

ESCUELA NACIONAL DE MARINA MERCANTE

ALMIRANTE MIGUEL GRAU

PROGRAMA ACADÉMICO DE MARINA MERCANTE

ESPECIALIDAD DE MÁQUINAS



**NIVEL DE CONOCIMIENTO DE LAS FALLAS DEL SISTEMA OWS
POR CONTAMINANTES PRESENTES EN LAS AGUAS DE
SENTINAS EN OFICIALES EGRESADOS DE LA ESPECIALIDAD DE
MÁQUINAS DE LA ENAMM, 2020**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE OFICIAL DE MARINA
MERCANTE MENCION EN MÁQUINAS**

PRESENTADA POR:

**SEBAN NAVARRO JULIO JOEL
TORIBIO CORTEZ VICTOR ANDERSON**

CALLAO, PERÚ

2020

NIVEL DE CONOCIMIENTO DE LAS FALLAS DEL SISTEMA OWS
POR CONTAMINANTES PRESENTES EN LAS AGUAS DE
SENTINAS EN OFICIALES EGRESADOS DE LA ESPECIALIDAD DE
MÁQUINAS DE LA ENAMM, 2020

DEDICATORIA

Agradezco a Dios por bendecir mi vida, guiarme a lo largo de mi existencia. Gracias a mis padres, Rocio por creer en mí y Julio, que desde el cielo me cuida; A mis padrinos Carmen y Demetrio, por ser los principales promotores de poder cumplir este sueño y darme su apoyo incondicional. A mi familia, amistades y educadores por confiar y creer en mis expectativas, por los consejos, valores y principios que me han inculcado.

Seban Navarro Julio Joel

DEDICATORIA

A Dios, por ser mi guía, por nunca abandonarme, a mis padres Víctor Toribio Medina y Nancy Cortez Alquizar por inculcarme valores y conocimientos que se ven reflejados en mis logros.

A mis hermanos y demás familia en general por el apoyo que siempre me brindaron día a día en el transcurso de mi carrera universitaria.

Toribio Cortez Victor Anderson

AGRADECIMIENTO

Nuestro sincero agradecimiento a todas aquellas personas que se involucraron y ayudaron en la realización de esta investigación en especial a nuestros asesores, el Jefe de Máquinas Richard Nomberto Uceda y el Magister José Martin Gil López.

ÍNDICE

	Página
PORTADA.....	i
TÍTULO	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	v
ÍNDICE	vi
LISTA DE TABLAS.....	x
LISTA DE FIGURAS	xii
RESUMEN	xiv
ABSTRACT	xvi
INTRODUCCIÓN	xviii
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	
1.1. Descripción de la realidad problemática	1
1.2. Formulación del problema.....	7
1.2.1. Problema general	7
1.2.2. Problemas específicos	7
1.3. Objetivos de la investigación.....	8

1.3.1.	Objetivo general	8
1.3.2.	Objetivos específicos.....	8
1.4.	Justificación de la investigación	9
1.5.	Limitaciones de la investigación.....	10
1.6.	Viabilidad de la investigación	10

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1.	Antecedentes de la investigación	11
2.1.1.	Nacionales	11
2.1.2.	Internacionales.....	14
2.2.	Bases teóricas	18
2.2.1.	Conocimiento	18
2.2.2.	Sistema OWS.....	18
2.2.3.	Aguas de sentina.....	22
2.2.4.	Fallas de los componentes del sistema OWS por contaminantes en las aguas de sentinas	23
2.2.5.	Técnicas para diagnosticar la presencia de contaminantes en las aguas de sentinas.....	37
2.2.6.	Gestión de las aguas de sentinas.....	42
2.2.7.	Solución de problemas del sistema OWS relacionados a los contaminantes en las aguas de sentinas	49
2.3.	Definiciones conceptuales	62

CAPÍTULO III: HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1.	Formulación de la hipótesis	63
3.1.1.	Hipótesis general.....	63
3.1.2.	Hipótesis específicas.....	64

3.2. Variables y dimensiones	65
3.2.1. Variable de interés: Conocimiento de las fallas del sistema OWS por contaminantes presentes en las aguas de sentinas.....	65

CAPÍTULO IV: DISEÑO METODOLÓGICO

4.1. Diseño de la investigación	67
4.2. Población y muestra.....	68
4.2.1. Población.....	68
4.2.2. Muestra	69
4.3. Operacionalización de las variables.....	70
4.4. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos.....	71
4.4.1. Técnicas	71
4.4.2. Instrumentos, validez y confiabilidad	71
4.5. Técnicas para el procesamiento y análisis de datos	73
4.6. Aspectos éticos.....	74

CAPÍTULO V: RESULTADOS

5.1. Análisis estadístico descriptivo	75
5.1.1. Análisis descriptivo de la variable de investigación	75
5.1.2. Análisis descriptivo de la dimensión 1	76
5.1.3. Análisis descriptivo de la dimensión 2	78
5.1.4. Análisis descriptivo de la dimensión 3	79
5.1.5. Análisis descriptivo de la dimensión 4	80
5.2. Análisis estadístico inferencial	81
5.2.1. Prueba de la hipótesis general	82
5.2.2. Prueba de la hipótesis específica 1	84
5.2.3. Prueba de la hipótesis específica 2	85

5.2.4. Prueba de la hipótesis específica 3	87
5.2.5. Prueba de hipótesis específica 4.....	88

CAPÍTULO VI: DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Discusión	90
6.2. Conclusiones	93
6.3. Recomendaciones	95

FUENTES DE INFORMACIÓN

Referencias Bibliográficas	97
Referencias Electrónicas.....	100

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia.....	103
Anexo 2. Instrumentos para la recolección de datos	105
Anexo 3. Fichas de Validación de los Instrumentos	113
Anexo 4. Base de datos de los resultados obtenidos para la variable de estudio	121
Anexo 5. Base de datos de la prueba piloto para determinar la confiabilidad del instrumento	122
Anexo 6. Evidencias fotográficas.....	123
Anexo 7. Relación de participantes quienes colaboraron con el desarrollo de los cuestionarios de investigación	124
Anexo 8. Guía “Problemas en el sistema OWS por agentes contaminantes”	125

LISTA DE TABLAS

	Página
Tabla 1. Operacionalización de la variable	70
Tabla 2. Criterios para evaluar el nivel de confiabilidad del instrumento	73
Tabla 3. Resultado descriptivo de la variable conocimiento de las fallas del sistema OWS por contaminantes presentes en las aguas de sentinas	76
Tabla 4. Resultado descriptivo de la dimensión conocimiento de las fallas de los componentes principales del sistema OWS por contaminantes presentes en las aguas de sentinas	77
Tabla 5. Resultado descriptivo de la dimensión conocimiento de las fallas de los componentes principales del sistema OWS por contaminantes presentes en las aguas de sentinas	78
Tabla 6. Resultado descriptivo de la dimensión conocimiento de la gestión de las aguas de sentinas	79
Tabla 7. Resultado descriptivo de la dimensión conocimiento de la solución de problemas del sistema OWS relacionados a los contaminantes en las aguas de sentinas.....	80

Tabla 8. Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para la variable de estudio81

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Diagrama de flujo del Sistema OWS	22
Figura 2. Película de solidos alrededor de una gota de hidrocarburo.....	30
Figura 3. Árbol de decisiones para el diagnóstico y la solución de problemas en caso de contaminantes en las aguas de sentinas.	53
Figura 4. Diagrama secuencial de las fuentes de contaminación de las aguas de sentina.....	54
Figura 5. Separación de las aguas de sentina en un separador OWS centrífugo.	58
Figura 6. Sistema OWS Centrífugo Marca Alfa Laval PureBilge	59
Figura 7. Resultado descriptivo de la variable conocimiento de las fallas del sistema OWS por contaminantes presentes en las aguas de sentinas	76
Figura 8. Resultado descriptivo de la dimensión conocimiento de las fallas de los componentes principales del sistema OWS por contaminantes presentes en las aguas de sentinas.	77
Figura 9. Resultado descriptivo de la dimensión conocimiento de las técnicas para diagnosticar la presencia de contaminantes en las aguas de sentinas.	78

Figura 10. Resultado descriptivo de la dimensión conocimiento de la gestión de las aguas de sentinas.	79
Figura 11. Resultado descriptivo de la dimensión conocimiento de la solución de problemas del sistema OWS relacionados a los contaminantes en las aguas de sentinas.	80

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo general describir el nivel de conocimiento de las fallas del sistema OWS por contaminantes presentes en las aguas de sentinas en oficiales egresados de la especialidad de máquinas de la ENAMM, 2020. Fue desarrollada bajo una metodología de diseño no experimental, transversal descriptivo, con enfoque cuantitativo y de nivel descriptivo. La población estuvo conformada por oficiales egresados de la especialidad de máquinas de la ENAMM en los años 2015 y 2016, se realizó un muestreo no probabilístico intencionado tomando a 30 oficiales egresados de la especialidad de máquinas. Como instrumento se utilizó un cuestionario referente al conocimiento de las fallas del sistema OWS por contaminantes presentes en las aguas de sentinas, el cual fue validado por 4 jueces expertos y cuya confiabilidad fue determinada con la prueba del Kr20 obteniendo un coeficiente de 0.853 (aceptable confiabilidad). Los resultados indicaron que los oficiales egresados de la especialidad de máquinas de la ENAMM presentan un nivel bajo de conocimiento sobre las fallas del sistema OWS por contaminantes presentes en las aguas de sentinas ya que, se obtuvo un estadístico t igual a -1.76, que al ser menor que el valor crítico de -1.70, permitió

con un nivel de significancia del 5%, rechazar la hipótesis nula (H_0) y aceptar la hipótesis general (H_i).

Palabras claves: Conocimiento, contaminantes de aguas de sentinas, fallas del sistema OWS, sistema OWS.

ABSTRACT

The objective of the investigation was to describe the level of knowledge of the OWS system's failures by contaminants present in bilge waters in engine officers graduated from ENAMM, 2020. It was developed under a methodology with a non-experimental, cross-sectional descriptive design, on a quantitative approach and descriptive level. The population was composed of engine officers graduated from ENAMM of the years 2015 and 2016, an intentional non-probabilistic sampling was carried out taking 30 engine officers. A questionnaire about the knowledge of the OWS system's failures by contaminants present in bilge waters was used as instrument, which was validated by 4 expert judges and whose reliability was determined with the Kr20 test obtaining a coefficient of 0.853 (acceptable reliability). The results indicated that the engine officers graduated from ENAMM have a low level of knowledge of the OWS system's failures by contaminants present in bilge waters since, a t statistic equal to -1.76, is less than the critical value of -1.70, allowed with a significance level of 5%, to reject the null hypothesis (H_0) and accept the general hypothesis (H_i).

Keywords: Knowledge, bilge water contaminants, OWS system, OWS system's failure.

INTRODUCCIÓN

Luego de la segunda guerra mundial la cantidad de hidrocarburos que se vertían al mar era tan grande que a principios de 1950 se tuvo que convocar a una conferencia sobre esta problemática, de la cual se originó el Convenio Internacional para combatir la contaminación de las Aguas del Mar por Hidrocarburos (OILPOL).

Las normas del Convenio OILPOL no eran tan rigurosas provocando que durante mucho tiempo las descargas de las sentinas de la sala de máquinas fuera una de las prácticas más dañinas y que más contaminación por petróleo producía; no fue hasta el año de 1983 que entró en vigor el Convenio Internacional para prevenir la contaminación por los buques (MARPOL) adoptado por la Organización Marítima Internacional (OMI), que se establecieron normas más exigentes entre las cuales el uso del sistema separador de sentinas (mejor conocido como sistema OWS, por ser la sigla en inglés de *Oily Water Separator*).

El sistema OWS es el encargado de procesar las aguas oleosas de sentinas, que son una mezcla de hidrocarburos y agua proveniente de las operaciones rutinarias en la sala de máquinas de un buque mercante; este sistema separa el

agua del hidrocarburo permitiendo descargar solo el agua al mar con mínimas cantidades de hidrocarburo permitidas por la OMI, para de esta manera evitar contaminar el medio ambiente marino y satisfacer las necesidades operacionales de los buques mercantes.

