



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD Y DEFENSA

CARRERA LICENCIATURA EN CIENCIAS NAVALES

**TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE LICENCIADO EN
CIENCIAS NAVALES**

AUTOR

ZADAK ÁNGEL ORTIZ FRANCO

TEMA

**EL CUIDADO DEL MEDIO AMBIENTE MARINO Y EL TRATAMIENTO DE
LAS AGUAS DE SENTINA DEL BUQUE ESCUELA MARAÑÓN.**

DIRECTORA

ALFG-SU. MARÍA JOSE BARRIOS CORNEJO

SALINAS, DICIEMBRE 2014

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Certifico que el presente trabajo realizado por el estudiante Zadak Ángel Ortiz Franco, 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 titulación, por lo cual autorizo se proceda con el trámite legal correspondiente.

Salinas, 08 de Diciembre del 2014

Atentamente

ALFG-SU María José Barrios Cornejo
Directora de Tesis

DECLARACIÓN EXPRESA

El suscrito, ZADAK ÁNGEL ORTIZ FRANCO, declaro por mis propios y personales derechos, con relación a la responsabilidad de los contenidos teóricos y resultados procesados, que han sido presentados en formato impreso y digital en la presente investigación, cuyo título es: “EL CUIDADO DEL MEDIO AMBIENTE MARINO Y EL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS DE SENTINA DEL BUQUE ESCUELA MARAÑÓN”, son de mi autoría exclusiva, que la propiedad intelectual de los autores consultados, ha sido respetada en su totalidad y, que el patrimonio intelectual de este trabajo le corresponde a la Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE.

Zadak Ángel Ortiz Franco

Autor

AUTORIZACIÓN

Yo, Zadak Ángel Ortiz Franco

Autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE, la publicación en la biblioteca de la institución de la tesis titulada: "EL CUIDADO DEL MEDIO AMBIENTE MARINO Y EL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS DE SENTINA DEL BUQUE ESCUELA MARAÑÓN", cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Salinas, a los 08 días del mes de Diciembre del año 2014

Zadak Ángel Ortiz Franco

Autor

DEDICATORIA

A mi familia, mi pilar fundamental quienes día a día me dieron las fuerzas necesarias y motivos suficientes para seguir luchando poco a poco, depositando su entera confianza sin dudar de mis capacidades por cumplir esta meta tan anhelada, es por ustedes que soy lo que soy ahora.

Zadak Ángel Ortiz Franco

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por ser la base de mis principios y la fuente principal de fe y optimismo para seguir adelante a pesar de las adversidades que se presentaron en mi camino, a mi padre, Ing. José Ortiz, marino ejemplar y mi norte a seguir, sus consejos y bastas experiencias impartidas desde mi infancia han hecho eco en mi vida, a mi madre, Dra. Fátima Franco, por estar siempre pendiente de mí velando por mi bienestar y mi educación, a mis hermanos, Ing. José Ortiz e Ing. Cindy Ortiz, por su ayuda incondicional y predisposición de asistirme cualquier necesidad en todo momento.

De igual manera, a todas las personas que investidas en su papel de docentes, instructores y colaboradores, impartieron sus conocimientos y todos sus esfuerzos puestos a mi disposición para mi formación académica y militar haciendo posible la elaboración este trabajo de investigación.

Zadak Ángel Ortiz Franco

TABLA DE CONTENIDO

PRELIMINARES	PÁG.
Portada Externa	
Portada Interna.....	i
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....	ii
DECLARACIÓN EXPRESA.....	iii
AUTORIZACIÓN.....	iv
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
TABLA DE CONTENIDO.....	vii
INDICE DE FIGURAS.....	x
INDICE DE GRÁFICOS.....	xii
INDICE DE CUADROS.....	xiii
INDICE DE ANEXOS.....	xiv
ABREVIATURAS.....	xv
RESUMEN.....	xvi
ABSTRACT.....	xvii
INTRODUCCIÓN.....	xviii
CAPÍTULO I.....	1
PROBLEMA SITUACIONAL DEL TRATAMIENTO DE AGUAS DE SENTINA DEL BUQUE ESCUELA MARAÑÓN PARA EL CUIDADO DEL MEDIO AMBIENTE.....	1
1.1. ANTECEDENTES.....	1
1.2. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....	2
1.3. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	3
1.4. OBJETIVOS.....	4
1.4.1. GENERAL.....	4
1.4.2. ESPECÍFICOS.....	4
1.5. HIPÓTESIS Y VARIABLES.....	4
1.5.1. HIPÓTESIS.....	4
1.5.2. VARIABLES.....	5

CAPÍTULO II	6
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	6
2.1. SITUACIÓN GEOGRÁFICA	6
2.1.1. PRINCIPALES ACTIVIDADES MARÍTIMAS	6
2.2. BUQUE ESCUELA MARAÑÓN.....	8
2.2.1. RESEÑA HISTÓRICA.....	9
2.2.2. CARACTERÍSTICAS DE LA UNIDAD	10
2.2.3. MAQUINA PRINCIPAL	10
2.2.4. LA SENTINA	11
2.2.5. BOMBA DE ACHIQUE.....	14
2.2.6. CARACTERÍSTICAS DEL AGUA DE SENTINA	16
2.3.1.1. Identificación de riesgos.....	16
2.3.1.2. Información toxicológica y ecológica.....	17
2.3.1.3. Propiedades físicas y químicas.....	18
2.3.2. TRATAMIENTO DE AGUAS DE SENTINA.....	18
2.3.2.1. Sistema de separación de agua-aceite.....	19
2.4. LEYES Y CONVENIOS RELACIONADOS A LAS ACTIVIDADES DEL B.E MARAÑÓN	20
2.4.1. LEY DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL (DECRETO SUPREMO NO. 374).....	21
2.4.2. CONVENIO INTERNACIONAL PARA PREVENIR LA CONTAMINACIÓN POR LOS BUQUES, CONVENIO MARPOL 73/78	22
2.4.3. NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES: RECURSO AGUA	25
2.4.4. NORMAS DE DESCARGA DE EFLUENTES A UN CUERPO DE AGUA O RECEPTOR: AGUA DULCE Y AGUA MARINA.....	26
2.4.5. DIRECTRICES REVISADAS SOBRE LA IMPLANTACIÓN DE LAS NORMAS RELATIVAS A EFLUENTES Y PRUEBAS DE RENDIMIENTO DE LAS INSTALACIONES DE TRATAMIENTO DE AGUAS SUCIAS.....	28
2.4.6. RESOLUCIÓN DE LA DIRNEA SOBRE LA PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN POR AGUAS SUCIAS.....	29
CAPÍTULO III	30

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	30
3.1. METODO DE INVESTIGACIÓN.....	30
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA	31
3.3. TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	31
3.4. MÉTODOS UTILIZADOS	32
3.5. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS.....	33
3.5.1. ANÁLISIS DE LAS ENCUESTAS.....	33
3.5.2. ENTREVISTA PERSONAL	45
3.5.3. INFORME DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO.....	46
3.5.4. FUENTE DE INGRESO DE LÍQUIDO A LA SENTINA.....	47
CAPITULO IV	49
PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN SEPARADOR DE AGUAS OLEOSAS PARA EL BUQUE ESCUELA MARAÑÓN	50
4.1. JUSTIFICACIÓN	50
4.2. OBJETIVO.....	50
4.3. DESARROLLO DE LOS ASPECTOS TÉCNICOS OPERATIVOS RELACIONADOS CON LA PROPUESTA	50
4.3.1. UBICACIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO.....	58
4.3.2. COMPONENTES DEL SEPARADOR CPS B MKIII.....	61
4.3.2.1. Placas coalescentes de cerámica MPak.....	61
4.3.3. FUNCIONAMIENTO DEL CIRCUITO DE TRATAMIENTO.....	62
4.3.4. VENTAJAS DEL SEPARADOR MKIII.....	62
4.3.5. COSTO DE ADQUISICIÓN DEL SEPARADOR.....	63
CONCLUSIONES	64
RECOMENDACIONES	65
BIBLIOGRAFÍA	66
ANEXOS	68

INDICE DE FIGURAS

	PÁG.
Figura 2.1. Perfil costanero de la Puntilla de Santa Elena	6
Figura 2.2. Observación de ballenas en Salinas	7
Figura 2.3. Lobos marinos del sector La chocolatera.....	7
Figura 2.4. Pesca deportiva de Salinas.....	7
Figura 2.5. Regatas internacionales en Salinas	8
Figura 2.6. Fondeadero del BESMAR.....	8
Figura 2.7. Buque Escuela Marañón.....	9
Figura 2.8. Navegaciones de instrucción	9
Figura 2.9. Maquina principal	11
Figura 2.10. Sentina de un buque	12
Figura 2.11. Fases del agua de sentina	12
Figura 2.12. Agua de sentina del BESMAR	13
Figura 2.13. Dimensiones de la sentina	13
Figura 2.14. Estructura interna de la sentina	14
Figura 2.15. Bomba de achique	15
Figura 2.16. Bomba sumergible	15
Figura 2.17. Bomba sumergible en la sentina	16
Figura 2.18. Proceso de separación de agua de sentina	20
Figura 3.1. Estela de aceite en la popa del BESMAR	32
Figura 3.2. Sentina del BESMAR.....	32
Figura 3.3 Fuga de agua hacia la sentina	48
Figura 3.4 Sentina vacía antes de navegar.....	48
Figura 3.5 Sentina llena después de navegar	49
Figura 4.1. Método centrífugo	51
Figura 4.2. Centrífuga Mapx-307	51
Figura 4.3. Centrífuga Gea	52
Figura 4.4. Centrífuga GF105	53
Figura 4.5. Método Coalescente	54
Figura 4.6. Separador RWO.....	54
Figura 4.7. Separador MESB-VT	55
Figura 4.8. Separador CPS B MKIII	55

Figura 4.9. Dimensiones del Separador CPS B MKIII.....	57
Figura 4.10. Generador Kohler.....	58
Figura 4.11. Diagrama de la ubicación del sistema de tratamiento.....	59
Figura 4.12. Calzo del Generador Kohler.....	59
Figura 4.13. Diagrama de operación del sistema de tratamiento.....	60
Figura 4.14. Placa coalescente de cerámica MPak	61
Figura 4.14. Composición del agua de sentina	72

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 3.1. Elementos que componen el agua de sentina.....	33
Gráfico 3.2. Problemas biológicos por agua de sentina.....	34
Gráfico 3.3. Leyes que regulan el descargo de la sentina	35
Gráfico 3.4. Frecuencia de achique del agua de sentina	36
Gráfico 3.5. Cumplimiento de las normas para el achique.....	37
Gráfico 3.6. Frecuencia de descargo del material oleoso	38
Gráfico 3.7. Necesidad de un sistema de tratamiento	39
Gráfico 3.8. Nivel de conciencia marítima de la tripulación.....	40
Gráfico 3.9. Seguridad de extracción de los sólidos de la sentina.....	41
Gráfico 3.10. Accidentes de derrame con aguas de sentina.....	42
Gráfico 3.11. Conocimiento del personal de sanciones legales.....	43
Gráfico 3.12. Implementación del separador de aceite.....	44

INDICE DE CUADROS

	PÁG.
Cuadro 2.1. Características del B.E Marañón	10
Cuadro 2.2. Propiedades físicas y químicas del agua de sentina	18
Cuadro 2.3. Criterios de Calidad admisibles para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuario.....	26
Cuadro 2.4. Límites de descarga a un cuerpo de agua marina.....	28
Cuadro 2.5. Parámetros de contaminación permisibles.....	29
Cuadro 3.1. Elementos que componen el agua de sentina.....	33
Cuadro 3.2. Problemas biológicos por agua de sentina.....	34
Cuadro 3.3. Leyes que regulan el descargo de la sentina	35
Cuadro 3.4. Frecuencia de achique del agua de sentina	36
Cuadro 3.5. Cumplimiento de las normas para el achique.....	37
Cuadro 3.6. Frecuencia de descargo del material oleoso	38
Cuadro 3.7. Necesidad de un sistema de tratamiento	39
Cuadro 3.8. Nivel de conciencia marítima de la tripulación.....	40
Cuadro 3.9. Seguridad de extracción de los sólidos de la sentina.....	41
Cuadro 3.10. Accidentes de derrame con aguas de sentina.....	42
Cuadro 3.11. Conocimiento del personal de sanciones legales.....	43
Cuadro 3.12. Implementación del separador de aceite.....	44
Cuadro 3.1. Concentración de HDD de las muestras	46
Cuadro 3.2. Concentración letal de las muestras.....	47
Cuadro 3.3. Relación del volumen de la sentina por millas navegadas	49
Cuadro 4.1. Características técnicas de la centrifuga MAPX-309.....	52
Cuadro 4.2. Características técnicas de la centrifuga Gea	52
Cuadro 4.3. Características técnicas de la centrifuga GF 105	53
Cuadro 4.4. Características técnicas del separador RWO.....	54
Cuadro 4.5. Características técnicas del separador MESB-VT.....	55
Cuadro 4.6. Características técnicas del separador CPS B MKIII.....	56
Cuadro 4.7. Características técnicas de las posibles opciones	56
Cuadro 4.8. Componentes del separador CPS B MKIII	61

INDICE DE ANEXOS

	PÁG.
ANEXO A: Encuesta	68
ANEXO B: Entrevista	70
ANEXO C: Hoja de características del generador KOHLER	71
ANEXO D: Composición del agua de sentina.....	72

ABREVIATURAS

B.A.E: Buque de la Armada del Ecuador

B.E: Buque Escuela

BESMAR: Buque Escuela Marañón

CL-50: Concentración letal

CNRH: Consejo Nacional de Recursos Hídricos

DBO: Demanda Bioquímica de Oxígeno

DIRNEA: Dirección Nacional de Espacios Acuáticos

DQO: Demanda Química de Oxígeno

HDD: Hidrocarburos disueltos y dispersos

INERHI: Instituto Ecuatoriano de Recursos Hidráulicos

INOCAR: Instituto Oceanográfico de la Armada

M.S.N.M: Metros sobre el nivel del mar

MARPOL: Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación de los
Buques

MEPC: Marine Environment Protection Committee

OMI: Organización Marítima Internacional

pH: Potencial de Hidrógeno

PPM: Partes por millón

SUINLI: Superintendencia de La Libertad

TDS: Total de sólidos disueltos

TPH: Hidrocarburos totales de petróleo

TSS: Total de sólidos suspendidos

USCG: United States Coast Guard

RESUMEN

El presente trabajo de investigación está orientado a elaborar una propuesta con miras a reducir el grado de contaminación por el ingreso de las aguas de sentina del Buque Escuela Marañón al ecosistema marino, estas sustancias contaminadas con aceite, producto de las operaciones normales de uso de la maquinaria de la unidad, son muy tóxicas para las especies marinas por ello las leyes y reglamentos ambientales han establecido políticas respecto al tránsito, manejo y descarga de estos desechos peligrosos. Para el logro de este objetivo se evaluó al personal de ingeniería de la unidad, las vulnerabilidades que presenta la unidad ante un riesgo de derrame de estas aguas, la composición química de la sustancia y su riesgo potencial al ecosistema, en base a todo este estudio se propone un sistema de tratamiento basado en un separador de agua-aceite para la purificación de estas aguas oleosas previo a su ingreso al medio marino garantizando que no comprometerá a la vida marina. Este proyecto de investigación ha sido elaborado en cuatro capítulos, el primer capítulo contiene las bases que sustentan la necesidad de esta investigación, el segundo capítulo muestra la situación actual que presenta la unidad en cuanto al descargo de estas aguas contaminadas con hidrocarburos y el marco legal que regula los parámetros de contaminación, en el tercer capítulo realizamos la recolección de datos por parte del personal de tripulación y se comparan los análisis de laboratorio con los niveles permitidos por los tratados y convenios, y por último en el cuarto capítulo, en base a los resultados obtenidos, elaboramos la propuesta de implementación de un sistema de tratamiento acorde al volumen de demanda de agua de sentina de la unidad.

