurso de la investigación se demostró la justificación y las ventajas que prestan.
- La reutilización de las aguas residuales representa una muestra consecuente, aunque en una escala no tan grande, del desarrollo sostenible de recursos a bordo de la unidad, reduciendo el consumo y dándole uso a efluentes que anteriormente se desechaban.

RECOMENDACIONES

- Investigar las formas más viables para la implementación de sistemas de tratamiento, no solo para el BESGUA sino para todas las unidades de la Armada que aún no cumplan con los parámetros permisibles.
- Reemplazar el compresor de los sistemas de aguas grises propuestos por uno de alta presión, en caso de que la presión aportada sea demasiado baja como para cumplir con el tratamiento de separación adecuado.
- Realizar una explicación previa de la problemática de la investigación y sus consecuencias futuras, para conseguir un resultado más preciso de las encuestas y entrevistas realizadas, en vista de que las mismas arrojaron un pequeño pero considerable porcentaje en contra de la idea a defender.
- Tomar en cuenta los costos de importación de los equipos en el caso de que se desee implementar estos sistemas en alguna unidad de superficie.

BIBLIOGRAFÍA

- Bernal, C. (2010). Metodología de la investigación (Tercera edición). Colombia. Prentice Hall - Pearson Education.
- Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques MARPOL 73/78 (Edición refundida. 2002). Londres, Inglaterra.
- Lucas, R. (2011). Guía para la Elaboración de los Proyectos Académicos de Investigación. Universidad Naval Comandante Rafael Moran Valverde. Salinas, Ecuador.
- Romero, I. Paradigmas de investigación. Obtenido el 29 de mayo del 2013 en www.monografias.com.
- Ecuador, Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: Recurso agua (2002).
- Castro M. Romero, Y. La Investigación (2007). Caracas – Venezuela. Obtenido el 2 de junio del 2013 en www.monografias.com.
- Hernández, R. Fernández, C. Baptista P. (2010) Metodología de la investigación (Quinta Edición). México. Mc Graw Hill.
- Pérez, J. Hernández, G. Centro de mecanización agropecuaria de la universidad agraria de la Habana – Cuba. Obtenido el 27 de Septiembre del 2013 en www.monografias.com.
- Compass World Water Systems Manual de instalación, operación y mantenimiento del separador HELLI-SEP 550, 2005, USA.

- Osorio F., Torres J., Sánchez M., 2010, Tratamiento de aguas para la eliminación de microorganismos y agentes contaminantes, España, Ediciones Díaz de Santos.
- Sainz J., 2005, Tecnologías para la sostenibilidad. Procesos y operaciones unitarias en depuración de aguas residuales, Primera edición, España, Fundación EOI.
- Ferrer, J. (2010) Obtenido el 7 de noviembre del 2013 en <http://metodologia02.blogspot.com>.
- Sierra, C. Calidad del Agua –Evaluación y diagnóstico- (2011), Primera edición, Colombia, Ediciones de la U.
- Castells, X. Bordas, S., 2012, Energía, agua, medioambiente, territorialidad y sostenibilidad, España, Ediciones Díaz de Santos.
- Bolívar P., Jaime C., 2004, El agua: sus formas, efectos, abastecimientos, usos, daños, control y conservación, segunda edición, Colombia, Ediciones Ecoe.
- Fraume N., 2006, Abecedario ecológico: la más completa guía de términos ambientales, Colombia, Fundación hogares juveniles campesinos