Sin embargo, hoy en día, las aguas de sentina no están conformadas solo por hidrocarburos y agua, sino que hay una variedad de otras sustancias contaminantes que penetran en ella; y desafortunadamente, muchos de los sistemas OWS no son aptos para manipular estas mezclas de contaminantes, y por lo cual, pese a las regulaciones existentes, existe un gran número de deficiencias relacionadas con las fallas que pueden causar estos contaminantes al sistema.

En este sentido, el presente estudio tiene como finalidad describir el nivel de conocimiento de las fallas del sistema OWS por contaminantes presentes en las aguas de sentinas en oficiales egresados de la especialidad de máquinas de la ENAMM, 2020; para lo cual se aplicará un cuestionario de conocimiento dirigido a medir la variable en cuestión.

El presente trabajo se encuentra dividido en seis capítulos estructuralmente interrelacionados de la siguiente manera:

El capítulo I: Corresponde al planteamiento del problema. En este, se expone la realidad problemática, la formulación del problema, objetivos de la investigación, la justificación, las limitaciones y, por último, la viabilidad de la investigación.

El capítulo II: Corresponde al marco teórico. En este apartado se presentan los antecedentes de la investigación, tanto nacionales como internacionales, al igual que las bases teóricas que sustentan el estudio.

El capítulo III: Corresponde a la presentación de hipótesis general y las específicas, y las variables y dimensiones estipuladas en esta investigación.

El capítulo IV: Comprende los aspectos del diseño metodológico. Este capítulo consta del diseño de la investigación, la población y muestra; se muestra la operacionalización de las variables, así como las técnicas para la recolección de datos, y para el procesamiento y análisis de los datos, más los aspectos éticos propios de esta investigación.

El capítulo V: Se refiere a los resultados de investigación, los cuales evidencian la descripción de cada una de las dimensiones y variables, a través de tablas y gráficos mediante el programa estadístico Excel y software SPSS versión 25.

El capítulo VI: Enmarca las discusiones, conclusiones y recomendaciones. En esta parte, se presenta, expone, explica y discuten los resultados de la investigación. Y finalmente se muestran las referencias bibliográficas, y anexos.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

La contaminación por hidrocarburos proveniente de los buques mercantes es un problema que deviene desde los inicios del uso del petróleo como fuente de energía para la propulsión de estas naves, es decir, desde la creación de los motores a diésel; es así que mientras se use el petróleo como combustible, existirá un riesgo de contaminación del mar por hidrocarburos.

Hoy en día, según Cabo (2015), “Las mejores estimaciones de la cantidad total de petróleo que se vierte al mar desde todas las fuentes (actividades humanas y procesos naturales) son de alrededor de 3.2 millones de toneladas métricas por año” (p. 34).

Entre las actividades humanas que producen el vertimiento de petróleo en el mar se encuentran las operaciones rutinarias de los buques, tales como el achique

de las aguas de sentinas, las cuales, antes de la creación del Convenio OILPOL, eran bombeadas directamente al mar.

El Convenio OILPOL reconoció que la mayor parte de la contaminación por hidrocarburos se debía a las operaciones rutinarias de los buques, e intentó abordar el problema de la contaminación de los mares estableciendo los primeros estándares de descarga de hidrocarburos (Srivastava, 2018). Pero, el Convenio OILPOL no era tan riguroso y no prescribió ninguna prohibición para la mayor parte de los océanos, de tal manera que los buques eran libres de descargar cantidades excesivas de hidrocarburos.

No fue hasta 1973 en que el Convenio MARPOL reemplazo el régimen establecido por OILPOL, con lo que nuevas disposiciones fueron añadidas, incluyendo la instalación de los sistemas separadores de sentinas (sistema OWS, por ser la sigla en inglés de *Oily Water Separator*) (Tan, 2005).

Estas nuevas disposiciones representaron un cambio radical, tanto para las compañías navieras que tenían que invertir dinero en la implementación de nuevos dispositivos, como para los tripulantes que tenían que adquirir nuevas competencias en la manipulación de estos sistemas.

La generación total estimada de aguas oleosas de sentina de la flota de petroleros del mundo es de 19 200 toneladas por año, de las cuales, suponiendo un contenido de hidrocarburo de 15 partes por millón (ppm), se estima una

descarga de hidrocarburos al mar de 38 toneladas anuales (Consejo Nacional de Investigación de los Estados Unidos [USNRC], 2003).

Una cantidad mínima que no produce ningún daño al medio marino ya que es fácilmente asimilada por el medio ambiente. Sin embargo, no todos los buques dan cumplimiento a las normas del MARPOL y eluden los sistemas de control de descargas de hidrocarburos.

Es por eso que, en una investigación realizada a inicios de los años 2000, se determinó que las aguas oleosas de sentinas de los buques, daban lugar a una descarga aproximada de 16 730 toneladas de hidrocarburos anuales ya que muchos de los buques eludían intencionalmente el sistema OWS (USNRC, 2003).

Se puede ver como 30 años después que se estableció de manera obligatoria el uso del sistema OWS, aún existía un gran índice de contaminación marina por hidrocarburos proveniente de las aguas oleosas de sentinas de los buques, y el problema continúa hasta hoy en día.

Según establece el código del Convenio Internacional sobre Normas de Formación, Titulación y Guardia para la Gente de Mar (código STCW), en el cuadro A-III/1, todos los oficiales que hayan de encargarse de la guardia en las cámaras de máquinas deberán tener conocimiento sobre los requerimientos y la operación del sistema OWS o sistemas similares.

Sin embargo, a pesar de las regulaciones vigentes con respecto a este sistema cada año buques mercantes son detenidos durante inspecciones por parte de los estados rectores del puerto (PSC) por deficiencias encontradas en este sistema, como se puede apreciar a continuación.

De acuerdo a la base de datos del Memorando de entendimiento de Paris (Paris MoU) (2019), entre diciembre del 2016 y noviembre del 2019 se encontraron 465 deficiencias correspondientes al separador de hidrocarburos, y otras 353 deficiencias correspondientes a los oleómetros del sistema OWS.

Lo que da un total de 818 deficiencias correspondientes al sistema OWS, una cantidad considerablemente alta, teniendo en cuenta que este dato es reportado solo por uno de los nueve controles de estados rectores de puerto existentes, lo que ha de suponer que el número de observaciones a nivel mundial debe ser mucho mayor. Por ejemplo, en el caso de Latinoamérica, en el año 2018 se determinó que el 0,75% de las deficiencias encontradas correspondían al sistema OWS (Acuerdo de Viña del Mar, 2018). Lo que representa un número de 40 deficiencias encontradas en solo un año.

Por otro lado, las clasificadoras de los buques (organismos que acreditan que un buque se encuentra construido dentro de las normas establecidas), también se manifiestan ante esta problemática; por ejemplo, la clasificadora Nippon Kaiji Kyokai (ClassNK) (2018), reporta que las deficiencias referentes al sistema OWS son unas de las más comunes entre sus buques, contabilizando un total de 99 deficiencias directamente relacionadas a este sistema entre los años 2015 y 2017;

y la clasificadora Lloyd's Register (2011), reporta que entre el 2009 y el 2011 el sistema OWS fue la deficiencia de mayor incidencia en sus buques, con un total de 91 deficiencias encontradas.

Ante tantas deficiencias se puede inferir que hay un factor que afecta al sistema OWS de manera constante, y sin que los tripulantes de los buques puedan percibirlo directamente. Ante esto, el Comité de Protección del Medio Marino de la OMI (MEPC por ser la sigla en inglés de *Marine Environment Protection Committee*) (2009), indica que

La falta de comprensión de los contaminantes actuales continúa siendo un obstáculo para el funcionamiento adecuado y la solución eficaz de los problemas que presentan los sistemas de tratamiento de las aguas de sentina. Además, muchos de los manuales facilitados por los fabricantes del equipo relativos al mantenimiento, funcionamiento y solución de problemas no abordan convenientemente el problema más amplio de los contaminantes y la necesidad de gestionar de forma correcta las aguas de sentina y las aguas residuales oleosas a bordo de los buques. Las prácticas inadecuadas relativas a la gestión de las aguas de sentina constituyen un factor importante dentro de los problemas que pueden tener como consecuencia el fallo del equipo [sistema OWS] (MEPC, 2009, pp. 2 - 3).

En este sentido, se deduce que gran parte de las deficiencias encontradas son producto de la mala gestión de las aguas de sentina y a su vez de la falta de conocimiento de las fallas del sistema OWS por los contaminantes presentes en estas aguas, como se puede apreciar a continuación en los siguientes casos.

El 15 de febrero del 2018, el buque SHANGHAI TRADER fue detenido en el puerto de Baltimore, debido a que el sistema OWS no fue capaz de producir un efluente de menos de 15 ppm (USCG, 2018). Una de las causas más frecuentes de que el separador de hidrocarburos no pueda producir un efluente de menos de 15 ppm son las emulsiones provocadas por contaminantes, ya que este tipo de emulsiones son muy difíciles de separar y afectan en el desempeño del sistema.

El 23 de febrero del 2016, el buque ATLANTIC NAVIGATOR fue detenido en el puerto de Baltimore, debido a que durante una inspección se encontró que el sistema OWS era incapaz de procesar el agua de sentina a menos de 15 ppm (USCG, 2016). Como en el caso anterior esto podría deberse a las emulsiones o también a la presencia de ciertos contaminantes en el agua de sentina que hacen que el oleómetro detecte estas pequeñas partículas no oleosas como si fueran hidrocarburos, y de lecturas falsas elevadas por encima de las 15 ppm.

El 22 de agosto del 2015, el buque PAC ALKAID fue detenido debido a que el sistema OWS no funcionaba debido a una obstrucción en la línea de alimentación del oleómetro (USCG, 2015). Esta obstrucción puede deberse a la acumulación de ciertos contaminantes presentes en las aguas de sentina; lo que quiere decir que hay una mala gestión de estas aguas.

Ante lo anteriormente expuesto, se observa que hay una falta de conocimiento tanto de la gestión de las aguas de sentinas, como de las fallas que pueden provocar los contaminantes presentes en estas aguas al sistema OWS,

conocimiento que deben tener los oficiales de máquinas egresados de la ENAMM, por ser la principal institución en la formación de oficiales mercantes en Perú; por lo que surge el interés de realizar la presente investigación que formula la siguiente interrogante.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuál es el nivel de conocimiento de las fallas del sistema OWS por contaminantes presentes en las aguas de sentinas en oficiales egresados de la especialidad de máquinas de la ENAMM, 2020?

1.2.2. Problemas específicos

¿Cuál es el nivel de conocimiento de las fallas de los componentes principales del sistema OWS por contaminantes presentes en las aguas de sentinas en oficiales egresados de la especialidad de máquinas de la ENAMM, 2020?

¿Cuál es el nivel de conocimiento de las técnicas para diagnosticar la presencia de contaminantes en las aguas de sentinas en oficiales egresados de la especialidad de máquinas de la ENAMM, 2020?

¿Cuál es el nivel de conocimiento de la gestión de las aguas de sentinas en oficiales egresados de la especialidad de máquinas de la ENAMM, 2020?

¿Cuál es el nivel de conocimiento de la solución de problemas del sistema OWS relacionados a los contaminantes en las aguas de sentinas en oficiales egresados de la especialidad de máquinas de la ENAMM, 2020?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

Describir el nivel de conocimiento de las fallas del sistema OWS por contaminantes presentes en las aguas de sentinas en oficiales egresados de la especialidad de máquinas de la ENAMM, 2020.

1.3.2. Objetivos específicos

Describir el nivel de conocimiento de las fallas de los componentes principales del sistema OWS por contaminantes presentes en las aguas de sentinas en oficiales egresados de la especialidad de máquinas de la ENAMM, 2020.

Describir el nivel de conocimiento de las técnicas para diagnosticar la presencia de contaminantes en las aguas de sentinas en oficiales egresados de la especialidad de máquinas de la ENAMM, 2020.