PALABRAS CLAVES: CONTAMINACIÓN, BUQUE ESCUELA MARAÑÓN, SEPARADOR DE AGUA-ACEITE, AGUAS OLEOSAS, HIDROCARBUROS, AGUAS DE SENTINA, ECOSISTEMA MARINO, REGLAMENTOS AMBIENTALES, DESECHOS PELIGROSOS.

ABSTRACT

The present project is aimed at developing a proposal with a view to reduce the degree of contamination entering the bilge Training Ship Marañón to the marine ecosystem, these substances contaminated with oil, a product of the normal operations of use equipment unit which are very toxic to marine species therefore environmental laws and regulations have established policies regarding transit, handling and unloading of such hazardous waste. To achieve this objective was evaluated by engineering personnel of the unit, vulnerabilities having the drive to a risk of spillage of this water, the chemical composition of the substance and its potential ecosystem risk is based on all this study a treatment system based on an oil-water separator for purifying these prior to entering the marine environment OWS not commit to ensuring that marine life is proposed. This research project was developed in four chapters, the first chapter contains the foundations that support the need for this research, the second chapter shows the current situation presents the unit regarding the release of this kind of water contaminated with hydrocarbons and frame legal parameters regulating pollution. In the third chapter we perform data collection by staff crew and laboratory tests to the levels allowed by the treaties and agreements are compared, and finally the fourth chapter, is about to the results obtained, we developed the proposed implementation of a treatment system according to the volume of bilge water demand of the unit.

KEYWORDS: POLLUTION, MARAÑON TRAINING SHIP, OIL-WATER SEPARATOR, OILY WATER, OIL, BILGE WATER, MARINE ECOSYSTEM, ENVIRONMENTAL REGULATIONS, HAZARDOUS WASTE.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad la contaminación de los mares es un tema mundial de gran preocupación e interés por su incidencia directa en la vida del mar y los problemas de salud que estos conllevan; el tráfico marítimo, que es uno de los principales medios de contaminación, ha derramado grandes cantidades de aguas contaminadas con materia oleosa en el mar con graves efectos para el medio ambiente marino.

El tema de la contaminación de los mares demanda mucha atención por parte de los países que basan su economía en la industria marítima y el tráfico pesado, elaborando normativas que regulen el régimen interno de cada país basándose en los convenios internacionales según la necesidad de cada nación, como lo es el caso de Ecuador mediante el “Plan Nacional del Buen vivir” del gobierno nacional que busca el cuidado y conservación del medio ambiente ecuatoriano.

El derrame de productos contaminados con aceite o derivados de hidrocarburos suele tener fuertes repercusiones para las actividades costeras y para quienes explotan los recursos marinos, la mayor parte de los casos son daños temporales; en ciertas ocasiones pueden ser necesarios varios años para su recuperación, y en raras situaciones, el daño es irreparable.

Debido a la sensibilidad que presenta el medio marino a la contaminación por hidrocarburos y a los riesgos que representan las operaciones de manipulación y descarga de las aguas oleosas de un buque, hace aconsejable revisar los reglamentos, leyes, normas y estatutos que regulan estas actividades con el objeto de instruir al personal en la aplicación de las medidas de prevención y control de la contaminación, que han ido modificando en base a la experiencia adquirida en sucesos pasados y a medida que los avances tecnológicos han ido evolucionando.

CAPÍTULO I

PROBLEMA SITUACIONAL DEL TRATAMIENTO DE AGUAS DE SENTINA DEL BUQUE ESCUELA MARAÑÓN PARA EL CUIDADO DEL MEDIO AMBIENTE.

1.1. ANTECEDENTES

Como los océanos cubren el 70% de la corteza terrestre, los seres humanos creyeron en épocas pasadas que era virtualmente imposible contaminar estas masas tan enormes de agua y durante siglos, se ha utilizado a los océanos como vertederos de nuestras aguas fecales, basuras, desechos químicos, radiactivos e incluso muchas acciones que durante la navegación han resultado contaminantes. Para proteger la vida marina y la salud del planeta, se debe encontrar soluciones a estos problemas.

El agua de sentina es considerado como el agente contaminante más común sobre el medio marino debido a su presencia en toda embarcación en el mundo, la contaminación por derrames de petróleo representa el 5% de la polución marina a nivel mundial mientras que la contaminación por productos que provienen de operaciones rutinarias de mantenimiento de los buques tales como la eliminación de residuos, derrame de suministros de combustible y limpieza de tanques y sentinas representan el 19% de la contaminación de los mares.

Para la nación la preservación y el uso de los recursos que ofrece el medio marino envuelve una especial importancia por su incidencia en el desarrollo social y económico del Ecuador. Aproximadamente la mitad de la población ecuatoriana vive de los recursos marinos en áreas como la pesca artesanal o las industrias turística, acuícola y agrícola.

Reconoce a su vez la importancia del impacto del mar sobre el clima y el ciclo hidrológico debido al desequilibrio ecológico ocasionado por la contaminación marítima ya que el medio marino es un componente esencial del sistema mundial de sustentación de la vida y por ende un valioso recurso que es necesario proteger.

Es por ello que las acciones ambientales internas en el medio marino se fundamentan en la Constitución de la República y las leyes de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental, además, se han aprobado una serie de disposiciones relacionadas con la preservación del medio marino y costero contra la contaminación por hidrocarburos ya que la descarga del agua contaminada con aceite constituye una de las acciones de polución más frecuente del medio ambiente y consecuentemente, las normas sobre los niveles de contaminación son cada vez más estrictas para preservar un recurso muy importante que tiene la nación.

En base a toda esta referencia basada desde la conciencia marítima que tiene el Ecuador hasta sus leyes contempladas en la Constitución de la República, se ve la necesidad de que todas las embarcaciones que se encuentren en el territorio nacional cumplan con las regulaciones establecidas en cuanto a contaminación se refiere para preservar un recurso muy importante.

1.2. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Debido a que el puerto base del BESMAR se encuentra en la rada de salinas, área sujeta a restricciones medio ambientales por ser una de las zonas marítimas importantes que posee la nación, las limitaciones que posee la unidad en su capacidad de cargas líquidas y considerando además, que es un buque de instrucción empleado para la formación de futuros oficiales de la Armada del Ecuador, debe contemplar todas las normativas nacionales e internacionales referentes a la contaminación de los mares fundamentadas en la Constitución de la República, las leyes de Prevención y Control de la

Contaminación Ambiental y de Gestión Ambiental establecidas por la Organización Marítima Internacional.

La falta de un adecuado sistema de tratamiento de las aguas de sentina y la ausencia de un programa de control y descargo de dichos elementos nocivos, conlleva que estas sustancias oleosas sean achicadas del buque de forma irregular y sin procedimiento reglamentario provocando en ocasiones que estas aguas contaminadas con aceite entren en contacto con el entorno marino comprometiendo la integridad del medio ambiente y contaminando un entorno natural muy importante tanto en su biodiversidad como en sus recursos del mar.

La Armada del Ecuador como principal institución comprometida con el cuidado, protección y desarrollo del medio ambiente marino debe exigir que sus unidades cumplan con los protocolos y reglamentos vigentes en cuando a contaminación ambiental dando así el ejemplo principal a las demás embarcaciones y a su vez evitando incurrir en sanciones legales respaldadas por los convenios internacionales a los que se ha suscrito el Ecuador.

1.3. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

La necesidad de implementar un sistema de tratamiento de aguas de sentina en el Buque Escuela Marañón radica básicamente en que no se cuenta con un equipo que garantice la purificación de las sustancias oleosas de la unidad previo a su incorporación al mar sin comprometer la integridad del medio ambiente marino además que, la bomba de achique de la sentina del buque se encuentra fuera de servicio debido a que su eje principal esta desalineado, provocando ruidos extraños y comprometiendo el estado de la maquinaria motivo por el cual el personal de la unidad emplea otras alternativas para extraer el agua de sentina mediante métodos que no están contemplados dentro de los procedimientos reglamentarios de la unidad ya que el agua que sale directamente al mar no ha pasado por un proceso de tratamiento y purificación alguno.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. GENERAL

Proponer la adquisición de un separador de agua-aceite para el tratamiento del agua de sentina previo a su descargo al mar en el Buque Escuela Marañón con el fin de reducir el grado de contaminación del medio ambiente marino que estas aguas residuales producen en la rada de Salinas.

1.4.2. ESPECÍFICOS

- Analizar los reglamentos de cuidado ambiental y protocolos de protección marítima a los cuales está inscrito el Ecuador en ámbito nacional e internacional.
- Comparar los niveles de concentración de hidrocarburos que compone el agua oleosa de la unidad con los valores máximos permitidos por los convenios de cuidado y protección del medio ambiente marino.
- Analizar los sistemas actuales de tratamiento de aguas de sentina a bordo para implementar uno acorde a las necesidades de la unidad.

1.5. HIPÓTESIS Y VARIABLES

1.5.1. HIPÓTESIS

La adquisición de un separador de agua-aceite para el tratamiento de las aguas de sentina del Buque Escuela Marañón previo a su descargo al mar ayudará al cuidado del medio ambiente marino de Salinas.

1.5.2. VARIABLES

Variable Independiente

El tratamiento de las aguas de sentina del Buque Escuela Marañón previo a su descargo al mar.

Variable Dependiente

El cuidado del medio ambiente marino de Salinas.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. SITUACIÓN GEOGRÁFICA

Salinas es una ciudad ecuatoriana de la Provincia de Santa Elena ubicada a 1 m.s.n.m en los puntos: Lat. 2° 13' 00" S y Long. 80° 58' 00" O, al extremo occidental del Ecuador continental, siendo esta la cabecera cantonal del Cantón Salinas, con una población de 68.675 habitantes en una superficie de 68,7 km² y dividida en 4 parroquias. La ciudad es considerada el balneario más importante del país.

Debido a que un tramo de la corriente de Humboldt pasa por la península hace que su clima sea de tipo árido desértico con un promedio anual de precipitación es entre 125 a 150 mm, siendo esta una de las ciudades ecuatorianas más secas y con temperaturas que oscilan entre los 21°C y 33°C. (Municipio de Salinas, s.f.)



Figura 2.1. Perfil costanero de la Puntilla de Santa Elena
Fuente: Google Maps

2.1.1. PRINCIPALES ACTIVIDADES MARÍTIMAS

Uno de los principales atractivos en Salinas es la danza de las ballenas jorobadas que se acercan a tan solo 8 km de la costa en los meses de junio y

octubre, pueden llegar a medir cerca de 15 metros de longitud y 40 toneladas de peso, por lo general andan en grupos de 8 ballenas.



Figura 2.2. Observación de ballenas en Salinas
Fuente: Google imágenes

Posee una gran variedad de especies en su fauna como pelícanos, gaviotas, fragatas, garzas, cormoranes neotropicales, gaviotines, cangrejos y en sus aguas abundan diferentes clases de peces como el picudo negro, azul, rayado, pez espada, tuna, dorado, entre otras especies. Existe una colonia de 20 lobos marinos que posiblemente hayan migrado del sur de las costas del Perú. (Gobierno del Cantón Salinas, s.f.)



Figura 2.3. Lobos marinos del sector La chocolatera
Fuente: Google imágenes



Figura 2.4. Pesca deportiva de Salinas
Fuente: Google imágenes

La práctica de deportes náuticos como: snorkel, velerismo, buceo, tabla de vela, voleibol playero, jet ski, surf y pesca deportiva hace que sea un lugar escogido para competiciones en el ámbito internacional.



Figura 2.5. Regatas internacionales en Salinas
Fuente: Google imágenes

2.2. BUQUE ESCUELA MARAÑÓN

El Buque Escuela Marañón, es un remolcador del año de 1937 y que actualmente pertenece a la Escuela Superior Naval en donde se desempeña como Buque de instrucción para los Guardiamarinas enfocándolos en el arte de la navegación facilitando la práctica del aprendizaje adquirido en las aulas de clase, con miras a completar la formación integral que debe tener un Oficial de Marina.



Figura 2.6. Fondeadero del BESMAR
Fuente: Google Maps

2.2.1. RESEÑA HISTÓRICA

El BESMAR fue construido en el año de 1937 en los astilleros Avondale Marine, en New Orleans - Estados Unidos, durante la gran demanda por la industria naval de ese país por consecuencia de la segunda guerra mundial. Su primer nombre fue "U.S. ARMY LT-1938", luego fue llamado "SALERNO LT-1953" en 1953, enviado al distrito de navegación de Brownsville - Texas, en 1984 y en 1997 prestó servicio a la autoridad portuaria norteamericana. Es adquirido por la empresa ASTINAVE, presta servicios de remolque con el nombre de "REMOLCADOR SANGAY" en el año 2001 y el 12 de julio del 2002, el buque es donado a la Escuela Superior Naval para instrucción de la brigada de guardiamarinas, cambiando de nombre en el año 2011 a "B.A.E MARAÑÓN" y en la actualidad reconocido como Buque Escuela Marañón. (Alcivar A., 2013)



Figura 2.7. Buque Escuela Marañón
Fuente: Zadak Ortiz F.

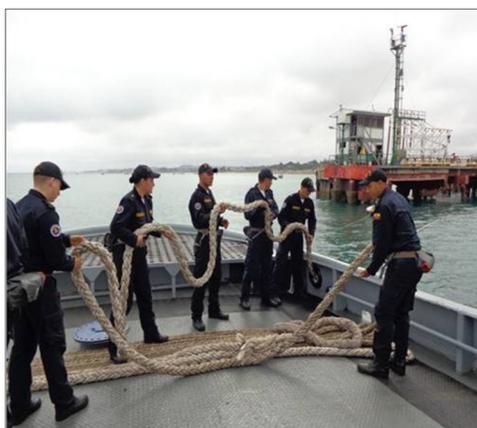


Figura 2.8. Navegaciones de instrucción
Fuente: Revista Essuna Magazine

2.2.2. CARACTERÍSTICAS DE LA UNIDAD

Cuadro 2.1. Características del B.E Marañón

CARACTERÍSTICAS	DATOS
Tipo de unidad	OCEANICO
Clase de buque	REMOLCADOR
Eslora	32,61 m
Manga	8 m
Puntal	4,30 m
Calado ligero	3, 34 m
Calado cargado	3,66 m
Desplazamiento a toda carga	390 tons
Desplazamiento liviano (Ton. Inglesas)	295 tons
Velocidad máxima (220 RPM)	12 nudos
Velocidad de remolque	8 nudos
Radio de cruceo	3000 Millas Náuticas
Número de unidades propulsoras	01
Potencia en H.P	1200 HP
Consumo de combustible	75 Gal/Hr
Tipo de combustible	Diésel (DMFO)
Capacidad de combustible	21.042 Gal.
Capacidad de agua	12.477 Gal.

Fuente: Manual básico del B.E Marañón

Elaborado por: Zadak Ortiz F.

2.2.3. MAQUINA PRINCIPAL

El B.E Marañón posee un motor Fairbanks & Morse siendo este la principal fuente del agua de sentina de la unidad, alimentado a diésel de dos tiempos,

modelo 37F16 de 6 cilindros en línea, de inyección mecánica, puede desarrollar una potencia de 1200 HP. Este motor carece reductores de velocidad, es decir, es un motor reversible directo y para que la unidad de marcha atrás se revierte el sentido de giro del motor. Al no tener reductores de velocidad este motor mantiene una velocidad baja de 300 rpm. El arranque es efectuado por aire a alta presión, y su refrigeración con agua y aceite. Es una máquina alternativa de combustión interna debido a que un ciclo entero de movimiento se efectúa en 2 recorridos del pistón para una vuelta del cigüeñal y para el control de la admisión y escape de los gases del cilindro posee lumbreras en lugar de válvulas. (Alcivar A., 2013)



Figura 2.9. Máquina principal
Fuente: Zadak Ortiz F.