Describir el nivel de conocimiento de la gestión de las aguas de sentinas en oficiales egresados de la especialidad de máquinas de la ENAMM, 2020.

Describir el nivel de conocimiento de la solución de problemas del sistema OWS relacionados a los contaminantes en las aguas de sentinas en oficiales egresados de la especialidad de máquinas de la ENAMM, 2020.

1.4. Justificación de la investigación

Justificación Teórica. El estudio se justifica teóricamente por ser pionero ya que a nivel nacional e internacional no se encuentran estudios que abordan la variable conocimiento de las fallas del sistema OWS por contaminantes presentes en las aguas de sentinas, y a nivel nacional no se encuentran investigaciones relacionadas al sistema OWS, por lo cual se pretende ampliar las teorías que se tienen respecto a este tema.

Justificación Práctica. La investigación posee justificación práctica porque los resultados de la investigación darán la posibilidad de hacer mejoras para el desarrollo profesional y laboral de los oficiales de máquinas; mejoras que permitirán a las compañías navieras reducir las observaciones, detenciones y multas relacionadas con el sistema OWS, y por consiguiente contribuirá a la reducción de la contaminación marina por hidrocarburos.

Justificación Metodológica. La presente investigación aportará la construcción de un instrumento válido y confiable para medir la variable conocimiento de las fallas del sistema OWS por contaminantes presentes en las aguas de sentinas, que podrá ser usado en futuras investigaciones en las que se pretenda medir la misma variable.

1.5. Limitaciones de la investigación

La presente investigación tiene las siguientes limitaciones:

- No se han encontrado antecedentes nacionales directamente relacionados al sistema OWS.
- A nivel nacional se encuentran escasos estudios que hacen referencia al sistema OWS, lo que requiere ahondar en fuentes bibliográficas en el idioma inglés.
- Existe una dificultad para aplicar el instrumento de evaluación, ya que algunos de los oficiales de la unidad muestral se encuentran navegando.

1.6. Viabilidad de la investigación

La presente investigación es viable ya que:

- Se cuenta con una unidad de análisis favorable y de fácil acceso para aplicar el instrumento de medición.
- Se cuenta con el apoyo de oficiales mercantes especialistas en el tema.
- No es necesario el uso de insumos altamente costosos.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Nacionales

Chamochumbi y Machado (2019), en su tesis *Conocimiento del Sistema ODME y la actitud ante la contaminación marina por hidrocarburos en oficiales de cubierta embarcados en buques petroleros de una naviera peruana, 2019* presentada en la Escuela Nacional de Marina Mercante “Almirante Miguel Grau”. Callao, Perú. Tuvo como objetivo general, determinar la relación que existe entre el conocimiento del sistema ODME y la actitud ante la contaminación marina por hidrocarburos en oficiales de cubierta embarcados en buques petroleros de una naviera peruana, 2019. La investigación fue desarrollada bajo una metodología de diseño no experimental, transversal correlacional, con enfoque cuantitativo y de nivel correlacional. Se determinó el comportamiento de las variables y su relación, tomando una muestra de 24 Oficiales mercantes de la especialidad de

cubierta embarcados en buques petroleros de una empresa naviera peruana, a quienes se les aplicó un instrumento cuya confiabilidad para ambas variables fue aceptable. Los resultados mostraron que el 50 % de los oficiales de cubierta consultados presentó un alto nivel de conocimiento sobre el sistema ODME y que el 75 % de estos mostró una actitud adecuada ante la contaminación marina por hidrocarburos; además demostraron una correlación positiva ($\rho = .676$) entre las variables, y un p valor = 0.000 que siendo menor que el nivel de significancia ($p < 0.05$), permitió rechazar la hipótesis nula (H_0), y aceptar la hipótesis alternativa (H_i), por lo cual concluyeron que existe relación entre el conocimiento del sistema ODME y la actitud ante la contaminación marina por hidrocarburos en oficiales de cubierta embarcados en buques petroleros de una naviera peruana, 2019.

Bautista y Herrera (2018), en su tesis *Conocimiento de las reglas para prevenir la contaminación por hidrocarburos referidos al anexo I del convenio MARPOL en la tripulación del buque tanque Mantaro* presentada en la Escuela Nacional de Marina Mercante “Almirante Miguel Grau”. Callao, Perú. Tuvo como objetivo describir e identificar el nivel de conocimiento de las reglas de prevención de la contaminación por hidrocarburos referidas en el Anexo I del convenio MARPOL en la tripulación del B/T Mantaro 2018. Fue una investigación de tipo básica, nivel descriptivo, diseño no experimental y de corte transversal. Se aplicó un muestreo no probabilístico de tipo censal considerando a 22 personas. La técnica para la recolección de datos fue la encuesta y se utilizó un instrumento de medición documentada en forma de cuestionario de 70 ítems. Los resultados indicaron que el 45.5 % de la

tripulación del buque tanque Mantaro, 2018 presentaron un nivel medio de conocimiento sobre las reglas de prevención de la contaminación por hidrocarburos referidas al Anexo I del convenio MARPOL comprobándose la hipótesis general afirmativa de la presente investigación. Concluyeron que el nivel adquirido no fue un nivel óptimo de acuerdo a lo que buscan los convenios internacionales respecto a la formación de la gente de mar con miras a salvaguardar la vida humana en el mar, la protección del medio ambiente y el cuidado de los bienes.

Espino y Huamán (2018), en su tesis *Conocimiento de las prescripciones sobre prevención de la contaminación marina en los cadetes de 3° año de la Escuela nacional de marina mercante “Almirante Miguel Grau”, 2017* presentada en la Escuela Nacional de Marina Mercante “Almirante Miguel Grau”. Callao, Perú. Tuvo como objetivo principal describir el nivel de conocimiento de las prescripciones sobre prevención de la contaminación marina en los cadetes de 3° año de la ENAMM, 2017. Fue una investigación de enfoque cuantitativo, tipo básica, nivel descriptivo y diseño no experimental de corte transversal. Tuvieron una muestra compuesta por 52 cadetes de las especialidades de máquinas y puente de la Escuela Nacional de Marina Mercante “Almirante Miguel Grau”, 2017 a quienes se les aplicó un instrumento de medición documentada en forma de cuestionario sobre las prescripciones de la prevención de la contaminación marina. Los resultados indicaron que el nivel de conocimiento de las prescripciones sobre prevención de la contaminación marina en los cadetes de 3° año de la ENAMM, 2017, se ubica en un nivel bajo. Recomendaron realizar charlas abocadas netamente

a la prevención de la contaminación del medio marino, ya que están próximos a realizar sus prácticas pre-profesionales a bordo de un buque mercante.

2.1.2. Internacionales

García (2015), en su investigación *Estudio y normativa de aplicación de una planta de sentinas a bordo* presentada en la Universidad de La Laguna. Tenerife, España. Tuvo como objetivo principal conocer la evolución histórica de las instalaciones de achiques de sentinas, las normativas y convenios relacionados, componentes y el funcionamiento del separador de aguas oleosas de sentinas. Fue una investigación de tipo documental y de enfoque cualitativo que establece sus resultados bajo el análisis de documentación bibliográfica, a base de artículos, referencias, manuales, convenios, y demás datos bibliográficos, apoyado por un trabajo de campo realizado a bordo de las instalaciones del buque OPDR Canarias. Sus resultados muestran como el conocimiento de los oficiales sobre el sistema de achique de sentinas es de vital importancia para manipular el sistema y evitar averías o problemas en el sistema.

Ortiz (2014), en su tesis titulada *El cuidado del medio marino y el tratamiento de las aguas de sentina del buque escuela Marañón* presentada en la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE. Salinas, Ecuador. Tuvo como objetivo general proponer la adquisición de un separador de agua-aceite para el tratamiento del agua de sentina previo a su descarga en el mar en el buque escuela Marañón, con el fin de reducir el grado de contaminación del

medio ambiente marino en la rada de Salinas. Fue una investigación de campo desarrollada bajo una metodología de enfoque mixto, que obtuvo sus datos del análisis de documentación y de los resultados de cuestionarios de preguntas cerradas y de preguntas abiertas. Concluyó que 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 la descarga de las aguas oleosas; que las leyes y protocolos de protección marítima están siendo incumplidos por parte del personal abordo por el desconocimiento de las mismas y que la tripulación tiene poco interés, preocupación y conocimiento en manejo del agua de sentinas a bordo debido a la falta de información de las propiedades físicas y químicas de los componentes que la conforman y del grado de toxicidad que esta sustancia representa al medio marino.

Forns (2013), en su investigación *Análisis del sistema de achique de un buque RO-PAX* presentada en la Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona, España. Tuvo como objetivo principal la familiarización de todos los aspectos que intervienen en un sistema de achique de un buque, tomando como ejemplo un buque RO-PAX. Fue una investigación de tipo documental desarrollada bajo una metodología de enfoque cualitativo, que realiza un análisis de documentación, tales como convenios, y planos relacionados al sistema de achique de los buques mercantes. Concluyó que pueden diseñarse sistemas de achique con mayor eficacia para ser posteriormente aprobados por la Organización Marítima Internacional con la finalidad de ir reduciendo con el tiempo la contaminación producida por los buques; y que

debe trabajarse en la formación que se imparte a los marinos de acuerdo al Convenio STWC para garantizar una operación de los buques que minimice el impacto medioambiental.

Cumelles (2012), en su investigación *Automatización del sistema de achique y separación de sentinas en un buque RO-PAX* presentada en la Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona, España. Tuvo como objetivo principal analizar de las posibles mejoras que se pueden aportar con la automatización de los procesos de los sistemas de achique y separación de sentinas. Fue una investigación de tipo documental y de enfoque cualitativo. Concluyeron que la automatización liberaría de tareas rutinarias al oficial, permitiéndole prestar más atención al funcionamiento del sistema, permitiendo que el oficial tome mejores decisiones ya que tendrá una visión global del sistema, dando la posibilidad de cambiar a modo manual cuando se considere oportuno y garantizando la protección del medio marino.

Tarré (2011), en su investigación *Análisis y rediseño de los sistemas de achique y contra incendios de un yate de 43 m de eslora* presentada en la Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona, España. Tuvo como objetivo principal analizar, calcular y dimensionar los sistemas de achique y contra incendios mediante agua salada, para la seguridad de un yate de 43 m de eslora. Fue de tipo documental y de enfoque cualitativo. Concluyó que la normativa para desarrollar el proyecto puede dar muchas conclusiones de cómo realizar el diseño de los dos circuitos de los sistemas; también que el mantenimiento y el impacto medioambiental son dos aspectos muy

importantes en la realización de los proyectos ya que son necesarios para desarrollar un avance en la economía y en la conservación del medio marino.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Conocimiento

Existen una gran variedad de autores que hablan sobre el conocimiento, sin embargo, muy pocos dan una definición clara y concisa tal y como los autores citados a continuación.

Según Landeau (2007), el conocimiento “es un conjunto de información que posee el ser humano, tanto sobre el escenario que lo rodea, como de sí mismo, valiéndose de los sentidos y de la reflexión para obtenerlo” (p. 1).

Mientras que según Orozco (2016) el conocimiento puede definirse como “hechos, o datos de información adquiridos por una persona a través de la experiencia o la educación, la comprensión teórica o práctica de un asunto u objeto de la realidad” (p. 23).

Por lo que se puede inferir que el conocimiento es el conjunto de información adquirida a través de estudios académicos y de la experiencia cotidiana.

2.2.2. Sistema OWS

El sistema OWS es uno de los sistemas críticos de los buques, puesto que, sin él el buque no podría funcionar a su cien por ciento, ya que siempre se

producirán aguas oleosas de sentina, y se necesitara de este sistema para que el buque pueda cumplir con las necesidades operacionales de los espacios de máquinas.

Este sistema es definido por el MEPC (2009) como el que “controla las descargas operacionales en el mar de las aguas residuales que se acumulan en los espacios de máquinas” (p. 1). Entonces se puede decir que el sistema OWS es una planta de tratamiento de aguas de sentina, cuya principal función es la protección del medio ambiente marino.