2.2.4. LA SENTINA

La sentina es el sector del buque situada en la parte más baja de la obra viva, donde se recoge y almacena todos los residuos provenientes de diversas operaciones y procesos mecánicos en la sala de máquinas como funcionamiento de motores, filtraciones, restos de combustibles, juntas de transmisión lubricadas, refrigeración de sistemas de propulsión, maquinaria auxiliar y trabajos de mantenimiento. En la sentina de un buque el agua se mezcla con restos de combustibles, pinturas, grasas y aceites, productos de

limpieza y derivados de la descomposición de los hidrocarburos a bordo.
(Wind Rose Network)

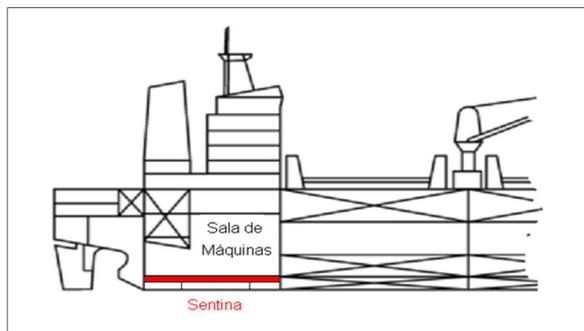


Figura 2.10. Sentina de un buque
Fuente: Google Imágenes

Estos residuos están conformados por dos fases: la acuosa y la oleosa, y debido a su toxicidad, requiere de un equipo sofisticado para su extracción, tratamiento y descargo cumpliendo con las normas medioambientales vigentes.

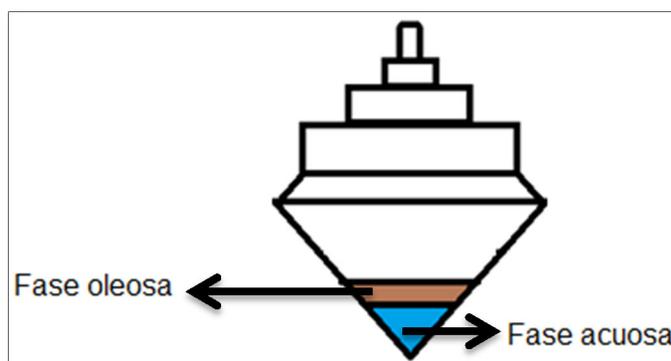


Figura 2.11. Fases del agua de sentina
Fuente y elaborado por: Zadak Ortiz F.

El agua oleosa de una sentina tiene un gran rango de contaminantes y elementos degradadores de oxígeno, con efectos fisiológicos crónicos y cancerígenos, incluso en cantidades mínimas puede representar una amenaza latente para los ecosistemas marinos y la vida humana.



Figura 2.12. Agua de sentina del BESMAR
Fuente: Zadak Ortiz F.

Es así por lo que todos los buques requieren de la instalación a bordo de un equipo que efectúe un tratamiento de las aguas oleosas previo a su ingreso al océano, limitando las concentraciones entre 10 y 15 partes por millón cuando se encuentre en aguas abiertas, siempre que el buque no este transitando por una zona marítima especial en toda descarga esta terminantemente prohibido. (Cumelles, 2012)

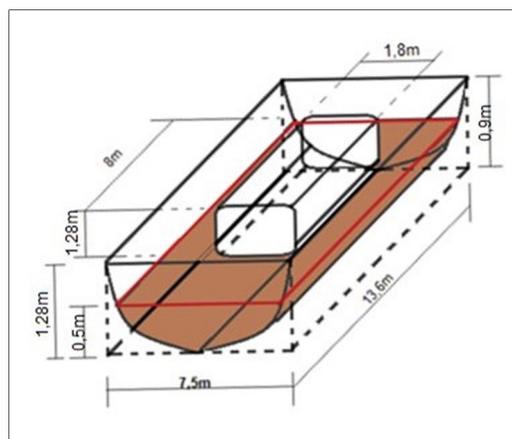


Figura 2.13. Dimensiones de la sentina
Fuente y elaborado por: Zadak Ortiz F.

$$Ab1 = \frac{(BM+Bm)h}{2} m^2$$

$$Ab1 = \frac{(5+0.5)0.5}{2} m^2$$

$$A\ proa = 1,37\ m^2$$

$$Ab2 = \frac{(BM+Bm)h}{2} m^2$$

$$Ab2 = Ab1\ m^2$$

$$A\ popa = 1,37\ m^2$$

$$V\ total = (A\ proa + A\ popa + \sqrt{A\ proa} \times \sqrt{A\ popa})h/3$$

$$V\ total = (1,37 + 1,37 + \sqrt{1,37} \times \sqrt{1,37})13,6/3$$

$$V\ total = 23,03\ m^3$$

$$V_{motor} = b \times h \times l \text{ m}^3$$

$$V_{motor} = 1,8 \times 0,5 \times 8 \text{ m}^3$$

$$V_{motor} = 7,2 \text{ m}^3$$

$$V_{sentina} = V_{total} - V_{motor} \text{ m}^3$$

$$V_{sentina} = 23,03 - 7,2 \text{ m}^3$$

$$V_{sentina} = 15,83 \text{ m}^3$$



Figura 2.14. Estructura interna de la sentina
Fuente: Zadak Ortiz F.

En referencia a estos datos se determina que el volumen aproximado de la sentina del B.E. Marañón es de $15,83 \text{ m}^3$ lo que equivale a 58.571 galones, pero este sube su nivel durante una navegación de instrucción por lo que debe ser achicada una vez que el agua de sentina oculte las cuadernas de la estructura de la unidad.

2.2.5. BOMBA DE ACHIQUE

Su función principal es la de succión y descarga del agua de mar, trabajo que lo realiza mediante una válvula de fondo para achicar la máquina principal en la banda de babor y estribor. Actualmente la bomba de achique de la unidad se encuentra fuera de servicio debido a que su eje principal se encuentra desalineado provocando así ruidos extraños que podrían comprometer la integridad de la bomba, motivo por el cual no se achica el agua de sentina con este equipo.



Figura 2.15. Bomba de achique

Fuente: Zadak Ortiz F.

Por lo general el procedimiento que realiza el personal de la unidad es solo bajar el nivel del agua basándose en las propiedades físicas del aceite ya que este se mantiene en la superficie y el agua se mantiene bajo este elemento, es posible expulsar cierta cantidad de agua al mar mediante una bomba sumergible de 0.75 Hp y una vez que comience a salir el aceite se apaga dicha bomba para que no contamine el medio marino.



Figura 2.16. Bomba sumergible

Fuente: Zadak Ortiz F.

La ejecución de esta maniobra de achique no se encuentra estipulada dentro de los procedimientos reglamentarios del buque además de que siempre habrá una fuga de aceite siendo este el indicador de que ya no queda agua en la sentina y todo el elemento restante es material oleoso. Este indicador improvisado es un contaminante ambiental ya que es el descargo

de material oleoso directamente al mar para poder certificar que toda el agua de la sentina ha sido achicada de la unidad.



Figura 2.17. Bomba sumergible en la sentina
Fuente: Zadak Ortiz F.

A pesar de solo descargar el agua de la sentina, y no, los residuos oleosos, la unidad sigue atentando con el equilibrio ambiental ya que esta agua previo a su ingreso al mar no ha sido tratada debidamente y esto representa posibles peligros a plantas y animales microscópicos que viven en el océano y son parte importante para la cadena alimenticia de animales marinos. Los contaminantes suelen concentrarse en la superficie del océano, una zona propicia para la reproducción y la alimentación de muchas especies de importancia comercial.

2.2.6. CARACTERÍSTICAS DEL AGUA DE SENTINA

2.3.1.1. Identificación de riesgos

a) Peligro para la salud.- Es considerado un toxico moderado al ser ingerido. Al entrar en contacto con la piel actúa como irritante suave.

Efectos de una sobre exposición aguda (por una vez):

- **Inhalación:** Irrita el sistema respiratorio. Causa mareos, somnolencia, dolor de cabeza. La protección respiratoria no es necesaria si la ventilación es buena.

- **Contacto con la piel:** El constante contacto causa irritación en la piel. Usar guantes de protección química o de puño largo y en trabajos prolongados usar delantal de plástico.
- **Contacto con los ojos:** En un posible contacto con los ojos puede causar una posible conjuntivitis temporal. Usar lentes de protección química.
- **Ingestión:** Al ser ingerido causa irritación a la garganta, esófago y estómago.
- **Condiciones de salud que se verán afectadas con la presencia del producto:** El personal con problemas pulmonares crónicos no deberán ser expuestos a esta sustancia.

b) Peligros al medio marino.- Es peligroso para el ecosistema marino aun en concentraciones pequeñas.

c) Peligros especiales de la sustancia.- La fase oleosa y sus derivados es combustible, pero no presenta peligros especiales. (Oxiqum, 2009)

2.3.1.2. Información toxicológica y ecológica

- **Toxicidad aguda:** Por ingestión: Grado 2: LD 50 = 0,5 a 5 g/kg.
- **Efectos locales:** Puede desarrollar dermatitis además de ser irritante de piel y ojos.
- **Persistencia/Degradabilidad:** Es degradable a largo plazo. Por lo que su recolección e incineración es un método común para evitar perjuicios al ecosistema.
- **Producto de combustión:** La incineración de esta sustancia desarrolla humos tóxicos además de CO, CO₂ y H₂O. (Oxiqum, 2009)

2.3.1.3. Propiedades físicas y químicas

Cuadro 2.2. Propiedades físicas y químicas del agua de sentina

PROPIEDAD	DETALLE
Estado de materia	Líquido
Color y olor	Color negro. Olor a derivado de hidrocarburo
Concentración	Variable
T° de descomposición	No se descompone
T° de inflamación	No posee
T° de auto ignición	No posee
T° inferior de explosión	No posee
T° superior de explosión	No posee
Amenaza de fuego	Puede entrar en fase de ignición si es expuesto al calor o fuego
Densidad del vapor	3,4
Densidad a 20°C	0,845
Solubilidad en el agua u otros solventes	La sustancia es insoluble
Incompatibilidad	Reacciona con violencia con elementos oxidantes como nítrico y sulfúrico

Fuente: Hoja de datos de seguridad de productos, Oxiquim S.A

Elaborado por: Zadak Ortiz F.

2.3.2. TRATAMIENTO DE AGUAS DE SENTINA

Existen diferentes tipos de tratamientos que se aplican para a los residuos de sentina, los tratamientos fisicoquímicos que rompen el enlace químico y extraen los hidrocarburos reutilizables son los más viables a nivel industrial, mediante la filtración del agua para la desintegración de los hidrocarburos

contenidos en el agua de sentina, genera como nuevos desechos los filtros sucios que deben ser quemados o enterrados en rellenos sanitarios. (Melina Nisenbaum, s.f.)

2.3.2.1. Sistema de separación de Agua-Aceite

Una bomba situada detrás del equipo separador de aceite crea un vacío en el tanque de decantación llenando el tanque del separador de aceite por medio de la tubería de aspiración en un flujo laminar del agua de sentina, el proceso de separación agua-aceite se efectúa en tres etapas:

Etapas de Separación: La sustancia es extraída del tanque de decantación y mediante los principios físicos de gravedad-coalescencia, usa las diferencias de densidad y tensión superficial entre el aceite y el agua para extraer el aceite del agua de sentina. El agua tratada es descargada al mar siempre y cuando no exceda las 15 ppm de hidrocarburos contenidos en su composición controlados por un monitor, caso contrario el sistema detecta el exceso y envía nuevamente la mezcla al separador para volver a ser tratada.

Descarga de aceite: La materia oleosa separada es recogida en la cúpula superior del separador donde forman una capa de aceite, las finas partículas de aceite se reúnen en este punto para formar gotas de tamaño considerable. Un sensor verifica el grosor de la masa de aceite bajo la cúpula del separador, si el nivel estipulado llega a ser alcanzado, la bomba invierte su sentido de giro extrayendo agua desde el mar, empujando el aceite hasta los tanques de lodos.

Lavado: Es forzado un flujo de lavado al tanque colector de aceite no solo para empujar el aceite que se encuentra en la parte superior del separador, sino la de lavar el filtro coalescente y evitar acumulaciones sobre la sonda, esta agua es enviada a los tanques de decantación de la sentina. (DVZ-SERVICES GmbH, s.f.)

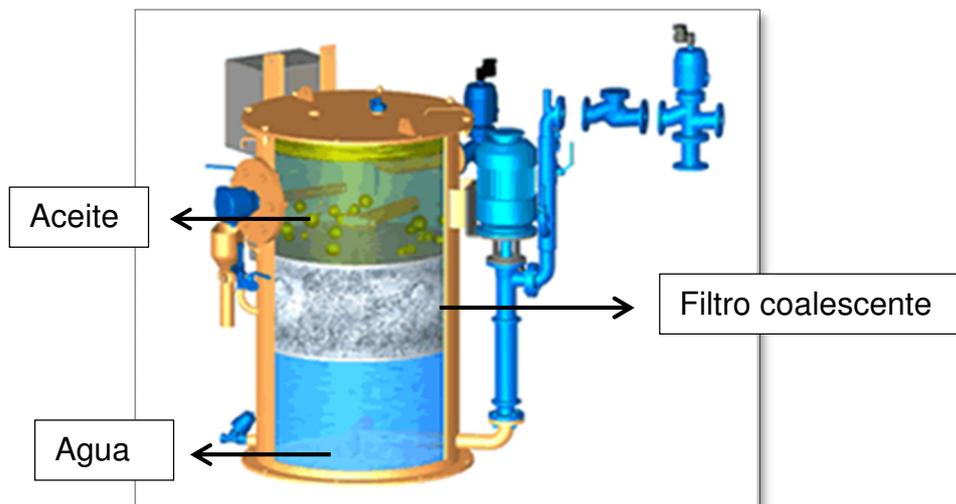


Figura 2.18. Proceso de separación de agua de sentina
Fuente: Google imágenes

2.4. LEYES Y CONVENIOS RELACIONADOS A LAS ACTIVIDADES DEL B.E MARAÑÓN

Es necesario hacer referencia a las leyes y convenios que se apliquen en nuestro país que tengan énfasis a las actividades relacionadas con el BESMAR enfocados en el ámbito de polución marina, identificando así las normas que está incumpliendo esta unidad. Para esto se debe mencionar los parámetros que son tomados en consideración respecto a los máximos niveles que se pueden presentar en el medio marino sin causar contaminación:

CL-50.- Es la concentración de una sustancia que puede provocar la muerte, el valor de la CL-50 se expresa miligramos por litro, mg/L.

DBO.- Es la cantidad de oxígeno que microorganismos como bacterias, hongos y plancton, consumen durante la degradación de las sustancias orgánicas, se expresa en mg / l. Cuanto mayor es la cantidad de materia orgánica más oxígeno necesitan sus microorganismos para degradarla. El proceso natural de descomposición varía proporcionalmente a la temperatura, motivo por el cual este análisis se realiza durante cinco días a 20 °C; esto se indica como D.B.O5.

DQO.- Es la cantidad de oxígeno requerida por un agua residual durante la oxidación de la materia orgánica provocada por un agente químico, bajo condiciones específicas de temperatura, tiempo y agente químico oxidante.

TPH y HDD.- Es empleada para el análisis de sustancias contaminadas con hidrocarburos.

pH.- Mide que tan básica o acida puede ser una disolución, su valor va de 0 a 14 en disolución acuosa siendo:

pH > 7 = disolución acida,

pH < 6 = disolución básica,

pH = 7 Neutralidad de la disolución.

TDS.- Es una medida de las partículas orgánicas e inorgánicas que no se sedimentan encontrándose en el agua en estado molecular, ionizada o micro-granular.

TSS.- Medida que indica la cantidad de solidos presentes en suspensión asociada con la turbidez del agua.

2.4.1. LEY DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL (DECRETO SUPREMO NO. 374)

Capítulo VI

De la prevención y control de la contaminación de las aguas

Art. 16.- Queda prohibido descargar, sin sujetarse a las correspondientes normas técnicas y regulaciones, a las redes de alcantarillado, o en las quebradas, acequias, ríos, lagos naturales o artificiales, o en las aguas marítimas, así como infiltrar en terrenos, las aguas residuales que contengan contaminantes que sean nocivos a la salud humana, a la fauna, a la flora y a las propiedades.

Art. 17.- El Instituto Ecuatoriano de Recursos Hidráulicos (INERHI) , en coordinación con los Ministerios de Salud y Defensa, según el caso, elaborarán los proyectos de normas técnicas y de las regulaciones para autorizar las descargas de líquidos residuales, de acuerdo con la calidad de agua que deba tener el cuerpo receptor.