Por otro lado, siendo necesario este sistema para la protección del medio ambiente marino, su uso es de carácter obligatorio en prácticamente todos los buques mercantes, tal y como establece el convenio MARPOL (2017):

todo buque de arqueo bruto igual o superior a 400 (...) llevara un equipo filtrador de hidrocarburos (...) y estará concebido de modo que el contenido de cualquier mezcla oleosa que se descargue en el mar después de pasar por el sistema no exceda de 15 ppm (p. 67 - 68).

Entonces, los buques de arqueo bruto menor de 400, no tienen la obligación de tener instalado un sistema OWS, y por lo tanto no podrán hacer ninguna descarga de aguas de sentina al mar, en este caso tendrán que almacenarlas a bordo y descargarlas a las instalaciones de tierra.

Por otro lado, a pesar de que este es un sistema complejo, se puede dividir en tres partes principales, tal y como lo indica el MEPC (2016) en la resolución MEPC.107 (49):

- a) un separador de sentina de 15 ppm,
- b) un hidrocarbúmetro u Oleómetro, y
- c) un dispositivo de detención automática.

a) Separador de sentina de 15 ppm

Se puede decir que es la parte principal del sistema OWS, puesto que como su nombre lo dice, será el encargado de separar las sustancias oleosas del agua, tal como indica el MEPC (2016), es un equipo o dispositivo que puede estar conformado de una combinación de filtros, coalescedores o cualquier otro medio, y que tiene la finalidad de procesar el agua de sentina de tal manera que reduzca su contenido de hidrocarburos a menos de 15 ppm.

Es decir, se encarga de separar el agua del hidrocarburo, para que sea posible descargar el agua al mar sin ocasionar una contaminación marina; esta parte del sistema OWS también es conocida como separador de aguas oleosas o separador de hidrocarburos.

b) Oleómetro

Según García (2015),

El oleómetro medirá el contenido de partículas de aceite en el agua tratada, y si se encuentra en el rango adecuado, enviará una señal que permite la descarga del agua limpia al mar. En caso contrario se produciría una recirculación del agua hacia el tanque de decantación de sentinas (p. 40).

De lo anterior se infiere que el oleómetro detecta la cantidad exacta de hidrocarburo que se encuentra en el agua de sentina, luego de su salida del separador de agua oleosa, para determinar si cumple con la condición de descarga (no más de 15 ppm de hidrocarburo).

c) Dispositivo de detención automática

Es la parte del sistema que se encargara de parar la descarga de agua al mar, cerrando una válvula y abriendo otra, provocando lo que se conoce como recirculación; este accionamiento se dará en caso de que el oleómetro detecte que un efluente con una cantidad mayor de 15 ppm sale del separador de hidrocarburos; de la misma manera en que lo especifica el MEPC (2016),

El dispositivo de detención automática debe constar de un dispositivo de válvula instalado en el conducto de descarga del efluente del separador de sentina de 15 ppm que automáticamente impide que la mezcla del efluente se descargue en el mar cuando su contenido de hidrocarburos excede de 15 ppm, devolviéndola a la sentina del buque o al tanque de sentina (p. 7).

Esta válvula es conocida en el ámbito marítimo como “válvula de tres vías” que normalmente es neumática y es operada con por accionamiento de solenoides.

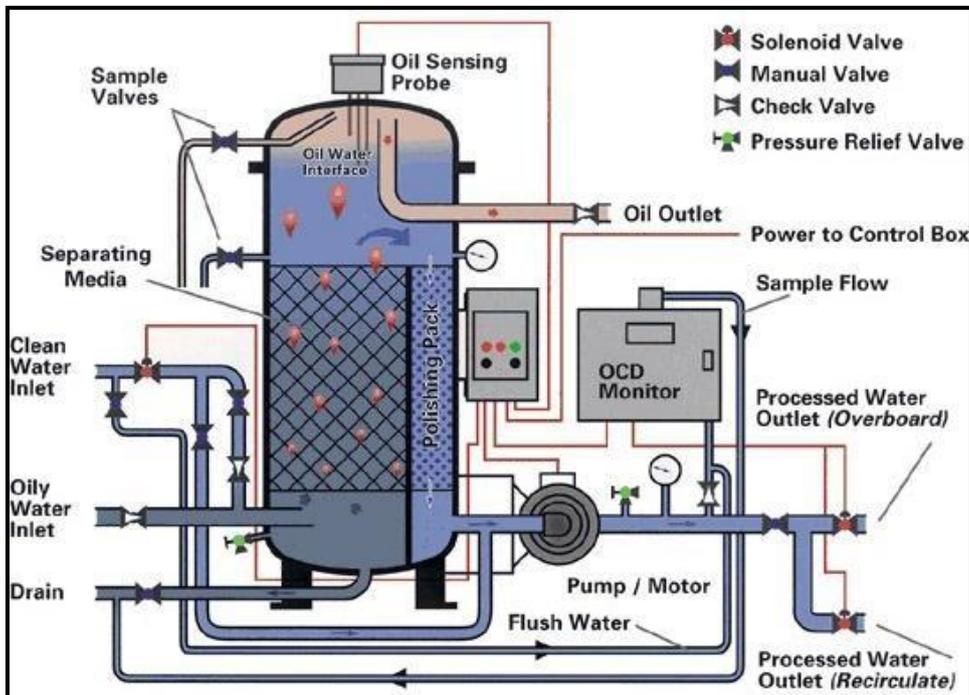


Figura 1. Diagrama de flujo del Sistema OWS.

Fuente: Extraído de Stavros (2012).

2.2.3. Aguas de sentina

Las aguas de sentinas adquieren su nombre del depósito que las contiene, es decir, las sentinas, las cuales son los depósitos que se encuentran en el nivel más bajo de los espacios de máquinas, por lo tanto, todo fluido que se derrame en los espacios de máquina terminara ahí; por eso, es de suponer que existe una variedad de sustancias y materiales que conforman las aguas de sentina; tal como indica Mohit (2013), el agua de sentina es una mezcla de varios grados de hidrocarburos en agua, junto con sólidos en suspensión,

óxido, productos químicos, detergentes, hollín, astillas de pintura, polvo de carga, etc.

De igual manera, el MEPC (2009) indica que “Los contaminantes comprenden, como mínimo: aceites de desecho, disolventes, detergentes, partículas de óxido de hierro (óxido o ‘herrumbre’), hollín de la cámara de máquinas y contaminantes ‘biológicos’” (p. 3).

Queda claro que las sustancias que componen las aguas de sentinas no son solo hidrocarburos y agua, sino que hay una serie de contaminantes que están presentes en diferentes proporciones dependiendo de las operaciones que se realicen en la sala de máquinas.

2.2.4. Fallas de los componentes del sistema OWS por contaminantes en las aguas de sentinas

El sistema OWS fue inicialmente diseñado para separar agua e hidrocarburos, sin embargo, como se mencionó anteriormente, las aguas de sentinas están conformadas por muchas más sustancias, lo que produce problemas al sistema y sus componentes tal y como indica Russell y Shorett (2012), muchos OWS funcionan mal cuando el agua de sentina contiene otros materiales además de hidrocarburos y agua; materiales como hollín, detergente, aguas residuales, disolventes, descomposición bacteriana y microbiana pueden provocar un mal funcionamiento de OWS y, de este modo,

provocar que la descarga de agua de sentina al mar no cumpla con los estándares de convenio MARPOL.

Los componentes que se ven afectados producto de los contaminantes en las aguas de sentinas son el separador de aguas oleosas y el oleómetro.

2.2.4.1. Fallas en el separador de aguas oleosas

El separador de aguas oleosas al ser la parte del sistema que interactúa directamente con las aguas de sentina y con los diversos contaminantes que estas aguas contienen, es uno de los componentes más afectados en su rendimiento; con respecto a esto, el MEPC (2009) ha determinado que ciertos separadores de hidrocarburos modernos no procesan adecuadamente una gran cantidad de emulsiones y partículas.

Los separadores de aguas oleosas construidos bajo la resolución MEPC.107(49) son los más modernos, y si estos presentan problemas se ha de suponer que separadores de aguas oleosas construidos bajo regulaciones anteriores (como el MEPC.60(33)) también tendrán problemas para manejar aguas de sentinas con cargas elevadas de emulsiones y partículas contaminantes.

Las posibles causas de fallas en el separador de aguas oleosas son diversas y de manera simultánea pueden ser causadas por la contaminación de todo el sistema (bombas, tanques, separador de

aguas oleosas) (MEPC, 2009). Esto quiere decir que las partículas de contaminantes se esparcen por todas las partes del sistema por donde pasen las aguas de sentina.

Se pueden observar dos problemas en el separador de aguas oleosas, que son los siguientes:

1. Deterioro interno del separador
2. Incapacidad para separar emulsiones

1. Deterioro interno del separador

El deterioro en este caso, se refiere al incremento de la corrosión de las partes internas del separador a temprana edad, ante esta problemática la Sociedad de Arquitectos Navales e Ingenieros Marinos (SNAME, por ser las siglas en ingles de *Society of Naval Architects and Marine Engineers*) (2009), declara que algunos contaminantes pueden dañar el funcionamiento interno del separador de aguas oleosas: por ejemplo, filtros coalescentes y elementos de ultrafiltración.

La corrosión y obstrucción de las placas del separador de aguas oleosas se debe a la aglomeración de lodos y otros residuos sólidos en el fondo del separador, corrosión interna de las líneas y demasiada porosidad en los filtros de entrada al separador (MEPC, 2009).

Entonces, se puede observar cómo los lodos y residuos sólidos son la principal causa de la corrosión y obstrucción de las placas del separador de hidrocarburos. Estos lodos y residuos sólidos son producto de la acumulación de contaminantes provenientes de las aguas de sentina, que terminan dentro del separador, así como lo explica Hendrik (2006), quien dice que dado que los separadores funcionan según un principio de separación por gravedad, los contaminantes más pesados que el agua no se separarán en el separador y terminan en el fondo de este; también indica que el hollín y el petróleo pueden formar un lodo pesado que representa un problema real para el separador de aguas oleosas.

Lo que guarda concordancia con lo expresado por HEISHIN PUMP WORKS (2011), quien añade que el agua de sentina que ingresa al separador de hidrocarburos, contiene un lodo aceitoso que está conformado por una serie de partículas sólidas; este lodo se acumula en el separador de hidrocarburos y provoca su obstrucción, lo cual da como resultado un deterioro de la eficiencia de la separación.

Básicamente, se deduce que algunos contaminantes incrementan la formación de fango, y por consiguiente causan un deterioro prematuro de las partes internas del separador de aguas oleosas.

Finalmente, se han podido determinar otros factores que contribuyen con el deterioro de las partes internas del separador de hidrocarburos,

las cuales son producto de una mala gestión de las aguas de sentina por parte de la tripulación de máquinas, los cuales según el MEPC (2009) son la cantidad de desechos de hidrocarburos y la cantidad de agua limpia que se deposita en las sentinas, los cuales son factores que aumentan el deterioro natural del separador de hidrocarburos y aumenta la posibilidad de fallas en el sistema.

Aunque en este caso no son contaminantes los que dañan al separador, el volumen de aceites y el volumen de agua que ingresa al separador también contribuye con su deterioro natural, lo que quiere decir que una buena gestión de las aguas de sentina es estrictamente necesaria por parte de los tripulantes de máquinas para asegurar el buen desempeño del sistema OWS.

2. Incapacidad para separar emulsiones

Una emulsión es una sustancia que tiene pequeñas partículas de otra sustancia flotando en ella sin que se combinen por ser inmiscibles, en este caso se habla de emulsiones de hidrocarburos en agua, ósea la presencia de muchas pequeñas gotas de aceite flotando dispersas en el agua de sentinas; estas emulsiones son comunes y representan un problema para el desempeño del separador de aguas oleosas, tal y como expresa el MEPC (2009), “las emulsiones resultan problemáticas porque las pequeñas gotas de hidrocarburos de un tamaño medio de partículas inferior a 15 micras aproximadamente presentan flotabilidad neutra en

agua y no se separarán por la fuerza de la gravedad exclusivamente” (p. 30).