Art. 18.- El Ministerio de Salud fijará el grado de tratamiento que deban tener los residuos líquidos a descargar en el cuerpo receptor, cualquiera sea su origen.

Art. 19.- El Ministerio de Salud, también, está facultado para supervisar la construcción de las plantas de tratamiento de aguas residuales, así como de su operación y mantenimiento, con el propósito de lograr los objetivos de esta Ley. (Consejo Supremo de Gobierno, s.f.)

2.4.2. CONVENIO INTERNACIONAL PARA PREVENIR LA CONTAMINACIÓN POR LOS BUQUES, CONVENIO MARPOL 73/78

Capítulo II

Normas para controlar la contaminación en condiciones de servicio

Regla 9: Control de las descargas de hidrocarburos

1) A reserva de lo dispuesto en las Reglas 10 y 11 del presente Anexo y en el párrafo 2) de esta Regla, estar prohibida toda descarga de hidrocarburos o de mezclas oleosas en el mar desde buques a los que sea aplicable este Anexo salvo cuando se cumplan todas las condiciones siguientes:

a) Tratándose de petroleros, excepto en los casos previstos en el apartado de este párrafo:

i) Que el petrolero no se encuentre dentro de una zona especial;

ii) Que el petrolero se encuentre a más de 50 millas marinas de la tierra más próxima;

- iii) Que el petrolero esté en ruta;
 - iv) Que el régimen instantáneo de descarga de hidrocarburos no exceda de 30 litros por milla marina;
 - v) Que la cantidad total de hidrocarburos descargada en el mar no exceda, en el caso de petroleros existentes, de 1/15.000 del cargamento total de que formaban parte los residuos y, en el caso de petroleros nuevos, 1/20.000 del cargamento total de que formaban parte los residuos; y
 - vi) Que el petrolero tenga en funcionamiento un sistema de vigilancia y control de descargas de hidrocarburos y disponga de un tanque de decantación como se prescribe en la Regla 15 del presente Anexo.
- c) Tratándose de buques no petroleros cuyo arqueado bruto sea igual o 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:
- i) Que el buque no se encuentre en una zona especial;
 - ii) Que el buque esté en ruta;
 - iii) Que el contenido de hidrocarburos del efluente sin dilución no exceda de 15 partes por millón, y
 - iv) Que el buque tenga en funcionamiento el equipo que se prescribe en la Regla 16 del presente anexo.
- 2) En el caso de buques de menos de 400 toneladas de arqueado bruto que no sean petroleros mientras se encuentren fuera de la zona especial, la Administración cuidará de que estén equipados, dentro de lo practicable y razonable, con instalaciones que garanticen la retención a bordo de los residuos de hidrocarburos y su descarga en instalaciones de recepción o en el mar de acuerdo con las prescripciones del párrafo 1) de esta Regla.

3) Siempre que se observen rastros visibles de hidrocarburos sobre la superficie del agua o por debajo de ella en las proximidades de un buque o de su estela, los Gobiernos de las Partes en el Convenio investigarán inmediatamente en la medida en que puedan hacerlo razonablemente, los hechos que permitan aclarar si hubo o no transgresión de las disposiciones de esta Regla o de la Regla 10 de este Anexo.

4) Lo dispuesto en el párrafo 1) de la presente Regla no se aplicará a las descargas de lastre limpio o separado ni a las mezclas oleosas no sometidas a tratamiento cuyo contenido de hidrocarburos, sin haber sido diluidos, no exceda de 15 partes por millón, si tales descargas no proceden de las sentinas de la cámara de bombas de carga ni están mezcladas con residuos de carga de hidrocarburos.

5) Las descargas no contendrán productos químicos de ninguna otra sustancia en cantidades o concentraciones susceptibles de crear peligros 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 esta Regla.

6) Los residuos de hidrocarburos cuya descarga en el mar no pueda efectuarse de conformidad con lo prescrito en los párrafos 1), 2) y 4) de esta Regla serán retenidos a bordo o descargados en instalaciones de recepción.

7) En el caso de los buques a que se refiere la Regla 16 6) del presente anexo que no lleven el equipo prescrito en las Reglas 16 1) ó 16 2), las disposiciones del párrafo 1 b) de la presente Regla no se aplicarán hasta el 16 de julio de 1998 o hasta la fecha en que se instale dicho equipo, si esta fecha es anterior.

Hasta entonces está prohibida toda descarga de hidrocarburos o de mezclas oleosas en el mar desde tales buques procedentes de las sentinas de los espacios de máquinas, salvo cuando se cumplan todas las condiciones siguientes:

- a) Que la mezcla oleosa no proceda de las sentinas de las cámaras de bombas de carga;
- b) Que la mezcla oleosa no este mezclada con residuos de la carga de hidrocarburos;
- c) Que el buque no se encuentre en una zona especial;
- d) Que el buque se encuentre a más de 12 millas marinas de la tierra más próxima;
- e) Que el buque esté en ruta;
- f) Que el contenido de hidrocarburos del efluente sea inferior a 100 partes por millón, y
- g) Que el buque tenga en funcionamiento un equipo separador de agua e hidrocarburos cuyas características de proyecto hayan sido aprobadas por la Administración teniendo en cuenta la especificación recomendada por la Organización. (Organización Marítima Internacional)

2.4.3. NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES: RECURSO AGUA

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

Se entiende por uso del agua para 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.

Los criterios de calidad para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas, aguas marinas y de estuario, se presentan a continuación: (Gobierno Nacional del Ecuador, s.f.)

Cuadro 2.3. Criterios de Calidad admisibles para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuario.

Parámetros	Expresados como	Unidad	Límite máximo permisible		
			Agua fría dulce	Agua cálida dulce	Agua marina y de estuario
Oxígeno Disuelto	O.D.	mg/l	No menor al 80% y no menor a 6 mg/l	No menor al 60% y no menor a 5 mg/l	No menor al 60% y no menor a 5 mg/l
Potencial de hidrógeno	pH	-	6, 5-9	6, 5-9	6, 5-9, 5
Grasas y aceites	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3	0,3	0,3
Hierro	Fe	mg/l	0,3	0,3	0,3
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	0,5	0,5	0,5
Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs)	Concentración total de HAPs	mg/l	0,0003	0,0003	0,0003

Fuente y elaborado por: Norma calidad ambiental y descarga de efluentes

2.4.4. NORMAS DE DESCARGA DE EFLUENTES A UN CUERPO DE AGUA O RECEPTOR: AGUA DULCE Y AGUA MARINA

1) Los puertos deberán contar con un sistema de recolección y manejo para los residuos sólidos y líquidos provenientes de embarcaciones, buques, naves y otros medios de transporte, aprobados por la Dirección General de la Marina Mercante y la Entidad Ambiental de Control. Dichos sistemas deberán

ajustarse a lo establecido en la presente Norma, sin embargo los municipios podrán establecer regulaciones más restrictivas de existir las justificaciones técnicas.

2) Se prohíbe todo tipo de descarga en:

a) Las cabeceras de las fuentes de agua.

b) Aguas arriba de la captación para agua potable de empresas o juntas administradoras, en la extensión que determinará el CNRH, Consejo Provincial o Municipio Local y,

c) Todos aquellos cuerpos de agua que el Municipio Local, Ministerio del Ambiente, CNRH o Consejo Provincial declaren total o parcialmente protegidos.

3) Los regulados que exploren, exploten, refinan, transformen, procesen, transporten o almacenen hidrocarburos o sustancias peligrosas susceptibles de contaminar cuerpos de agua deberán contar y aplicar un plan de contingencia para la prevención y control de derrames, el cual deberá ser aprobado y verificado por la Entidad Ambiental de Control.

4) Las normas locales para descargas serán fijadas considerando los criterios de calidad establecidos para el uso o los usos asignados a las aguas. Las normas guardarán siempre concordancia con la norma técnica nacional vigente, pudiendo ser únicamente igual o más restrictiva y deberán contar con los estudios técnicos y económicos que lo justifiquen. (Gobierno Nacional del Ecuador, s.f.)

Cuadro 2.4. Límites de descarga a un cuerpo de agua marina

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aceites y Grasas	-	mg/l	0,3
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	D.B.O ₅ .	mg/l	100
Demanda Química de Oxígeno	D.Q.O.	mg/l	250
Hidrocarburos Totales de Petróleo.	TPH	mg/l	20,0
Potencial de hidrógeno	pH	-	6-9
Sólidos Suspendidos Totales	-	mg/l	100
Materia flotante	-	-	Ausente

Fuente y elaborado por: Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes

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

Esta resolución corresponde a las directrices revisadas sobre la implantación de las normas relativas a efluentes y pruebas de rendimiento de las instalaciones de tratamiento de aguas sucias, con el fin de ayudar a los organismos vigilantes a establecer programas de control de las instalaciones de tratamiento de aguas sucias, bajo las normativas establecidas en la regla 9 del Anexo IV del Convenio MARPOL, estableciendo así los siguientes parámetros de contaminación permisibles para el medio marino. (Comite de protección del medio marino)

Cuadro 2.5. Parámetros de contaminación permisibles

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aceites y Grasas	-	mg/l	150
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	D.B.O ₅ .	mg/l	25
Demanda Química de Oxígeno	D.Q.O.	mg/l	125
Potencial de hidrógeno	pH	-	6-8.5
Sólidos Suspendidos Totales	-	mg/l	35
Sólidos Sedimentales	-	Mg/ l /h	35

Fuente y elaborado por: Resolución MEPC.159 (55)

2.4.6. RESOLUCIÓN DE LA DIRNEA SOBRE LA PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN POR AGUAS SUCIAS

Art. 10.- Se prohíbe efectuar descargas de aguas sucias a toda nave o artefacto naval en el mar a una distancia menor de 12 millas de la tierra más próxima; las cuales deben encontrarse almacenadas en los tanques de retención adecuados para el efecto; cuando la descarga de aguas sucias se efectúe más allá de las 12 millas éstas no se descargarán instantáneamente, sino a un régimen moderado hallándose la nave o artefacto naval navegando en ruta a una velocidad no menor de cuatro nudos.

Art. 11.- El incumplimiento de lo estipulado será sancionado con la suspensión del certificado de navegabilidad del buque, sin perjuicio de las acciones civiles y penales a que hubiere lugar.

Art. 12.- Cuando las aguas sucias provenientes de las naves o artefactos navales estén mezcladas con residuos en los que rijan prescripciones de descarga diferentes, se aplicarán las prescripciones de descargas más rigurosas. (Dirección Nacional de Espacios Acuáticos)

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. METODO DE INVESTIGACIÓN

Investigación Explicativa

Basándose en hechos particulares y análisis de conductas de los diferentes factores que rodean al BESMAR tanto en el factor humano como en el factor físico de la unidad y haciendo énfasis en las leyes que rigen las actividades de descarga y manipulación de aguas de sentina se establece que existe contaminación ambiental por parte de la unidad.

Investigación Documental

Se relacionan las leyes y reglamentos vigentes de contaminación marina a nivel nacional e internacional que apliquen a las actividades que realiza el BESMAR, se revisan e investigan los procesos actuales de tratamiento de aguas de sentina, antecedentes de contaminación en la rada de salinas, parámetros químicos máximos que debe cumplir una sustancia de desecho antes de ingresar al mar y planes de acción en caso de derrames de sustancias tóxicas para la vida marina.

Investigación de Campo

Se obtiene información de forma directa por parte del personal de tripulación del departamento de ingeniería mediante visitas a la unidad, se presenciaron las maniobras de achique de sentina y se observó el procedimiento actual que está realizando el personal para así poder establecer el nivel de riesgo que representa este tipo de operaciones, así mismo se realizaron observaciones en el mar para buscar restos de sustancias hidrocarbúricas en torno a la unidad luego de una maniobra de achique de sentina.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

La población a observar será todo el personal de tripulación del departamento de ingeniería del BESMAR, y por su reducido número la muestra será el 100% de la población, obteniendo una mayor exactitud ya que son los directos encargados de las maniobras de achique, descarga y limpieza de la sentina de la unidad, se hace mención a los análisis de las muestras agua de sentina realizados por INOCAR en el 2013 para establecer los niveles de HDD (Hidrocarburos dispersos y disueltos) máximos permitidos por la OMI para poder descargar aguas descontaminadas en el mar, así mismo los análisis de las muestras del agua que rodea a la unidad comparando los datos con los parámetros permitidos a fin de poder establecer si cumple con las normas estipuladas.

3.3. TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Entrevista

Se realizó una entrevista al Msc. Eder Torres, profesional en el tema de contaminación de buques de la Superintendencia del Terminal Petrolero de La Libertad.

Encuesta

Mediante una encuesta se evalúa a todo personal del departamento de ingeniería del buque, el grado de conocimiento que poseen del impacto ambiental que pueden causar las aguas oleosas vertidas en el mar, las leyes y reglamento que regulan el manejo y descargo de estos desechos y su nivel de conciencia marítima para realizar las operaciones de achique de sentina sin contaminar el entorno marino.

3.4. MÉTODOS UTILIZADOS

Método Inductivo

Se realizó una observación general de todas las características que engloba la unidad en cuanto a los procedimientos de desalojo actuales que efectúa la tripulación, la toxicidad de la sustancia manipulada, las especificaciones legales y la importancia del entorno marino en donde desempeña sus labores el Buque Escuela Marañón, analizando el desempeño de todos estos aspectos se establece las conclusiones individuales de cada variable llegando así a demostrar porqué es necesaria la instalación de un módulo de tratamiento de las aguas oleosas de la unidad previo a su descargo al mar haciendo énfasis en el cuidado y protección del medio ambiente marino.



Figura 3.1. Estela de aceite en la popa del BESMAR
Fuente: Zadak Ortiz F.



Figura 3.2. Sentina del BESMAR
Fuente: Zadak Ortiz F.

3.5. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

3.5.1. ANÁLISIS DE LAS ENCUESTAS

1.- ¿Tiene usted pleno conocimiento de los elementos químicos que componen las aguas de sentina de la unidad?

Cuadro 3.1. Elementos que componen el agua de sentina

Parámetros	Frecuencia	Porcentaje	Valido
Si	1	16,7 %	
Parcialmente	3	50,0 %	x
No	2	33,3 %	

Fuente: Encuesta a personal de tripulación

Elaborado por: Zadak Ortiz F.

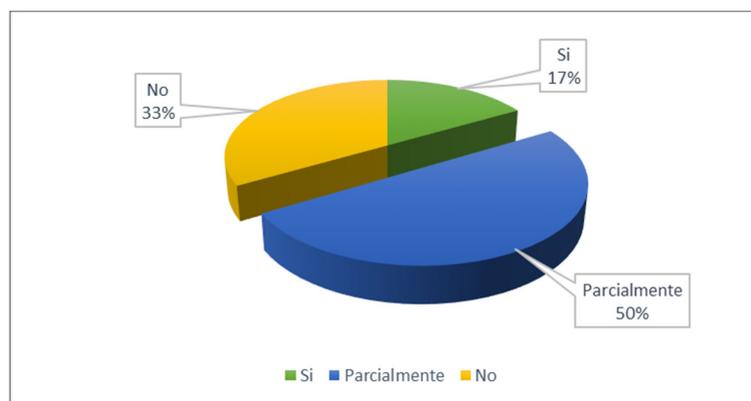


Gráfico 3.1. Elementos que componen el agua de sentina

Fuente: Cuadro 3.1.

Elaborado por: Zadak Ortiz F.

ANÁLISIS

Del 100% de la tripulación encuestada de la unidad, el 50% tiene ciertos conocimientos de los elementos químicos que conforman el agua de sentina por lo que identifica la falta de información al personal abordo en el cuidado del medio ambiente marino.

2.- ¿Sabe usted con exactitud qué problemas biológicos puede ocasionar estos compuestos al medio marino y a las personas en la costa?

Cuadro 3.2. Problemas biológicos por agua de sentina

Parámetros	Frecuencia	Porcentaje	Valido
Si	1	16,7 %	
Parcialmente	1	16,7 %	
No	4	66,7 %	x

Fuente: Encuesta a personal de tripulación

Elaborado por: Zadak Ortiz F.

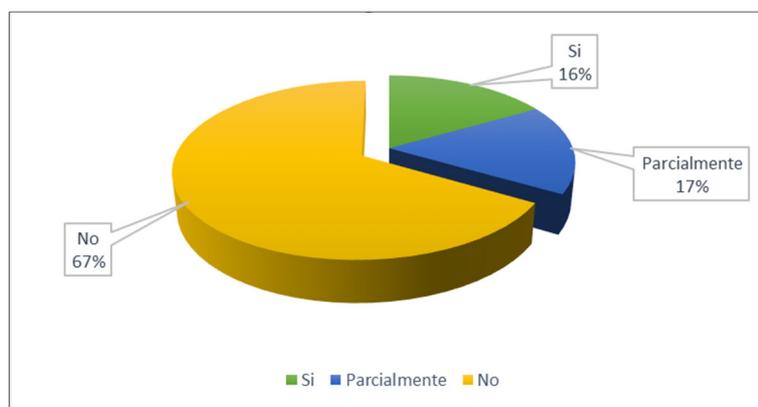


Gráfico 3.2. Problemas biológicos por agua de sentina

Fuente: Cuadro 3.2.

Elaborado por: Zadak Ortiz F.

ANÁLISIS

Del 100% del personal de tripulación encuestado de la unidad, solo el 17% tiene conocimiento del impacto biológico que ocasionan los compuestos que conforman el agua de sentina y sus consecuencias en las personas en la costa evidenciando el poco conocimiento de las propiedades tóxicas de las sustancias que se encuentran a bordo de la unidad.

3.- ¿Tiene usted conocimiento de las leyes y reglamentos vigentes para regular el descargo de las aguas de sentina de los buques?

Cuadro 3.3. Leyes que regulan el descargo de la sentina

Parámetros	Frecuencia	Porcentaje	Valido
Si	4	66,7 %	x
Parcialmente	2	33,3 %	
No	0	0,0 %	

Fuente: Encuesta a personal de tripulación

Elaborado por: Zadak Ortiz F.

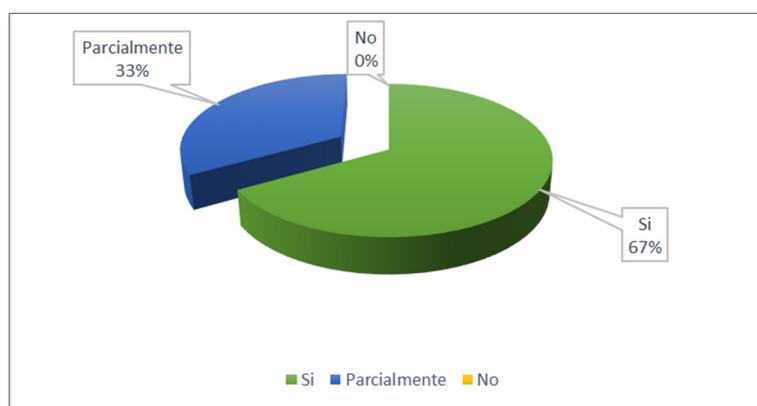


Gráfico 3.3. Leyes que regulan el descargo de la sentina

Fuente: Cuadro 3.3.

Elaborado por: Zadak Ortiz F.

ANÁLISIS

Del 100% del personal de tripulación encuestado de la unidad, el 67% tiene conocimiento de las leyes y reglamentos que regulan el descargo, transporte y manejo de las aguas de sentina lo que indica un nivel de preparación aceptable del personal en el ámbito marítimo legal.

4.- ¿Son achicadas con frecuencia las aguas de sentina del Buque Escuela Maraón?

Cuadro 3.4. Frecuencia de achique del agua de sentina

Parámetros	Frecuencia	Porcentaje	Valido
Si	2	33,3 %	
No	4	66,7 %	x

Fuente: Encuesta a personal de tripulación

Elaborado por: Zadak Ortiz F.

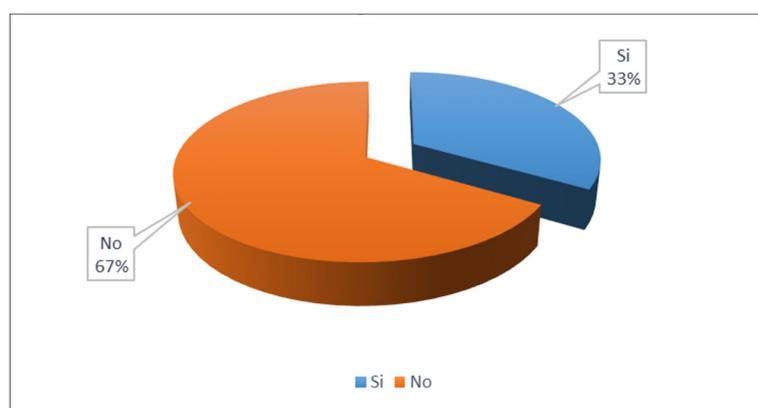


Gráfico 3.4. Frecuencia de achique del agua de sentina

Fuente: Cuadro 3.4.

Elaborado por: Zadak Ortiz F.

ANÁLISIS

Del 100% del personal de tripulación encuestado de la unidad, el 67% asegura que las aguas de sentina no son achicadas frecuentemente mientras que el 33% asegura que este procedimiento si se cumple evidenciando una irregularidad en los desalojos de la sentina.

5.- ¿El procedimiento de achique de la sentina del buque es el adecuado y cumple con las normas respectivas de gestión ambiental?

Cuadro 3.5. Cumplimiento de las normas para el achique

Parámetros	Frecuencia	Porcentaje	Valido
Si	0	0,0 %	
Parcialmente	1	16,7 %	
No	5	83,3 %	X

Fuente: Encuesta a personal de tripulación

Elaborado por: Zadak Ortiz F.

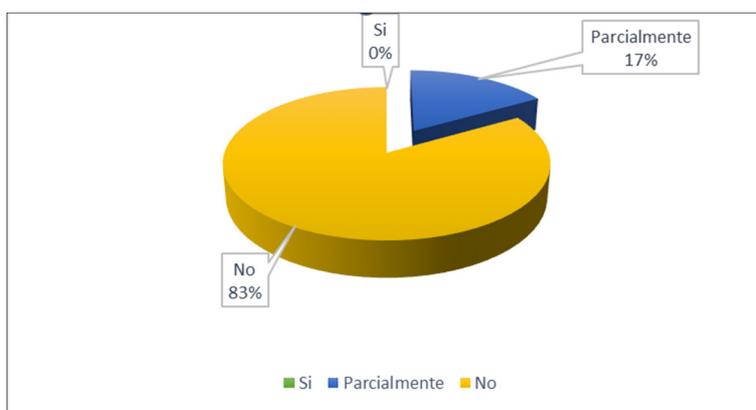


Gráfico 3.5. Cumplimiento de las normas para el achique

Fuente: Cuadro 3.5.

Elaborado por: Zadak Ortiz F.

ANÁLISIS

Del 100% del personal de tripulación encuestado de la unidad, el 83% asegura que el procedimiento que emplean para achicar las aguas de sentina no es el adecuado para cumplir con las normas de gestión ambiental lo que demuestra que la unidad no está en las condiciones operativas reglamentarias para navegar sin contribuir a la polución marina.

6.- ¿Con que frecuencia el material oleoso es descargado de la unidad y enviado a tierra para su respectivo desecho?

Cuadro 3.6. Frecuencia de descargo del material oleoso

Parámetros	Frecuencia	Porcentaje	Valido
Siempre	0	0,0 %	
Usualmente	0	0,0 %	
De vez en cuando	2	33,3 %	
Casi nunca	4	66,7 %	x
Nunca	0	0,0 %	

Fuente: Encuesta a personal de tripulación

Elaborado por: Zadak Ortiz F.

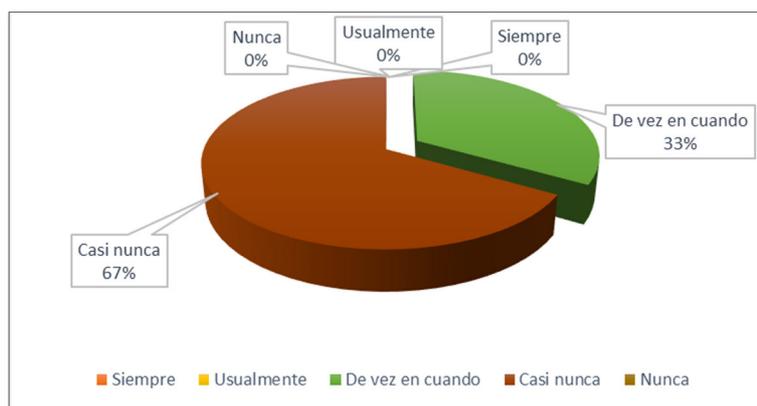


Gráfico 3.6. Frecuencia de descargo del material oleoso

Fuente: Cuadro 3.6.

Elaborado por: Zadak Ortiz F.

ANÁLISIS

Del 100% del personal de tripulación encuestado de la unidad, el 67% asegura que casi nunca descargan el material oleoso de la unidad de manera que este se acumula en la sentina en forma de lodo a medida que se realizan las maniobras para bajar el nivel de agua.

7.- ¿Cree usted que es necesario un sistema de tratamiento de aguas de sentina previo a su ingreso al medio marino?

Cuadro 3.7. Necesidad de un sistema de tratamiento

Parámetros	Frecuencia	Porcentaje	Valido
Si	6	100,0 %	x
Parcialmente	0	0,0 %	
No	0	0,0 %	

Fuente: Encuesta a personal de tripulación

Elaborado por: Zadak Ortiz F.

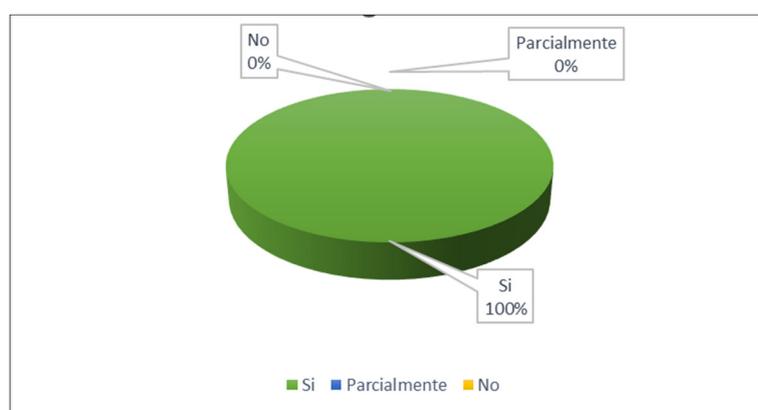


Gráfico 3.7. Necesidad de un sistema de tratamiento

Fuente: Cuadro 3.7.

Elaborado por: Zadak Ortiz F.

ANÁLISIS

El 100% del personal de tripulación encuestado de la unidad está de acuerdo con la necesidad de un sistema de tratamiento del agua de la sentina antes de que esta sea ingresada al mar demostrando que es una necesidad prioritaria contar con un equipo de purificación de sustancias oleosas abordo.

8.- ¿Considera usted que el personal de la unidad maneja de forma responsable el descargo de aguas de sentina haciendo conciencia en su impacto ambiental?

Cuadro 3.8. Nivel de conciencia marítima de la tripulación

Parámetros	Frecuencia	Porcentaje	Valido
Si	4	66,7 %	x
Parcialmente	1	16,7 %	
No	1	16,7 %	

Fuente: Encuesta a personal de tripulación

Elaborado por: Zadak Ortiz F.

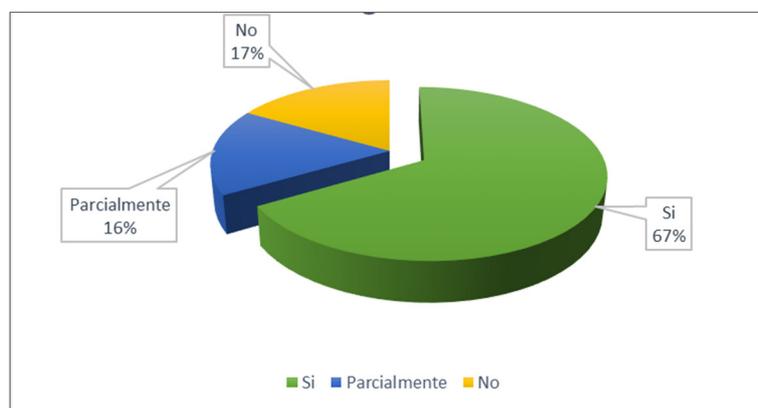


Gráfico 3.8. Nivel de conciencia marítima de la tripulación

Fuente: Cuadro 3.8.

Elaborado por: Zadak Ortiz F.

ANÁLISIS

Del 100% del personal de tripulación encuestado de la unidad, el 67% asegura que el personal que interviene en las maniobras de achique del agua de sentina opera de forma responsable para evitar daños al medio ambiente pero el 33% reconoce que no es así o que se cumple de forma parcial dicha responsabilidad.

9.- ¿Se realiza de manera segura la extracción de los residuos sólidos de la sentina?

Cuadro 3.9. Seguridad de extracción de los sólidos de la sentina

Parámetros	Frecuencia	Porcentaje	Valido
Si	3	50,0 %	x
Parcialmente	2	33,3 %	
No	1	16,7 %	

Fuente: Encuesta a personal de tripulación

Elaborado por: Zadak Ortiz F.

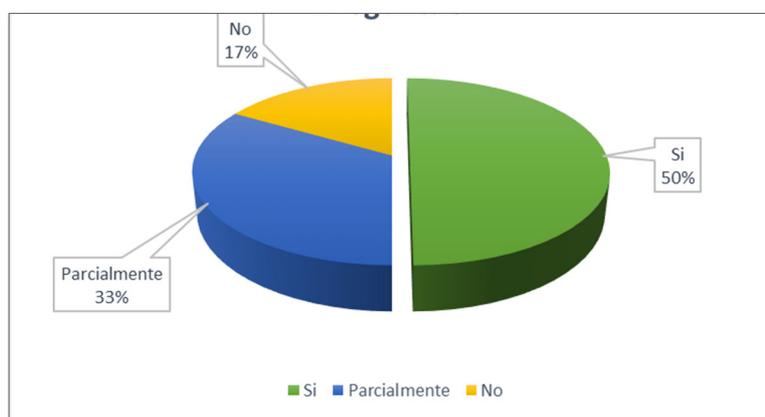


Gráfico 3.9. Seguridad de extracción de los sólidos de la sentina

Fuente: Cuadro 3.9.

Elaborado por: Zadak Ortiz F.

ANÁLISIS

Solo el 50% del personal de tripulación encuestado de la unidad asegura que se extrae de forma segura la parte oleosa de la sentina mientras que el otro 50% indica que no es segura en su totalidad lo que muestra una decadencia en los procedimientos de manejo de la parte toxica del agua de sentina.

10.- ¿Alguna vez la unidad ha tenido accidentes de derrame de aguas contaminadas con material oleoso?

Cuadro 3.10. Accidentes de derrame con aguas de sentina

Parámetros	Frecuencia	Porcentaje	Valido
Si	0	0 %	
No	6	100 %	x

Fuente: Encuesta a personal de tripulación

Elaborado por: Zadak Ortiz F.

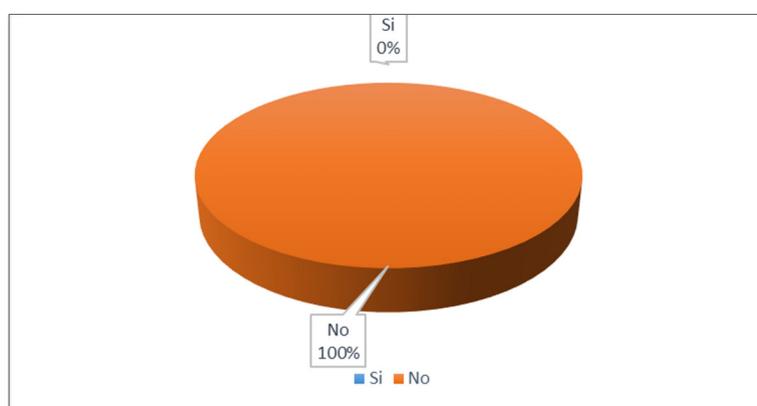


Gráfico 3.10. Accidentes de derrame con aguas de sentina

Fuente: Cuadro 3.10.