Con flotabilidad neutra se refiere a que la partícula de hidrocarburo no asciende a la superficie o desciende al fondo, solo se queda flotando en su lugar, lo que da como consecuencia que los OWS que funcionan solo por gravedad sean ineficientes para tratar con este tipo de problemas con emulsiones.

Las emulsiones en las aguas de sentina pueden ser provocadas por diferentes factores, los cuales han sido identificados por diferentes autores como Caplan, Newton y Kelemen (2000), quienes indican que las bombas del sistema de transferencia de residuos oleosos y los limpiadores de sentina tienden a emulsionar mecánica y químicamente el aceite, lo que hace que la tecnología de coalescencia convencional sea ineficaz en muchos casos.

Lo que quiere decir que tanto factores químicos, como medios mecánicos contribuyen en la formación de emulsiones y afectan el rendimiento del separador de hidrocarburos como se verá a continuación.

a) Medios mecánicos

Algunos tipos de bombas son bruscas (centrifugas) al momento de succionar y transportar un fluido y por ende crean turbulencia, es decir provocan la cizalladura (fuerza cortante) y el flujo no laminar o flujo turbulento, lo cual ocasiona que los hidrocarburos se dispersen en el agua y generen emulsiones, y también hace que los contaminantes se adhieran a las partículas de hidrocarburos, aumentando de esta manera la formación de emulsiones estables, sin embargo, existen algunos tipos de bombas que son más dóciles para tratar estas aguas, tales como las bombas de diafragma (MEPC, 2009).

Por lo tanto, se debe considerar siempre tener el tipo de bomba adecuado para manejar las aguas de sentinas, para contribuir en la mejora del desempeño de los separadores de hidrocarburos.

b) Emulgentes

Como su nombre lo dice, son las sustancias que ayudan a que se genere una emulsión, en este caso hablamos solo de emulsiones de hidrocarburos; todos los materiales que figuran a continuación contribuyen a potenciar la emulsificación de los hidrocarburos en agua.

1. Partículas

Determinadas partículas sólidas colaboran en la formación de emulsiones de hidrocarburos en agua, y entre las principales, tenemos el hollín y la herrumbre.

El hollín y la herrumbre son adheridos en la superficie de las pequeñas gotas oleosas y hacen que se formen emulsiones estables. Este efecto se ve muy favorecido por la turbulencia de las bombas (MEPC, 2009).

Cuando estas partículas sólidas se colocan alrededor de superficie de las gotas de hidrocarburos, se crea una capa solida que evita que las gotas de hidrocarburos se unan las unas a otras y puedan tener el tamaño suficiente como para salir a la superficie y contribuir con el proceso de separación (ver figura 2).

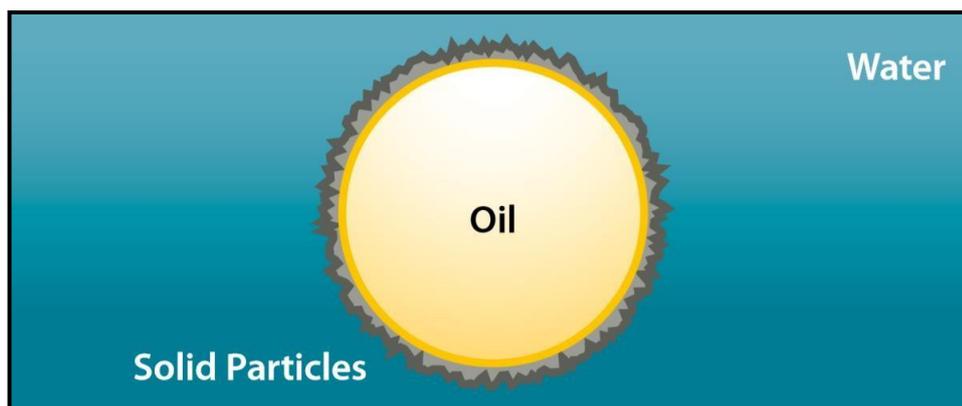


Figura 2. Película de sólidos alrededor de una gota de hidrocarburo.

Fuente: Extraído de Allen Filters (2009).

2. Sustancias químicas

Así como las partículas sólidas pueden ayudar a la formación de emulsiones oleosas, las sustancias químicas también causan un efecto similar, y su presencia en los ambientes de máquinas es muy frecuente, puesto que se usan para limpieza o mantenimiento; entre las principales sustancias que causan emulsiones tenemos a los jabones, detergentes y disolventes.

Los Jabones y detergentes disminuyen la tensión superficial de la interfaz hidrocarburos/agua y son la causa de la formación de pequeñas gotas de hidrocarburos estables, efecto que es potenciado en gran medida por los disolventes; entre los disolventes más comunes que se usan en la sala de máquinas tenemos al diésel, el queroseno y el benceno (MEPC, 2009).

Sin embargo, estas no son las únicas sustancias químicas que se encuentran en las sentinas y que afectan al separador de hidrocarburos, de acuerdo con Koss (1996), los agentes de extinción de incendios con espuma formadora de película acuosa (AFFF [Aqueous Film Forming Foam]), afectan negativamente el rendimiento del separador de aguas oleosas (EPA [Environmental protection Agency], 2011).

Finalmente, otro contaminante, aunque menos probable de que ocurra, es la presencia de microbios, los cuales también pueden ser

causantes de la emulsificación de residuos oleosos en las aguas de sentina (MEPC, 2009).

2.2.4.2. Fallas en el oleómetro

Hoy en día, de acuerdo a la fecha de construcción, se pueden diferenciar dos tipos de oleómetros:

- a) Los construidos bajo la resolución MEPC.60(33); es decir, para buques construidos antes del 1 de enero del 2005.
- b) Los construidos bajo la resolución MEPC.107(49); es decir, para buques construidos el 1 de enero del 2005 o posteriormente.

Los oleómetros del MEPC.60(33) son más antiguos, y aún se encuentran en uso ya que aún existen buques navegando construidos antes del 2005, estos oleómetros son pobres en la detección de emulsiones de hidrocarburos y no discriminan entre partículas aceitosas y otras partículas, tal y como manifiesta el MEPC (2009), este oleómetro “no es apto para emulsiones transparentes de cualquier tipo y, por consiguiente, puede generar falsos negativos (lecturas bajas)” (p. 23).

Lo que quiere decir que ciertas sustancias oleosas transparentes que se encuentran emulsionadas pueden no ser detectados por el oleómetro y en consecuencia pueden ser descargadas al mar como producto no oleoso provocando la contaminación del medio marino.

Con respecto a los oleómetros construidos bajo la resolución MEPC.107(49) son más aptos para detectar emulsiones oleosas y partículas de óxido de hierro; sin embargo, según la SNAME (2009), todavía tienen una capacidad limitada para detectar algunas partículas y emulsiones no oleosas (por ejemplo, jabones, solventes y detergentes.

Entonces se puede inferir que ambos oleómetros (antiguos y nuevos) presentan problemas a causa de los contaminantes en las aguas de sentina, los cuales se ha podido determinar que son los siguientes:

1. Lecturas falsas.
2. Error de calibrado (Incapacidad para poner el oleómetro en cero).

Las lecturas falsas pueden ser bajas como se vio anteriormente, o pueden ser altas tal y como indica el MEPC (2009), “La detección de las sustancias no oleosas puede generar falsos positivos ocasionales (lecturas elevadas) o incapacidad para conseguir lecturas reproducibles” (p. 23).

Mientras que el error de calibrado es la incapacidad de hacer que el oleómetro marque cero ppm, ni siquiera luego de lavarlo múltiples veces con agua dulce limpia, y esto representa un gran problema ya que cualquier lectura que mida el oleómetro sería falsa.

Se ha determinado que ambos problemas pueden ser causados por los siguientes motivos:

a) Burbujas de aire

Aunque las burbujas de aire no son contaminantes, pueden ser causadas por estos y contribuir en los problemas de lecturas puesto que pueden ser detectadas como turbidez de hidrocarburos, ósea ser detectadas como hidrocarburos, como menciona el MEPC (2009), “Las burbujas de aire interfieren con la transmisión y detección de la fuente o fuentes de luz y el hidrocarburoómetro las detecta como turbidez” (p. 22).

Las burbujas pueden ser causadas por diferentes factores, los más comunes son la cavitación, que puede deberse a la obstrucción en el tubo de muestreo, una fuga en el lado de aspiración del separador, y la efervescencia del efluente debido a la presencia de actividad biológica (MEPC, 2009).

Las obstrucciones pueden ser producto de la acumulación de contaminantes como herrumbre o lodos, y la efervescencia del agua puede ser provocada por la presencia de actividad biológica, entonces se infiere que los contaminantes afectan en la generación de las burbujas de aire y por consiguiente en las lecturas del oleómetro.

b) Detección de sustancias no oleosas

En ciertas ocasiones, el oleómetro detecta ciertas sustancias como partículas finas y compuestos orgánicos como si fueran hidrocarburos y los considera como tal dando lecturas falsas, estos materiales han sido identificados por el MEPC y se indican a continuación.

1. Partículas finas

Las principales partículas finas que pueden ser detectadas como hidrocarburos por el oleómetro son el hollín, la herrumbre y partículas de hierro (MEPC, 2009); tanto el hollín como las pequeñas partículas de hierro provienen de las operaciones de limpieza de la sala de máquinas, y la herrumbre es el resultado de la contaminación biológica. Los compuestos de óxido de hierro suelen encontrarse en espacios de máquinas más antiguos o con un mantenimiento deficiente.

Respecto a este tema, el MEPC (2009), manifiesta que “la imposibilidad de alcanzar el cero suele deberse a la presencia de herrumbre u otros materiales (película de material biológico) que recubren los sensores de transmisión y dispersión así como las demás partes internas” (p. 22). Es decir, se asientan en la superficie de los sensores del oleómetro.

En las primeras etapas de acumulación es fácil de limpiar al pasar agua dulce, sin embargo, a medida que pasa el tiempo, se forma una capa de color rojizo que es difícil de limpiar (MEPC, 2009); y es esta capa la que genera la imposibilidad de poner el oleómetro en cero, ya que reduce la luz que es captada por la fotocelda y la hace creer que hay una cantidad de hidrocarburo mayor a la que hay en realidad.

2. Compuestos orgánicos no oleosos

El hollín y la herrumbre no son los únicos materiales que pueden ser detectados como hidrocarburos por el oleómetro, los jabones, los disolventes y los organismos biológicos también pueden provocar este efecto, tal y como se explica a continuación.

“Los jabones y disolventes, conjuntamente o por separado, formarán pequeñas gotas en el agua (...) Estas pequeñas gotas dispersarán la luz de forma análoga a como lo hacen los hidrocarburos emulsionados, y serán detectadas por el hidrocarburoómetro” (MEPC, 2009, p. 22). Esto quiere decir que tanto jabones como disolventes pueden acumularse y formar pequeñas gotas en el agua de sentinas, y estas gotas pueden ser leídas por el oleómetro como si fueran hidrocarburos, ya que tiene la propiedad de dispersar la luz de forma similar a la que lo hacen las sustancias oleosas.

De la misma manera los organismos biológicos que proliferan en las tuberías y en los tanques de sentinas pueden hacerse pasar por hidrocarburos ante el oleómetro, como lo menciona el MEPC (2009), “estas partículas pueden ser detectadas por un hidrocarburoómetro y registrarse como hidrocarburos” (p. 17). Es por este motivo que se recomienda usar el sistema con regularidad, para evitar la formación de este tipo de organismos.

2.2.5. Técnicas para diagnosticar la presencia de contaminantes en las aguas de sentinas

Existen ciertas técnicas que sirven para determinar la presencia de los contaminantes en las aguas de sentinas, el saber que contaminantes están presentes, ayuda a determinar qué medidas se deben tomar para poder tener una buena gestión de las aguas de sentina y de esta manera evitar fallas en el sistema OWS. Estas técnicas pueden ser divididas en físicas y químicas como se puede apreciar a continuación.