Elaborado por: Zadak Ortiz F.

ANÁLISIS

El 100% personal de tripulación encuestado asegura que la unidad no ha tenido percances mayores en cuanto a derrames accidentales de aguas contaminadas con aceites por lo que la unidad no cuenta con antecedentes de contaminación por accidentes o negligencia.

11.- ¿Sabía usted que la unidad podría ser sancionada legalmente al contaminar el medio marino con los residuos tóxicos de la sentina?

Cuadro 3.11. Conocimiento del personal de sanciones legales

Parámetros	Frecuencia	Porcentaje	Valido
Si	4	66,7 %	x
No	2	33,3 %	

Fuente: Encuesta a personal de tripulación

Elaborado por: Zadak Ortiz F.

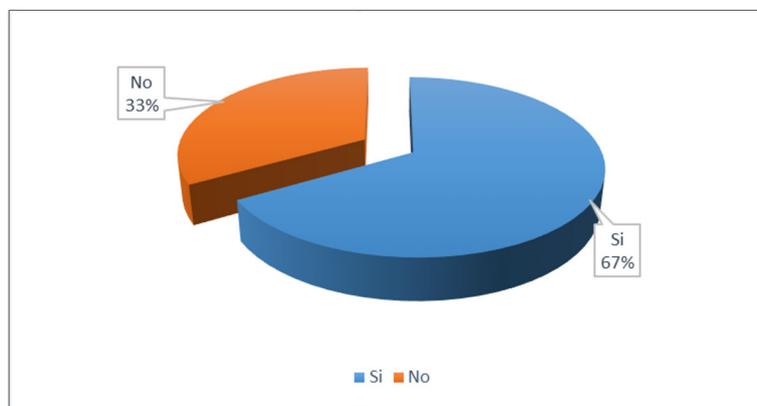


Gráfico 3.11. Conocimiento del personal de sanciones legales

Fuente: Cuadro 3.11.

Elaborado por: Zadak Ortiz F.

ANÁLISIS

El 67% del personal de tripulación encuestado tiene conocimiento que la unidad podría enfrentar sanciones legales al verter en el medio marino aguas contaminadas con material oleoso pero el 33% por su desconocimiento enfrentaba la posibilidad de problemas legales.

12.- ¿Está de acuerdo usted con la implementación de un separador de aceite en la unidad?

Cuadro 3.12. Implementación del separador de aceite

Parámetros	Frecuencia	Porcentaje	Valido
Si	5	83,3 %	x
Parcialmente	1	16,7 %	
No	0	0,0 %	

Fuente: Encuesta a personal de tripulación

Elaborado por: Zadak Ortiz F.

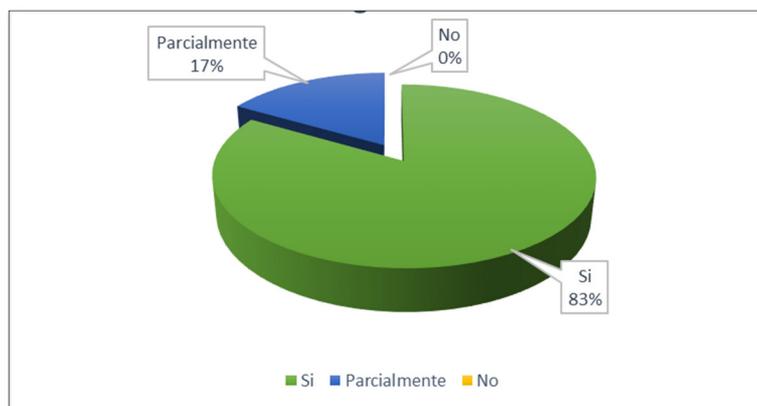


Gráfico 3.12. Implementación del separador de aceite

Fuente: Cuadro 3.12.

Elaborado por: Zadak Ortiz F.

ANÁLISIS

Del 100% del personal de tripulación encuestado de la unidad, el 83% está de acuerdo con la implementación de un separador de aceite para poder tratar el agua de sentina y esta sea ingresada al mar sin causar daños a la vida acuática.

3.5.2. ENTREVISTA PERSONAL

Entrevista realizada al Msc. Eder Torres, experto de la Superintendencia de La Libertad y docente de la Escuela Superior Naval

1.- Ya que Salinas es un balneario muy importante para el país tanto por la industria de turismo, su aporte a la economía ecuatoriana y su gran biodiversidad, ¿Qué consideraciones o equipos cree usted que debe tener el Buque Escuela Marañón para el descargo de aguas de sentina?

Msc. Torres: *Debe tener dispersantes orgánicos ecológicos, paños absorbentes y aserrín como medidas preventivas en caso de un derrame sobre cubierta.*

2.- ¿Cree usted que la implementación de un separador de aceite en la unidad sería la única solución para evitar la contaminación que produce la unidad o hay alguna otra alternativa?

Msc. Torres: *Si existe otra solución pero no es muy técnica, que es descargar los fluidos a tierra o en su defecto destinar un compartimento para la acumulación de los residuos oleosos y cuando ya se llegue a puerto se desaloje a tierra o se realice trasvasije a otra unidad destinada para el efecto.*

3.- ¿Qué características debería tener un separador de aceite en la unidad para que cumpla con un óptimo funcionamiento?

Msc. Torres: *Debe tener un gran volumen de purificación en poco tiempo, la descarga debe tener hasta 15 ppm de aceite en agua, el sistema debe ser lo más compacto posible para que no ocupe mucho espacio abordo y de menor peso posible para que no aumente mucho el desplazamiento.*

4.- ¿Es recomendable que las aguas de sentinas ya tratadas sean achicadas directamente al mar o se almacenen en la unidad para posteriormente ser descargadas en tierra aun cuando estas alcancen un nivel de 0 a 5 ppm de aceite en agua?

Msc. Torres: *Botar al mar para que no se incremente el costo logístico porque a mayor desplazamiento mayor consumo de combustible.*

5.- ¿Cuál es el rol principal que cumple la superintendencia de La Libertad en casos de derrame?

Msc. Torres: *Prevenir y combatir la contaminación, la razón de ser de la superintendencia es el controlar y evitar los derrames.*

3.5.3. INFORME DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO

Las siguientes pruebas de laboratorio de agua de sentina y del agua marina entorno a la unidad corresponden a un análisis hecho en el año 2013 por el ALFG-ARM. Franks David Santos Guerrero en las instalaciones del INOCAR siendo estos parámetros muy similares a los de la actualidad debido a que la unidad últimamente no ha estado realizando navegaciones de instrucción de forma regular.

Cuadro 3.1. Concentración de HDD de las muestras

TIPO DE MUESTRA	CONCENTRACIÓN DE HDD (UG/L)
Muestra de mar 1	15,78
Muestra de mar 2	19,37
Muestra de agua de sentina	494,23

Fuente: INOCAR

Elaborado por: ALFG-ARM. Franks Santos G.

Cuadro 3.2. Concentración letal de las muestras

LUGAR DE LA MUESTRA	TIPO DE MUESTRA	ASPECTO FISICO	CONCENTRACIÓN LETAL (CL-50 PPM)
Rada de Salinas	Agua de mar	Sin olor y transparente	43,32
B.E Marañón	Agua de sentina	Color amarillo con olor a residuo de hidrocarburo	65.70

Fuente: INOCAR

Elaborado por: ALFG-ARM. Franks Santos G.

ANÁLISIS

Las regulaciones internacionales establecen un nivel máximo de concentración de HDD de 10 UG/L pero en los informes de laboratorio del 2013 demuestran que ese índice está muy por arriba de lo permitido. No se realizaron nuevos análisis de laboratorio de muestras de agua de sentina y de agua de mar entorno a la unidad debido a que ya se ha demostrado en investigaciones anteriores que la unidad si aporta a la contaminación marítima, siendo el objetivo de esta investigación, plantear la solución más conveniente que cumpla con los requisitos legales y se acople a las características de la unidad.

3.5.4. FUENTE DE INGRESO DE LÍQUIDO A LA SENTINA

La sentina acumula todo los líquidos que resultan de la operación normal de la maquina principal, del mantenimiento de los equipos, de los trabajos en la sala de máquinas y hasta de la limpieza y baldeo de la planchada, el circuito de refrigeración de agua salada para intercambiar calor con el agua dulce de la maquina principal y así refrigerar a la misma aporta con líquido a razón de 2 L/min es decir casi ½ galón siendo esta la variable del caudal de ingreso de agua a la sentina a considerar, este caudal fue medido por medio de un envase de lubricante cortado a la mitad para poder hacer uso de su medidor de nivel que está incorporado de fábrica.



Figura 3.3 Fuga de agua hacia la sentina
Fuente: Zadak Ortiz F.

En una navegación de instrucción para guardiamarinas a la Isla de la Plata en la Provincia de Manabí y su retorno a la rada de salinas se recorre aproximadamente 158,5 Mn a una velocidad de 10 Nudos, lo que significa que en un tiempo de 951 minutos de navegación para completar esa distancia ya habrán ingresado 1.902 litros de agua a la sentina.

Este volumen de ingreso corresponde al 12% de la capacidad de la sentina en una sola navegación, si se considera a dos navegaciones de instrucción por semana al cabo de un mes la sentina estaría al 96% de su capacidad total es decir se tendría un buque con 15.216 litros de agua contaminada con aceite en su sentía sin tratar.



Figura 3.4 Sentina vacía antes de navegar
Fuente: Zadak Ortiz F.

Cuadro 3.3. Relación del volumen de la sentina por millas navegadas

MILLAS NAVEGADAS A 10 NUDOS	VOLUMEN DE INGRESO	TIEMPO	CAPACIDAD DE LA SENTINA
25 MN	300 litros	2:30 Horas	1,89 %
50 MN	600 litros	5 Horas	3,79 %
75 MN	900 litros	7:30 Horas	5,68 %
100 MN	1.200 litros	10 Horas	7,58 %
125 MN	1.500 litros	12:30 Horas	9,47 %
158,5 MN (1 Día)	1.902 litros	15:51 Horas	12 %
2 Días a la Semana	3.804 litros	31:42 Horas	24 %
4 Semanas	15.216 litros	126:48 Horas	96 %

Fuente y elaborado por: Zadak Ortiz F.

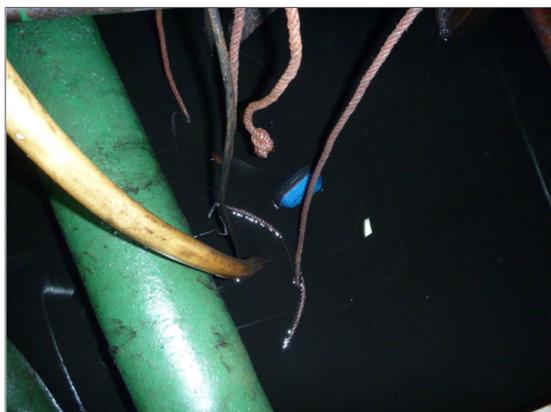


Figura 3.5 Sentina llena después de navegar
Fuente: Zadak Ortiz F.

CAPITULO IV

PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN SEPARADOR DE AGUAS OLEOSAS PARA EL BUQUE ESCUELA MARAÑÓN

4.1. JUSTIFICACIÓN

El gran caudal de ingreso de líquido a la sentina y los métodos improvisados del personal de la unidad por achicar ese volumen de agua contaminada con residuos oleosos en cada navegación de instrucción que realiza el Buque Escuela Marañón hace que sea necesario la implementación de un separador de agua-aceite que cumpla con ambas exigencias que demanda el BESMAR, descargando así sus aguas contaminadas con aceite luego de un proceso de descontaminación, evitando así afectar a una gran variedad de especies marinas que pertenecen al sector y manteniendo su vasto ecosistema marino característico de La Península sano y productivo.

4.2. OBJETIVO

Esta propuesta tiene como objetivo fundamental que la Escuela Superior Naval cuente con una unidad amigable al medio ambiente al centrar todos los esfuerzos del B.E Marañón por no contaminar la rada de Salinas en un solo punto que es el tratamiento de sus aguas de sentina previo a su desalojo al medio marino, además de eso la unidad cumplirá con todos los requisitos estipulados para las zonas marinas especialmente sensibles a fin de no restringir su libre tránsito en navegaciones de instrucción de guardiamarinas.

4.3. DESARROLLO DE LOS ASPECTOS TÉCNICOS OPERATIVOS RELACIONADOS CON LA PROPUESTA

METODOS DE SEPARACIÓN CENTRIFUGA

En la actualidad la separación centrífuga es el método más común y flexible para la eliminación continua de aceite y otros contaminantes en suspensión

en el agua de sentina reduciendo así el contenido de aceite a niveles que exigen las regulaciones internacionales para su descargo en el medio marino evitando fuertes multas.

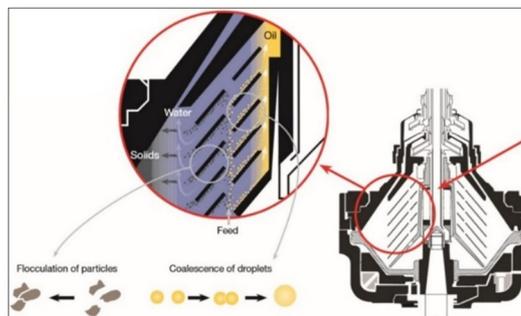


Figura 4.1. Método centrífugo
Fuente: Alfa Laval Corporate AB

Un separador centrífugo somete a una alta velocidad el líquido oleoso donde el aceite y las emulsiones son desprendidas del agua a 8.000 rpm y con una fuerza gravitacional de 6.000 T según las características del equipo, luego los residuos sólidos se descargan y dirigen a un tanque de lodo que lo recopila continuamente. Las siguientes opciones de centrifugas son las más pertinentes en base a las necesidades de la unidad:

CENTRÍFUGA MAPX-309 DE ALFA LAVAL



Figura 4.3. Centrífuga Mapx-307
Fuente: Alfa Laval Corporate AB

Cuadro 4.1. Características técnicas de la centrifuga MAPX-309

DATOS TÉCNICOS	
Suministro de tensión trifásica	380V a 440V
Frecuencia	50/60 Hz
Consumo de energía	7,5 kW
Altura	0,85 m
Ancho	0,90 m
Longitud	0,50 m
R.P.M	5000 rpm
Ppm	5 ppm
Flujo de tratamiento	900 L/h
Peso	920 kg
Precio	12.000 USD

Fuente: Alfa Laval Corporate AB

Elaborado por: Zadak Ortiz F.

CENTRÍFUGA GEA DE WESTFALIA CORPORATE



Figura 4.3. Centrifuga Gea
Fuente: Westfalia Corporate

Cuadro 4.2. Características técnicas de la centrifuga Gea

DATOS TÉCNICOS	
Suministro de tensión trifásica	380V a 440V
Frecuencia	50/60 Hz
Consumo de energía	8 kW
R.P.M	8000 rpm
Ppm	0 a 5 ppm
Flujo de tratamiento	2000 L/h
Peso	1000 kg
Precio	21.500 USD

Fuente: Westfalia Corporate

Elaborado por: Zadak Ortiz F.

CENTRÍFUGA TUBULAR GF105 DE STARK INDUSTRY



Figura 4.4. Centrífuga GF105
Fuente: Stark Industry

Cuadro 4.3. Características técnicas de la centrifuga GF 105

DATOS TÉCNICOS

Suministro de tensión trifásica	380V
Frecuencia	50 Hz
Consumo de energía	3 kW
Altura	1,62 m
Ancho	0,76 m
Longitud	1,10 m
R.P.M	10000 rpm
Ppm	0 a 5 ppm
Flujo de tratamiento	1200 L/h
Peso	450 kg
Precio	17.000 USD

Fuente: Stark Industry

Elaborado por: Zadak Ortiz F.