2.2.5.1. Técnicas físicas

a) Inspección visual: Detección de hidrocarburos no emulsionados

Cuando existe una sospecha de que pueda existir algún problema con el separador de hidrocarburos, lo primero que se debe hacer es una inspección visual, ya que es la forma más rápida y sencilla de ver si el

separador está trabajando adecuadamente Según MEPC (2009), “La inspección visual puede resultar muy informativa y constituye uno de los mejores modos de evaluar la presencia de hidrocarburos” (p. 15).

Entonces este método sirve para determinar la presencia de hidrocarburos, ya que es una sustancia muy característica y fácil de determinar ya que flotan sobre la superficie del agua y dejan una película sobre las superficies.

Como se puede apreciar, este método resulta factible para detectar hidrocarburos no emulsionados, lo cual ayuda a descartar la presencia de contaminantes en el agua de sentina que puedan causar emulsiones; entonces, en caso de error, se debería verificar que otro motivo está causando la falla en el sistema.

b) Prueba de pH del residuo de evaporación: Detección de detergentes y disolventes alcalinos no volátiles

Como se indicó anteriormente, los detergentes y los jabones tienen un efecto adverso tanto en el separado de hidrocarburos como en el oleómetro, y es por este motivo que es indispensable saber cómo detectar la presencia de estas sustancias en las aguas de sentina.

Para determinar la presencia los detergentes como los disolventes alcalinos que no son volátiles se debe tomar una pequeña muestra de

agua de sentina en un envase y se hará que el agua se evapore completamente y luego se procederá a mojar ligeramente un pedazo de papel de pH (papel que sirve para medir el grado de acidez o de alcalinidad) y luego se frotará con el residuo que quedó en el envase, si el papel se pone de color azul significa que hay alcalinidad y en consecuencia presencia de detergentes y/o disolventes alcalinos (MEPC, 2009).

En consecuencia, este pequeño experimento, permitirá tomar determinadas decisiones, en caso de que dé positivo se deberán tomar las medidas correctivas en la eliminación de estas sustancias, y si da negativo se deberían seguir haciendo más pruebas de diagnóstico de contaminantes, para poder averiguar cuál es el contaminante que está afectando al sistema.

c) Filtración de partículas combinada con la prueba del residuo de evaporación: Detección de hollín

Generalmente, si hay hollín en las aguas de sentina, la tripulación suele estar consciente de su presencia y conoce su origen; básicamente, el hollín aparece como resultado de la limpieza de las zonas de máquinas.

Sin embargo, para estar totalmente seguros el MEPC (2009), indica que “con objeto de identificar físicamente la presencia de hollín, se puede

inspeccionar el residuo de una prueba del residuo de evaporación” (p. 16); ya que, el hollín tiene características fáciles de reconocer porque es un polvo fino de color negro.

2.2.5.2. Técnicas químicas

a) Prueba de separación por ácido: Detección de hidrocarburos emulsionados

Como se señaló anteriormente, las emulsiones de hidrocarburos en agua son muchas pequeñas gotas de aceite flotando dispersas en el agua de sentinas, y es por eso que cuando existe esta situación el agua de sentina se ve turbia; más específicamente el MEPC (2009), indica que “si no existe una capa visible de hidrocarburos en la parte superior de la muestra y la muestra está turbia (poco clara), es posible que la turbidez se deba a los hidrocarburos emulsionados” (p. 15).

Entonces ante esta situación, se puede sospechar que hay hidrocarburos emulsionados, sin embargo, para confirmar este hecho se debe realizar el siguiente procedimiento.

Se debe tomar una pequeña muestra de agua de sentinas (50 ml, por ejemplo), en un envase de vidrio y agregarle tres gotas de ácido sulfúrico concentrado, lo que provocará (en caso de que exista una emulsión) que

el agua y el hidrocarburo se separen, haciendo que el hidrocarburo suba a la superficie luego de unos 15 minutos (MEPC, 2009).

Es una técnica simple de aplicar y de rápida respuesta, que permite detectar emulsiones de hidrocarburos en agua y en consecuencia determinar la causa del mal funcionamiento del sistema OWS.

b) Prueba del ácido cítrico: Detección de partículas de compuestos de hierro (herrumbre u óxido) causantes de turbidez

Como bien se dijo con anterioridad, la herrumbre es una de las principales causas de error de los oleómetros ya que, con el tiempo, esta materia termina pegándose a los sensores y provocando las lecturas falsas, es por esta razón que saber cómo detectar su presencia en las aguas de sentina es imprescindible para los oficiales de máquinas.

Para determinar la presencia de partículas de compuesto de hierro, especialmente la herrumbre se, deberá tomar una pequeña muestra de las aguas de sentina en un recipiente y se le añadirá entre 0.2 y 0.5 gramos de ácido cítrico lo que provocará que se produzca una efervescencia y una claridad del agua (MEPC, 2009).

Estos dos indicadores, la formación de burbujas y la aclaración del color del agua de sentinas, son síntomas de que existen pequeñas partículas de hierro y herrumbre en las aguas de sentina, y en

consecuencia indican que estos son los contaminantes que están ocasionando las fallas en el sistema.

d) Prueba del ácido cítrico: Detección de productos de descomposición bacteriana y microbiana

La presencia de bacterias y microbios contaminantes pueden proceder de aguas residuales o del crecimiento de organismos en la sentina y las tuberías. Es importante saber cómo determinar su presencia, puesto que como se indicó anteriormente, esta contaminación biológica puede causar problemas en el sistema.

Para poder determinar su presencia el MEPC (2009), indica que “si se añade ácido cítrico a una muestra, los productos de descomposición bacteriana o microbiana causantes de turbidez precipitarán” (p. 17).

Esto quiere decir que se hundirán hasta el fondo y en consecuencia provocaran una mejora en la claridad del agua de sentina. Hecho que indica la presencia de estos contaminantes, lo que permitirá tomar medidas al respecto por parte de los tripulantes de máquinas para eliminar o reducir la formación de estos organismos.

2.2.6. Gestión de las aguas de sentinas

Por gestión de aguas de sentinas, se entiende a la manera en que los tripulantes de máquinas manejan estas aguas, decidiendo que sustancias

ingresan a las sentinas y cuáles no, así como el tratamiento previo que le dan al agua antes de su ingreso por el separador, para que de esta manera el agua de sentina esté lo más adecuada posible para su proceso en el sistema OWS.

2.2.6.1. Fuentes de contaminación de las aguas de sentinas

Las fuentes de contaminación de las aguas de sentina son diversas, ya que los pozos de sentinas se encuentran en la parte inferior de la sala de máquinas y cualquier desecho líquido o hasta sólido termina en ellas.

Los siguientes contaminantes a menudo se encuentran a bordo de un buque y, por lo tanto, en las aguas de sentinas:

1. Aceite lubricante viejo (de fugas de motor y equipo)
2. Aceite lubricante nuevo (por derrames al llenar el equipo)
3. Jabón (de los lavaderos de la sala de máquinas)
4. Hollín (en niebla fina del escape del motor)
5. Hollín (en partículas más grandes de la limpieza de la caldera)
6. Limpiadores de sentinas, depósitos e intercambiadores de calor.
7. Residuos del purificador de combustible como agua y lodos.
8. Aceite combustible (por fugas en el colector, falla del equipo, etc.)
9. óxido
10. Anticongelante
11. Aceite hidráulico (por fugas o llenado)

12. Virutas y residuos de pintura (de actividades de pintura o falla de pintura)
13. Disolventes (de pinturas, derrames y limpieza de piezas)
14. Contaminante biológico (algas de la limpieza del filtro y contaminación microbiana)
15. Lodo (de filtro y limpieza de equipos)
16. Aguas residuales (de fugas) (Hendrik, 2006).

Sin embargo, existen muchos más contaminantes que pueden estar presentes en estas aguas, tales como el condensado de compresores de aire, el drenaje de agua de la caldera, espuma contra incendios, productos químicos para el tratamiento del agua y el condensado del aire acondicionado. Se pueden apreciar como las fuentes de contaminación de la sala de máquinas pueden ser diversas y por consiguiente sus contaminantes también lo son.

En buques operados apropiadamente solo pequeñas cantidades de estos materiales estarán presentes siempre que no haya fallas; sin embargo, hasta los buques mejor operados sufren fallas en sus equipos, lo que tiene como consecuencia la contaminación de las aguas de sentinas.

2.2.6.2. Gestión de las aguas de sentinas

La gestión de las aguas de sentina es muy importante para el sistema OWS, tal y como indica Mohit (2013), no importa qué equipo se instale a bordo de los buques, si la gestión de la sentina no es adecuada, el sistema OWS estará defectuoso.

En consecuencia, solo la buena gestión de las aguas de sentina ayudara a tener un buen rendimiento en el sistema OWS; algunas de las buenas prácticas y consejos para una gestión eficiente de la sentina son los siguientes:

- 1) El hidrocarburo usado o residual no debe colocarse intencionalmente en el tanque de sentina, debe colocarse en un tanque de aceite separado o en un tanque de aceite sucio designado para estos hidrocarburos, y luego debe quemarse en el incinerador o descargarse a una instalación de tierra (Mohit, 2013).

El hidrocarburo usado o residual no necesita pasar por el separador ya no está mezclado con agua; depositar hidrocarburo en estas aguas solo le daría trabajo innecesario al separador de hidrocarburos y aumentaría el deterioro natural del sistema.

- 2) Los productos químicos desechados no deben depositarse en el tanque de sentina ya que el pH del agua por encima de 10 y por debajo

de 4 puede causar la emulsión química del agua de sentina y provocar dificultades en la separación, por lo tanto, se deben tener las siguientes consideraciones:

- la purga de la caldera no debe hacerse en las sentinas, sino que debe hacerse por la borda, ya que los químicos acondicionadores pueden causar emulsiones químicas.
- los productos químicos de limpieza de sentinas deben ser compatibles con separadores de agua aceitosa. Los productos químicos incorrectos harán que el aceite sea soluble en agua y nunca podrían separarse.
- No se debe poner agua de trapear que contenga detergentes ni agua de lavado a mano en los tanques de sentina (Mohit, 2009).

Es habitual y necesario el uso de químicos en la sala de máquinas, para todo tipo de operaciones, como mantenimiento, limpieza y funcionamiento de algunos equipos, sin embargo, en vista de los problemas que pueden presentar, es de suma importancia que los tripulantes conozcan las características de estos productos, y eviten en la medida de lo posible depositarlos en los tanques de sentinas ya que los químicos con mucha acidez o alcalinidad pueden provocar emulsiones.

3) Se debe hacer uso correcto de los tanques de almacenamiento de sentinas. El uso del tanque de almacenamiento de sentinas aumenta la efectividad del separador de aguas oleosas ya que ayuda a separar

el hidrocarburo del agua, además algunos de estos tanques cuentan con serpentines de calentamiento. En estos tanques el hidrocarburo separado puede verse visualmente y debe colocarse en un tanque de aceite sucio, y el agua de más limpia debe colocarse en el tanque de sentina (Mohit, 2009).

Estos tanques son de gran ayuda, pero solo si se usan adecuadamente, ya que pueden ayudar a separar gran cantidad de hidrocarburos por decantación y haciendo uso de serpentines de calentamiento.

4) Use un tanque de drenaje limpio de manera efectiva, en climas tropicales hay una condensación de más de 2 metros cúbicos por día. Como se trata principalmente de agua limpia, no se debe permitir que vaya al tanque de sentina; en su lugar, debe colocarse en el tanque de drenaje limpio y, posteriormente, eliminarse adecuadamente. Las fugas de las bombas de agua dulce y agua de mar también deben colocarse en el tanque de drenaje limpio. Así mismo, el condensado del aire acondicionado no debe colocarse en las sentinas, sino que debe colocarse en un tanque separado o directamente por la borda (Mohit, 2009).

El exceso de agua hará que el separador trabaje más y aumentara los costos de mantenimiento y operación. Por lo tanto, aunque parezca algo inofensivo y que no causaría ningún problema, se debe evitar a toda

costa poner agua limpia, libre de hidrocarburos en los tanques de sentina, ya que, puede afectar en el desempeño del sistema OWS.

5) El diseño de las tuberías del sistema OWS juegan un papel importante en el manejo de las aguas de sentinas, se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Las tuberías verticales causan el cizallamiento del agua próxima y deben evitarse tanto como sea posible.
- La tubería de entrada debe ser lisa y sin demasiadas curvas indebidas para causar turbulencias.
- La tubería de entrada debe tener la menor cantidad de válvulas y otros accesorios. Siempre que sea posible, las válvulas de línea recta, como las válvulas de compuerta, deben usarse sobre las válvulas de ángulo y las válvulas de globo para evitar turbulencias
- Las tuberías de entrada de diámetro pequeño provocan el cizallamiento del agua y hacen que las gotas de aceite sean más pequeñas. (Mohit, 2009).

De lo anterior se infiere que el diseño de las tuberías debe ser tal que no cause turbulencias o cizallamiento (corte del agua que provoca turbulencia) en el agua de sentinas ya que provoca que los contaminantes se mezclen con el agua y el hidrocarburo y formen emulsiones, las cuales, son difíciles de separar y causan problemas en el desempeño del separador de hidrocarburos.

6) El polvo y los residuos de carga no deben drenarse a las sentinas, estas partículas pueden causar la estabilización de las emulsiones. En consecuencia, el hollín de las calderas y economizadores debe colocarse en un tanque separado y desecharse. (Mohit, 2013).

Si se tiene cuidado al controlar la entrada de agua y desechos en las sentinas, no habrá ningún problema en el funcionamiento del separador de agua oleosa, ya que esto haría que el sistema opere con las sustancias para las que fue diseñado.

2.2.7. Solución de problemas del sistema OWS relacionados a los contaminantes en las aguas de sentinas

Ante los problemas anteriormente expuestos, expertos en el tema dan las siguientes medidas preventivas y correctivas.

2.2.7.1. Eliminación de contaminantes

Primeramente, como primera y principal medida preventiva y correctiva se deberían eliminar todas las fuentes de contaminantes o reducirlas a un mínimo, para lo cual se recomiendan las siguientes acciones:

1) Se controlará la cantidad de disolventes, detergentes, desengrasantes y sustancias químicas que puedan ingresar en las

aguas de sentina (MEPC, 2009). Solo se deberían usar sustancias químicas que garanticen que no causan ningún tipo de daño a el sistema OWS.

2) Se debe evitar descargar aguas residuales y residuos orgánicos (de comida) en las aguas de sentina (MEPC, 2009). Ya que estos materiales pueden ocasionar la formación de organismos microbianos y bacterianos. Y en caso de que se presente este problema la SNAME (2009) recomienda tratar los tanques de sentina con un biocida.

3) Se pondrá en funcionamiento el separador de aguas oleosas con regularidad (MEPC, 2009). Para prevenir la formación de lodos en las líneas, bombas, tanques de retención y en el mismo interior del separador.

4) Se controlarán las fugas y los ingresos por mantenimiento u operación de refrigerantes, fueloil, lubricantes, fluidos hidráulicos, fangos de hidrocarburos, agua de la caldera, del agua de enfriamiento del pistón y agua de refrigeración y del aire acondicionado (MEPC, 2009). Para que estos no ingresen en las aguas de sentinas y evitar dar más trabajo al separador ya que esto acelera el deterioro del sistema.

5) Se controlará la cantidad de hollín que penetra en la sentina procedente del lavado del equipo y de las fugas que provienen de las tuberías de escape (MEPC, 2009); y se debe evitar que el óxido de la

maquinaria y otros accesorios viejos entren en la sentina (SNAME, 2009).

6) Se deberían instalar dispositivos de limpieza con raseras para quitar los hidrocarburos de la parte superior del tanque y descargarlos en un tanque de lodos (MEPC, 2009). De esta manera se aprovechan las propiedades de los hidrocarburos en el agua ya que, al ser menos densos, luego de un tiempo de reposo terminan flotando en la superficie del tanque y no es necesario su procesamiento en el separador de hidrocarburos.

7) Cuando se tiene agua de sentina muy contaminada (con detergentes, disolventes, etc.) se debe tratar y descargar en una instalación de recepción de tierra (SNAME, 2009). Es decir, que no se debe hacer pasar el agua contaminada a través del sistema OWS ya que podría contaminarlo y generar problemas en su rendimiento y daría lugar a tener que realizar una exhaustiva limpieza del sistema.

Como se ha podido observar, para poder reducir o eliminar los contaminantes es necesario cambios radicales en las prácticas a bordo del buque, es decir, en la actitud de los oficiales y tripulantes de máquinas en el manejo de las aguas de sentinas.

2.2.7.2. Uso de diagramas para la solución de problemas del sistema OWS

El SNAME y el MEPC de la OMI han creado dos diagramas de flujo con la finalidad de ayudar a resolver los problemas del sistema OWS ocasionados por los contaminantes en las aguas de sentinas.

En caso de que se presenten problemas con el sistema OWS el MEPC en la circular 677 ofrece un árbol de decisiones para el diagnóstico y la solución de problemas ocasionados por contaminantes en las aguas de sentinas.

Según el MEPC (2009), este diagrama prescribe “una serie de pruebas encaminadas a establecer la posible causa o causas del problema o problemas, además de recomendar en cada caso diversas medidas correctoras” (MEPC, 2009, p. 7). Entonces, este diagrama guiará a los ingenieros hasta encontrar la fuente del problema a través de pruebas; cabe resaltar que estas pruebas están diseñadas para que la tripulación del buque pueda realizarlas sin necesidad de un técnico experto.

Este árbol de decisiones comienza dando instrucciones desde el problema inicial, el cual es que el separador está en modo de recirculación (no se puede descargar agua al mar).

La primera instrucción que da el diagrama es que se lave el oleómetro a fin de determinar si es este instrumento el que presenta problemas, luego se continua por las distintas secciones del diagrama y se efectúan los test de acuerdo a las preguntas que formula el diagrama y de esta manera se llega al problema y a las soluciones recomendadas (MEPC, 2009).

Por lo tanto, es muy recomendado el uso de este diagrama a bordo de los buques mercantes, para ayudar a los ingenieros a determinar el problema que pueda presentar su sistema OWS.

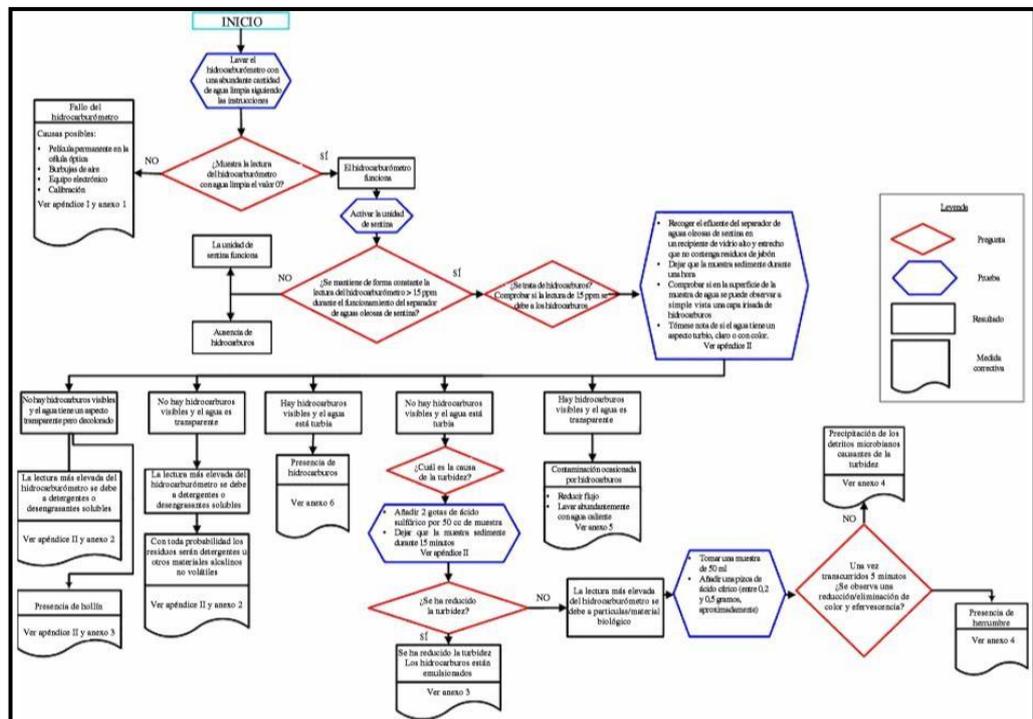


Figura 3. Árbol de decisiones para el diagnóstico y la solución de problemas en caso de contaminantes en las aguas de sentinas.

Fuente: Extraído de MEPC (2009).

Por otro lado, SNAME (2009), recomienda que todos los involucrados e interesados con el funcionamiento, la operación y el cuidado del sistema OWS desarrollen un diagrama de flujo (similar al de la figura 4) para determinar las fuentes de contaminantes de las aguas de sentina.

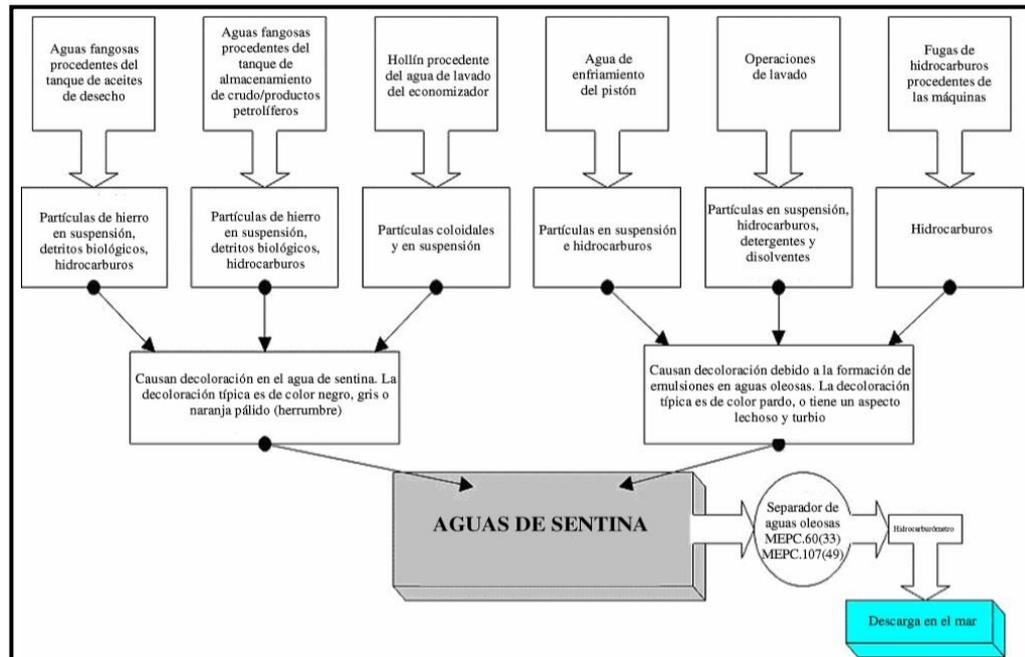


Figura 4. Diagrama secuencial de las fuentes de contaminación de las aguas de sentina.

Fuente: Extraído de MEPC (2009).

De esta manera se puede tener un conocimiento de cuáles son las fuentes de los contaminantes y por consiguiente de los contaminantes en sí, lo que permite tener una mejor gestión de las aguas de sentina.

2.2.7.3. Reforma o actualización del sistema OWS

a) Reforma

Así mismo, para poder solucionar los problemas de los contaminantes, muchas veces será necesario una reforma (modificación del sistema) del sistema OWS, para lo cual se dan las siguientes recomendaciones.

1) Utilizar tanques de almacenamiento más esbeltos que cuenten con serpentines para el calentamiento de las aguas de sentina (MEPC, 2009). Con la finalidad de permitir la sedimentación de los sólidos de gran tamaño, y así ayudar en la separación.