MÉTODOS DE SEPARACIÓN COALESCENTE

De igual forma existen otros métodos y equipos de separación de agua y aceite como por ejemplo el método de separación coalescente que funciona con una cavidad porosa para retener las partículas dependiendo de su nivel de micraje que estas posean, estos equipos son más económicos y pesan menos que una centrifuga, logran la misma eficiencia en partes por millón pero su caudal de tratamiento es menor y requieren que su filtro sea cambiado cada cierto tiempo de uso.

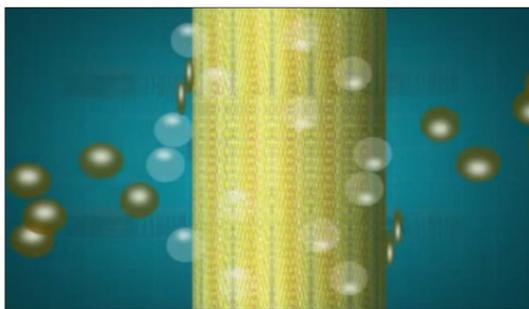


Figura 4.5. Método Coalescente
Fuente: PECOFacet Company

SEPARADOR RWO SKIT/S-DEB DE VEOLIA WATER



Figura 4.6. Separador RWO
Fuente: Veolia Water

Cuadro 4.4. Características técnicas del separador RWO

DATOS TÉCNICOS	
Suministro de tensión trifásica	220V
Consumo de energía	5 Kw
Altura	1,80 m
Ancho	1,15 m
Longitud	0,76 m
Ppm	5 ppm
Flujo de tratamiento	700 L/h
Peso	583 kg
Precio	15.000 USD

Fuente: Veolia Water

Elaborado por: Zadak Ortiz F.

SEPARADOR MESB-VT DE MAHLE INDUSTRIE FILTRATION



Figura 4.7. Separador MESB-VT
Fuente: Mahle Industrie Filtration

Cuadro 4.5. Características técnicas del separador MESB-VT

DATOS TÉCNICOS

Suministro de tensión trifásica	220V
Consumo de energía	4.5 Kw
Altura	1,35 m
Ancho	0,55 m
Longitud	1,26 m
Ppm	5 ppm
Flujo de tratamiento	500 L/h
Peso	370 kg
Precio	11.500 USD

Fuente: Mahle Industrie Filtration

Elaborado por: Zadak Ortiz F.

SEPARADOR CPS B MKIII DE PECOFACET COMPANY



Figura 4.8. Separador CPS B MKIII
Fuente: PECOFacet Company

Cuadro 4.6. Características técnicas del separador CPS B MKIII

DATOS TÉCNICOS	
Suministro de tensión trifásica	220 v a 440 v
Consumo de energía	3 Kw
Altura	1,03 m
Ancho	0,76 m
Longitud	0,87 m
Ppm	5 ppm
Flujo de tratamiento	500 L/h
Peso	225 kg
Precio	8.500 USD

Fuente: PECOFacet Company

Elaborado por: Zadak Ortiz F.

CUADRO COMPARATIVO DE SEPARADORES

Cuadro 4.7. Características técnicas de las posibles opciones

DATOS TÉCNICOS	MAPX-309	GEA	GF 105	RWO	MESB-VT	<u>MKIII</u>
Tensión	380 V	380 V	380 V	220 V	220 V	<u>220 V</u>
Consumo	7,5 kW	8 kW	3 kW	5 kW	4.5 kW	<u>3 kW</u>
Altura	0,85 m	-	1,62 m	1,80 m	1.35 m	<u>1,03 m</u>
Ancho	0,90 m	-	0,76 m	1,15 m	0,55 m	<u>0,76 m</u>
Longitud	0,50 m	-	1,10 m	0,76 m	1,26 m	<u>0,87 m</u>
Flujo	900L/h	2000L/h	1200 L/h	700 L/h	500 L/h	<u>500 L/h</u>
Peso	920 kg	1000 kg	450 kg	583 kg	370 kg	<u>225 kg</u>
Precio USD	12.000	21.000	17.000	15.000	11.500	<u>8.500</u>

Fuente y elaborado por: Zadak Ortiz F.

ANÁLISIS

De acuerdo a las características técnicas de cada equipo y a la demanda de carga líquida de sentina que tiene la unidad se analiza cual es el separador conveniente que supla las necesidades que actualmente están presentes, los parámetros no acordes a lo requerido se marcan de rojo ya que no cumplen con los parámetros que se pide:

- Las centrifugas MAPX-309 y GEA tienen un consumo de energía muy

elevado teniendo en cuenta que el generador a bordo de la unidad también tiene demandas de energía de otros equipos además su peso es muy excesivo por lo que podría afectar la estabilidad del buque, el separador GEA tiene un alto costo y un caudal de tratamiento elevado lo que es innecesario.

- Los separadores GF 105, RWO y MESB-VT tienen dimensiones no acordes a las requeridas teniendo en cuenta que se intenta mantener el ahorro de espacio en la sala de máquina, estos equipos si cumplen con las características técnicas requeridas pero no encajan en el calzo ya predestinado para el equipo separador.

Se puede concluir que el equipo separador CPS B MKIII de PECOFacet Company es el más conveniente por su bajo consumo de carga eléctrica, sus dimensiones no comprometen el espacio en la sala de máquinas, su peso no afecta a la estabilidad del buque, tiene un caudal de tratamiento de $0,5 \text{ m}^3/\text{h}$ acorde al flujo de ingreso de agua a la sentina por lo que los 2 m^3 por cada navegación de instrucción podría ser tratado y achicado por la borda en menos de 4 horas.

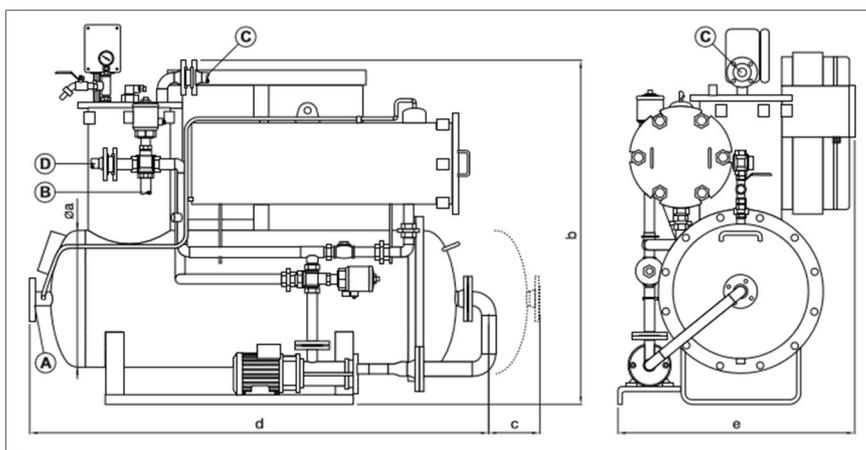


Figura 4.9. Dimensiones del Separador CPS B MKIII
Fuente: PECOFacet Company

El peso neto del módulo central es de 225 kg y sus dimensiones físicas de 874 mm de largo, 1031 mm de alto y 763 mm de ancho son aptas para poder implementar el sistema en la sala de máquinas de la unidad sin ninguna restricción por límite de espacio.

Equipo hecho para una nueva generación de buques especialmente para unidades militares que necesitan abordo ahorro de espacio y eficiencia en la operatividad de sus sistemas ya que el diseño de la membrana M-Pak reduce el nivel de contaminantes en el agua de sentina a 5 partes por millón (ppm) de aceite en agua, cumpliendo así con los parámetros establecidos por la OMI de un máximo de 15 partes por millón (ppm) antes de su descargo en el mar contribuyendo a la preservación del medio marino-costero.

El sistema funciona a velocidades de flujo de 500 litros por hora manejando así los volúmenes de agua proporcional al caudal de ingreso de líquido a la sentina, sus membranas de filtración logran una alta eficacia en romper la emulsión química y mecánica de los líquidos difíciles. El diseño del equipo es compacto y adaptable al espacio disponible a bordo, muy ligero y de fácil mantenimiento. La funcionalidad es muy sencilla y totalmente automática, con todas sus funciones controladas a través de un controlador lógico programable o PLC, y a su vez la construcción, parámetros y función del sistema cumplen con la Resolución de Protección del Medio Marino, el Comité MEPC.107 (49).

4.3.1. UBICACIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO

El sistema propuesto de tratamiento de aguas de sentina podría reemplazar al generador Kohler en la sala de máquinas debido a que este equipo se encuentra fuera de servicio actualmente y ya está considerada su desinstalación.



Figura 4.10. Generador Kohler
Fuente: Zadak Ortiz F.

Las dimensiones físicas del generador son de 863 mm de largo, 617 mm de alto y 520 mm de ancho, las cuales son similares a las del equipo de tratamiento propuesto, por lo que su instalación no compromete el espacio en la sala de máquinas.

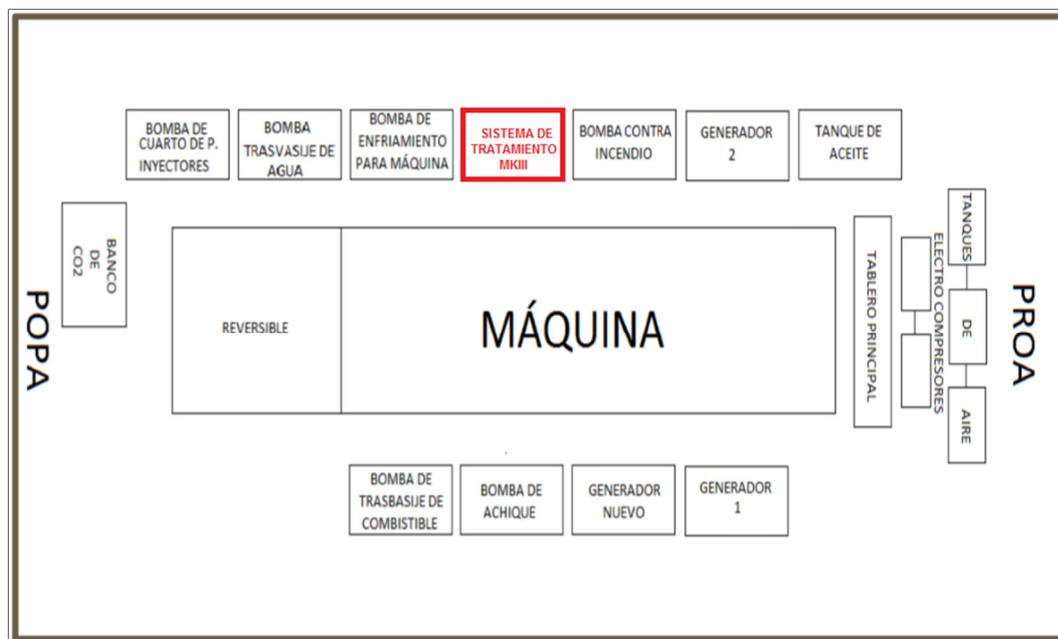


Figura 4.11. Diagrama de la ubicación del sistema de tratamiento
Fuente: Guía básica de referencia del B.A.E. Marañón

El sistema puede ser alimentado por el generador Caterpillar que suministra poderes de 220 v lo necesario para su funcionamiento además el generador tiene una potencia de 158 Hp equivalente a 117,8 Kw pudiendo así suplir la demanda de consumo de 3 Kw del sistema de tratamiento.



Figura 4.12. Calzo del Generador Kohler
Fuente: Zadak Ortiz F.

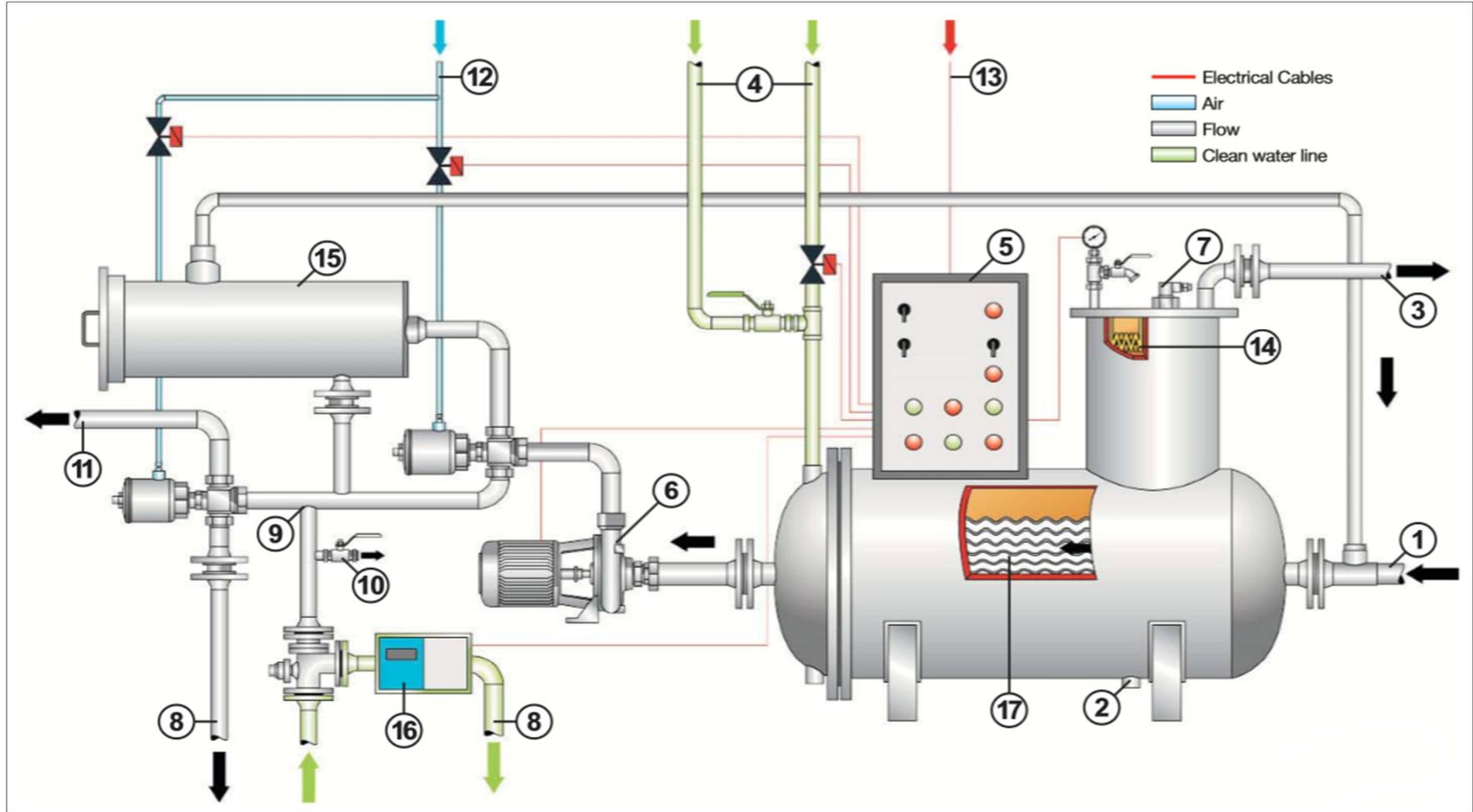


Figura 4.13. Diagrama de operación del sistema de tratamiento
Fuente: Hoja de datos técnicos del Separador CPS B MKIII

4.3.2. COMPONENTES DEL SEPARADOR CPS B MKIII

Cuadro 4.8. Componentes del separador CPS B MKIII

ITEM	COMPONENTE
1	Ingreso de agua de la sentina
2	Drenaje
3	Salida de aceite
4	Ingreso de agua limpia
5	Panel de control
6	Bomba
7	Control de nivel
8	Línea de retorno
9	Sonda de muestra
10	Punto de muestra
11	Línea de salida de agua de la borda
12	Línea de aire
13	Línea eléctrica
14	Calentador
15	Modulo del separador EBM 14x
16	Sensor y alarma de ppm
17	PECOFacet Mpak

Fuente: PECOFacet Company

Elaborado por: Zadak Ortiz F.

4.3.2.1. Placas coalescentes de cerámica MPak

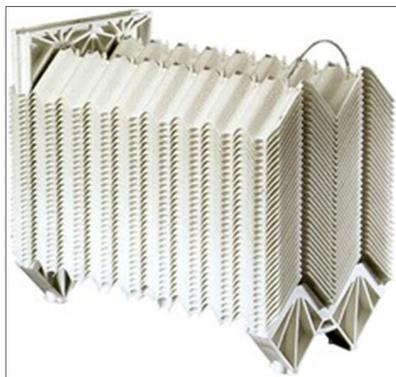


Figura 4.14. Placa coalescente de cerámica MPak

Fuente: Hoja de datos técnicos de MPak

Diseñados para separar el aceite y los sólidos del agua usando las diferencias en sus gravedades específicas, tienen un moldeado integral que asegura una separación controlada con precisión. Las placas se pueden montar en paquetes que se mantienen de forma segura entre sí por moldeado de polipropileno. Tiene una temperatura de funcionamiento 40 ° F a 208 ° F (4 ° C a 98 ° C) y un intervalo de pH de 2 a 12.

4.3.3. FUNCIONAMIENTO DEL CIRCUITO DE TRATAMIENTO

1.- Para un rendimiento óptimo se recomienda un tanque de sedimentación de dos etapas donde se almacene los desechos de los pozos de sentina, de los desagües y de las fugas de otros sistemas.

2.- Una bomba con control de velocidad variable transfiere el líquido al módulo central.

3.- Un colador atrapa grandes partículas del fluido, la membrana M-Pak mediante la diferencia de gravedad específica desprende las partículas de la emulsión de aceite y son enviadas a un tanque de lodos para su descargo manual en tierra.

4.- En caso de que la emulsión aun siga siendo consistente, una válvula dirige el fluido al módulo separador EBM 14X para un posterior tratamiento y recirculación al sistema.

5.- Un sensor de aceite en agua mide la cantidad de partículas aceitosas en el agua ya tratada y compara estas medidas con las preestablecidas en el controlador del sistema.

6.- Las válvulas de conmutación de tres vías dirigen el agua tratada a la bomba de descarga por la borda si contiene entre 0 y 15 ppm de aceite en agua caso contrario el agua es enviada nuevamente a la sentina.

4.3.4. VENTAJAS DEL SEPARADOR MKIII

- Ausencia de piezas móviles o partes desmontables, su control de nivel es fijo no tiene flotador.
- Cumple con la resolución MEPC.107 (49), de la Organización Marítima Internacional (OMI).

- Compacto y modular, fácil de instalar, ahorra tiempo, espacio y dinero.
- Reducción de los costes operativos gracias a un bajo mantenimiento.
- El sistema es totalmente autónomo y se controla mediante un PLC.
- No usa productos químicos para el tratamiento del agua oleosa ni para su limpieza.
- Funciona continuamente con un alto rendimiento, independientemente de las variaciones en suministro de agua de sentina y las condiciones meteorológicas difíciles.
- Fácil de operar, el sistema de monitoreo y control automatizado sincroniza todo el proceso. Acceso para auto limpieza caliente de la membrana de cerámica simple y fácil de usar.

4.3.5. COSTO DE ADQUISICIÓN DEL SEPARADOR

PECOFacet Company cuenta con diversos proveedores autorizados a nivel mundial, su matriz principal está ubicada en Estados Unidos pero la sucursal más cercana se encuentra en Brasil, el sistema de tratamiento tiene un costo de USD 8.500 sin incluir los costos de envío, los números de contacto con la oficina central, oficina de ventas y centro de distribución en Porto Alegre son: 55 51 3085-6400 y Fax: 55 51 3085-6450, E-mail: Brazil@pecofacet.com.

CONCLUSIONES

- Los procedimientos de achique de sentina que realiza el Buque Escuela Marañón no son los reglamentarios ni cumplen con las normas de cuidado ambiental para el descargo del agua de aguas oleosas.
- Las leyes y protocolos de protección marítima que aplican para la unidad por sus características técnicas, están siendo incumplidas por parte del personal abordo por desconocimiento de las mismas.
- El poco interés y preocupación del personal de tripulación referente al manejo del agua de sentina abordo se debe a la falta de información de las propiedades físicas, químicas de los componentes que la conforman y del grado de toxicidad que esta sustancia representa al medio marino.

RECOMENDACIONES

- Adquirir e implementar el separador de aguas oleosas propuesto ya que ayudará a desalojar toda el agua que se acumula en la sentina sin causar daños ambientales a la rada de salinas.
- Instruir a todo el personal de la unidad en las restricciones que establecen las leyes, convenios y protocolos nacionales e internacionales de cuidado medio ambiental a los cuales se encuentra suscrito el Ecuador.
- Proveer al personal de tripulación la información necesaria de las propiedades e índice de toxicidad de los componentes del agua de sentina y de los perjuicios que estos causan al ecosistema marino y a las personas que se encuentren en la costa.

BIBLIOGRAFÍA

- Alcivar A., O. W. (2013). *Guia Basica de Referencia B.A.E "Marañón"*. Salinas: Escuela Superior Naval.
- Alfa Laval Corporate AB. (s.f.). *Información Técnica del Sistema de Tratamiento Pure-Bilge*. Obtenido de <http://www.alfalaval.com/solution-finder/products/purebilge>
- Comité de protección del medio marino. (s.f.). *Resolución MEPC.159(55)*. Obtenido de [http://www.amp.gob.pa/newsite/spanish/mercante/cc/mepc/MEPC.159\(55\).pdf](http://www.amp.gob.pa/newsite/spanish/mercante/cc/mepc/MEPC.159(55).pdf)
- Consejo Supremo de Gobierno. (s.f.). *Consortio para el derecho Socio-Ambiental*. Obtenido de <http://www.derecho-ambiental.org/Derecho/Legislacion/Ley-Prevencion-Control-Contaminacion-Ambiental.html>
- Cumelles, L. (2012). *Automatización del sistema de achique y separación de sentinas de un buque Ro-Pax*.
- Dirección Nacional de Espacios Acuáticos. (s.f.). *Resolución de la DIRNEA sobre anexo IV de MARPOL*.
- DVZ-SERVICES GmbH. (s.f.). *Aker Ingeniería, S.L.* Obtenido de <http://www.akeringenieria.com/productos/separadores-de-sentina>
- Gobierno del Cantón Salinas. (s.f.). *Salinas Ecuador : Turismo y Eje económico*. Obtenido de <http://www.salinasecuador.com/salinas/ee-turismo.htm>

- Gobierno Nacional del Ecuador. (s.f.). *Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: Recurso agua*. Obtenido de http://www.efficacitas.com/efficacitas_es/assets/Anexo%201.pdf
- Kohler Power Systems CO. (2006). *Model 10EOZD*. Wisconsin.
- Melina Nisenbaum, S. E. (s.f.). *Tratamiento de Aguas de Sentina Contaminadas con Hidrocarburos Provenientes de Buques*. Obtenido de <http://www.mdp.edu.ar/index.php>
- Municipio de Salinas. (s.f.). *Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Salinas*. Obtenido de <http://www.salinas.gob.ec/index.php/salinas/demog>
- Organización Marítima Internacional. (s.f.). *Convenio Internacional Para Prevenir la Contaminación por Lo Buques*.
- Oxiquim. (2009). *Hoja de datos de seguridad de productos*.
- PECOFacet Company. (2009). *Manual Técnico del CPS B MKIII*. Obtenido de <http://www.pecofacet.com/Products/Oil-Water-Separators/Model-CPS-B-MKIII-EMB-14x>
- Puerto de Almería. (s.f.). *Plan de Contingencias por Contaminación Marina Accidental*.
- Wind Rose Network. (s.f.). *La industria del crucero - Cuestiones medioambientales contaminantes*. Obtenido de <http://www.windrosenetwork.com/La-Industria-del-Crucero-Cuestiones-Medioambientales-Contaminantes>

7.- ¿Cree usted que es necesario un sistema de tratamiento de aguas de sentina previo a su ingreso al medio marino?

SI PARCIALMENTE NO

8.- ¿Considera usted que el personal de la unidad maneja de forma responsable el descargo de aguas de sentina haciendo conciencia en su impacto ambiental?

SI PARCIALMENTE NO

9.- ¿Se realiza de manera segura la extracción de los residuos sólidos de la sentina?

SI PARCIALMENTE NO

10.- ¿Alguna vez la unidad ha tenido accidentes de derrame de aguas contaminadas con material oleoso?

SI NO

11.- ¿Sabía usted que la unidad podría ser sancionada legalmente al contaminar el medio marino con los residuos tóxicos de la sentina?

SI NO

12.- ¿Está de acuerdo usted con la implementación de un separador de aceite en la unidad?

SI PARCIALMENTE NO

ANEXO B: Entrevista



Entrevista realizada al Msc. Eder Torres, experto de la Superintendencia de La Libertad

1.- Ya que Salinas es un balneario muy importante para el país tanto por la industria de turismo, su aporte a la economía ecuatoriana y su gran biodiversidad, ¿Que consideraciones especiales cree usted que debe tener con el descargo de aguas de sentina el Buque Escuela Marañón?

2.- ¿Cree usted que la implementación de un separador de aceite en la unidad sería la única solución para evitar la contaminación que produce la unidad o hay alguna otra alternativa?

3.- ¿Qué características debería tener un separador de aceite en la unidad para que cumpla con un óptimo funcionamiento?

4.- ¿Es recomendable que las aguas de sentinas ya tratadas sean achicadas directamente al mar o se almacenen en la unidad para posteriormente ser descargadas en tierra aun cuando estas alcancen un nivel de 5ppm de aceite en agua?

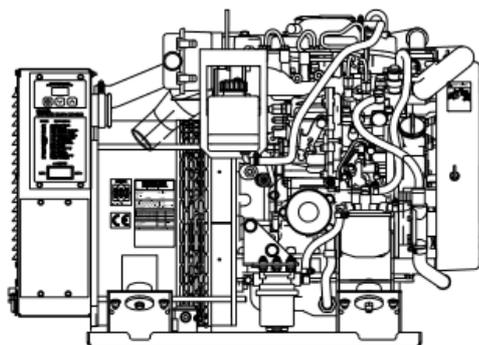
ANEXO C: Hoja de características del generador KOHLER

Model: 10EOZD 60 Hz
9EFOZD 50 Hz

KOHLER POWER SYSTEMS

1-Phase Diesel

ISO 9001
NATIONALLY REGISTERED



Generator Weights and Dimensions

	Without Sound Shield	With Sound Shield
Weight, kg (lb.)		
Wet	263 (580)	310 (684)
Dry	259 (570)	306 (674)
Length, mm (in.)	850 (33.47)	934 (36.75)
Width, mm (in.)	520 (20.47)	578 (22.75)
Height, mm (in.)	617 (24.30)	664 (26.15)

Generator Ratings

Model Series	Voltage	Hz	25°C (77°F)		Ph
			Amps	kW/kVA	
10EOZD	120	60	83.3	10/10	1
	120/240	60	83.3/41.7	10/10	1
	115/230	50	78.3/39.1	9/9	1
9EFOZD	230	50	39.1	9/9	1
	240	50	37.5	9/9	1

Marine Generator Set

Engine Features

- Diesel fueled
- Three cylinder
- Four cycle
- Closed cooling system
- Heat exchanger
- Electric fuel lift pump
- Lifting eyes

Generator Features

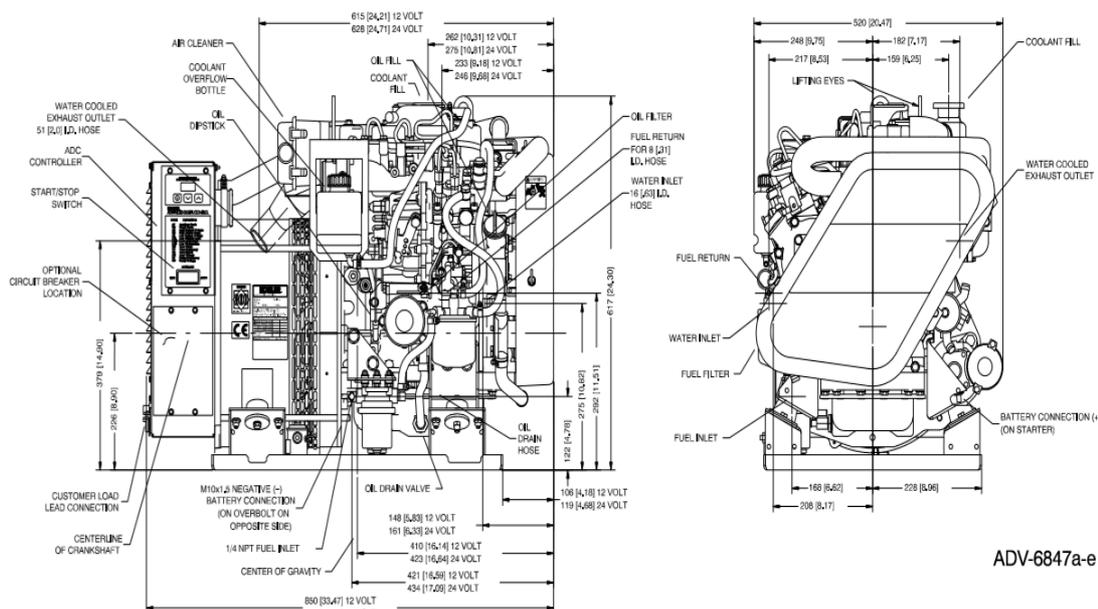
- Remote start 12-pin connector
- Class H insulation
- Multivoltage adjustability
- 60/50 Hz capability
- Voltage regulation of $\pm 1.5\%$
- Radio suppression

ADC 2100 Advanced Digital Control Features

- Designed for today's most sophisticated electronics
- Easy to read alpha-numeric display
- Compact, integrally mounted control
- Potted boards/sealed connectors for maximum corrosion protection
- SAE J-1939 CANbus output
- Remote monitoring of up to 13 fault conditions
- Membrane keypad for configuration and adjustment
- Programmed crank cycle

Optional Accessories

- Sound shield
- Remote digital gauge
- Siphon break
- Circuit breakers



ADV-6847a-e

ANEXO D: Composición del agua de sentina

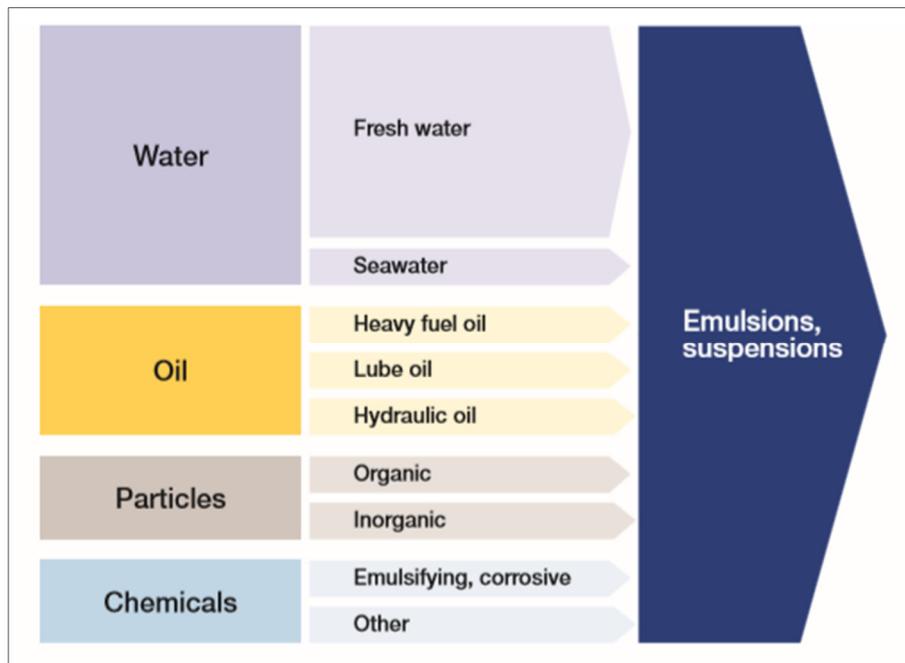


Figura 4.14. Composición del agua de sentina
Fuente: Manual de información del sistema Pure-Bilge
Elaborado por: Alfa Laval Corporate AB