2) Uso de filtros para partículas de gran tamaño, filtros portátiles y semifijos para el tratamiento de fuentes muy contaminadas antes de que los contaminantes penetren en la sentina (por ejemplo, filtros de partículas para las operaciones de lavado de hollín) (MEPC, 2009). Los diferentes filtros que se puedan usar para colar todas las partículas sólidas, en diferentes etapas del proceso de tratamiento de aguas de sentina, son de gran ayuda para el sistema puesto que evitan la acumulación de estas sustancias en el interior del separador y el oleómetro.

- 3) Utilizar bombas de diafragma o bombas de cavidad progresiva (MEPC, 2009). Ya que, son estas las bombas que transfieren las aguas de sentinas de una manera más apropiada pues no generan tanta turbulencia como otras, y esto ayuda a prevenir que se formen emulsiones.
- 4) Lavar periódicamente con abundante agua caliente el separador de hidrocarburos (MEPC, 2009). Para remover todos los contaminantes que se puedan encontrar, en especial los lodos, y de esta manera garantizar el buen desempeño del separador.
- 5) Diagnosticar regularmente el agua que sale del separador de hidrocarburos (MEPC, 2009). Ya que, de esta manera se puede verificar que el sistema está operando apropiadamente, así como determinar que sustancias se encuentran presentes y pueden estar afectando el rendimiento del separador.
- 6) Registrar y verificar las presiones y los caudales del sistema OWS (MEPC, 2009). Ya que, cambios en las medidas de estos parámetros puede significar la obstrucción de las líneas por lodos acumulados en las tuberías.

Así mismo, el MEPC (2009), recomienda implementar un afinado posterior al tratamiento de las aguas de sentinas, es decir, una filtración más exhaustiva de las aguas de sentina, este proceso de afinado debe

realizarse al agua que ha pasado por el separador de aguas oleosas, para filtrar partículas pequeñas y tratar emulsiones; entre las tecnologías que recomienda están las siguientes:

- 1) Absorbedores, sirven para atrapar las emulsiones oleosas.
- 2) Membrana de ultrafiltración, permite que el agua de sentina que sale del separador atraviese una membrana semipermeable que cuela las partículas diminutas y las gotas emulsionadas.

b) Actualización del sistema (OWS Centrífugo)

Por otro lado, otra opción para solucionar los problemas que provocan los contaminantes, es la sustitución de los sistemas OWS que funcionan solo por gravedad y con el uso de filtros por un sistema OWS centrífugo el cual es más efectivo para realizar la separación de emulsiones y de los contaminantes sólidos.

Los sistemas OWS centrífugos, al igual que los OWS por gravedad, emplean la diferencia de densidad entre el aceite y el agua, y la coalescencia de las gotas de aceite para separar el petróleo del agua de sentina, sin embargo, lo hacen multiplicando en gran medida la gravedad utilizando la aceleración centrífuga (EPA, 2011). La fuerza giratoria tiene la propiedad de separar sustancias de diferentes densidades al hacer que las sustancias de mayor densidad (como sólidos) se sedimenten fuera del eje de sedimentación y los de menos densidad se desplacen hacia el eje de rotación de la fuerza centrífuga, es decir desplazando los

sólidos y el agua hacia los bordes y los hidrocarburos hacia el centro, es decir tiene el mismo principio de funcionamiento que los purificadores de máquinas (ver figura 5).

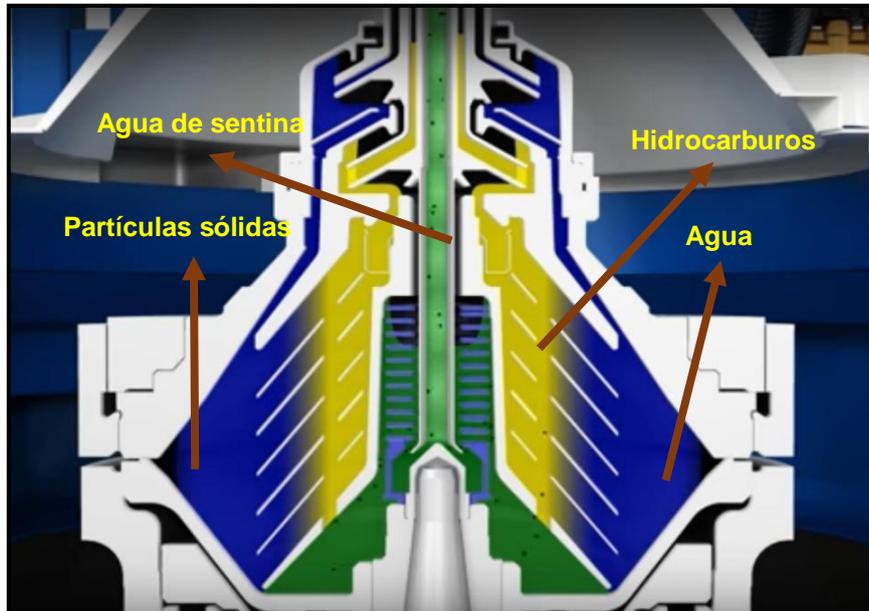


Figura 5. Separación de las aguas de sentina en un separador OWS centrífugo.

Fuente: Adaptado de Alfa Laval (2011).

En comparación con el OWS por gravedad convencional, los separadores centrífugos son compactos y altamente eficientes, no requieren grandes tanques de retención de agua de sentina y generan un volumen mínimo de desechos, funcionan continuamente sin horas de trabajo significativas para la operación y supervisión; sin embargo, estos sistemas usan motores de gran potencia que requieren un mantenimiento regular y además el precio de inversión inicial es relativamente alto (EPA. 2011).

Entonces, la instalación de un sistema OWS centrífugo dependerá de los armadores y de su capital de inversión, así mismo, deberán tener en cuenta que una mejor solución sería entrenar a la tripulación para que tenga una buena gestión de las aguas de sentina y de esa manera cumplir con los estándares establecidos por MARPOL utilizando los clásicos sistemas OWS por gravedad.



Figura 6. Sistema OWS Centrífugo Marca Alfa Laval PureBilge.
Fuente: Extraído de NauticExpo (2020).

2.2.7.4. Solución de problemas de los oleómetros

Uno de los mayores problemas que causan los contaminantes en los oleómetros, es el no permitir que el oleómetro se ponga en cero (hacer

que marque cero ppm luego de haber hecho la limpieza con agua), para lo cual, se debe seguir el siguiente procedimiento.

Primero, se debe intentar poner el oleómetro en cero utilizando los medios de lavado de los que dispone el sistema, si es que no se logra poner en cero se deberán revisar las líneas para verificar que no exista ninguna obstrucción, en caso la hubiera, bastaría con retirarla para solucionar la falla (MEPC, 2009).

Se procederá a revisar las superficies del tubo de vidrio del oleómetro para ver si hay herrumbre u óxido de hierro pegado, es posible que esta se la razón del problema (MEPC, 2009). Ya que, esa capa de óxido o herrumbre no permite que la luz del foco llegue a la fotocelda receptora provocando lecturas falsas y la imposibilidad de poner el instrumento en cero.

Para solucionar este problema se debería seguir las instrucciones de limpieza que da el fabricante en el manual del sistema; en caso de que no se cuente con las sustancias de limpieza especificadas en el manual, el MEPC (2009) indica que “se podrá utilizar vinagre o una solución de ácido cítrico al 10 %” (p. 27). Esta solución debería eliminar la herrumbre o el óxido y de esta manera solucionar el problema, finalmente, solo quedaría volver a lavar el oleómetro con abundante agua.

Entonces, si se determina que es problema es causado por la presencia de partículas no oleosas, se debería proceder a su eliminación, y a una limpieza exhaustiva del sistema, así como, a establecer un régimen (buena gestión de las aguas de sentina) que no permita que estos contaminantes penetren en las sentinas de nuevo para no volver a presentar los mismos problemas.

Para prevenir los problemas causados por los contaminantes en los oleómetros se debería de realizar un mantenimiento periódico, las respectivas inspecciones y calibrados para detectar la presencia de los contaminantes antes de que generen problemas, así como, lavar el oleómetro con abundante agua luego de su uso y limpiar la célula de medición con una escobilla (si es que dispone de medios de limpieza manuales) (MEPC, 2009).

Todo esto para prevenir la acumulación de los contaminantes, en especial de la herrumbre, la cual es la causa principal de los problemas en los oleómetros.

2.3. Definiciones conceptuales

Ácido sulfúrico: “Acido mineral altamente corrosivo. El H₂SO₄ se utiliza para bajar el pH de una muestra. El ácido sulfúrico se utiliza para separar del agua las gotas pequeñas de hidrocarburos en suspensión” (MEPC, 2009, p. 44).

Afinado: “Tratamiento secundario (posterior al tratamiento con el separador de aguas oleosas) de las aguas de sentina. Esta categoría puede comprender, entre otras, técnicas de floculación, filtración en superficie modificada, digestión biológica, filtración por membrana o destilación” (MEPC, 2009, p. 44).

Emulsión: “la suspensión estable de gotas pequeñas en un líquido inmiscible en otro líquido” (MEPC, 2009, 44).

Herrumbre: “significa cualquier compuesto del hierro del tamaño de una micra” (MEPC, 2009, p. 25).

Hidrocarburos: “Líquido compuesto de moléculas hidrocarbúricas insolubles en agua y de origen animal o mineral” (MEPC, 2009, p. 45).

Hollín: “Partículas de carbono resultantes de una combustión incompleta de hidrocarburos” (MEPC, 2009, p. 45).

ppm: "Significa partes de hidrocarburos por millón de partes de agua, en volumen" (MEPC, 2016, p. 7).

CAPÍTULO III: HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1. Formulación de la hipótesis

3.1.1. Hipótesis general

Hi: Existe un nivel bajo de conocimiento de las fallas del sistema OWS por contaminantes presentes en las aguas de sentinas en oficiales egresados de la especialidad de máquinas de la ENAMM, 2020.

Ho: No existe un nivel bajo de conocimiento de las fallas del sistema OWS por contaminantes presentes en las aguas de sentinas en oficiales egresados de la especialidad de máquinas de la ENAMM, 2020.

3.1.2. Hipótesis específicas

- **Hipótesis específica 1**

H₁: Existe un nivel bajo de conocimiento de las fallas de los componentes principales del sistema OWS por contaminantes presentes en las aguas de sentinas en oficiales egresados de la especialidad de máquinas de la ENAMM, 2020.

H₀: No existe un nivel bajo de conocimiento de las fallas de los componentes principales del sistema OWS por contaminantes presentes en las aguas de sentinas en oficiales egresados de la especialidad de máquinas de la ENAMM, 2020.

- **Hipótesis específica 2**

H₂: Existe un nivel bajo de conocimiento de las técnicas para diagnosticar la presencia de contaminantes en las aguas de sentinas en oficiales egresados de la especialidad de máquinas de la ENAMM, 2020.

H₀: No existe un nivel bajo de conocimiento de las técnicas para diagnosticar la presencia de contaminantes en las aguas de sentinas en oficiales egresados de la especialidad de máquinas de la ENAMM, 2020.

- **Hipótesis específica 3**

H₃: Existe un nivel bajo de conocimiento de la gestión de las aguas de sentinas en oficiales egresados de la especialidad de máquinas de la ENAMM, 2020.

H₀: No existe un nivel bajo de conocimiento de la gestión de las aguas de sentinas en oficiales egresados de la especialidad de máquinas de la ENAMM, 2020.

- **Hipótesis específica 4**

H₄: Existe un nivel bajo de conocimiento de la solución de problemas del sistema OWS relacionados a los contaminantes en las aguas de sentinas en oficiales egresados de la especialidad de máquinas de la ENAMM, 2020.

H₀: No existe un nivel bajo de conocimiento de la solución de problemas del sistema OWS relacionados a los contaminantes en las aguas de sentinas en oficiales egresados de la especialidad de máquinas de la ENAMM, 2020.

3.2. Variables y dimensiones

3.2.1. Variable de interés: Conocimiento de las fallas del sistema OWS por contaminantes presentes en las aguas de sentinas

Dimensiones:

- Conocimiento de las fallas de los componentes principales del sistema OWS por contaminantes presentes en las aguas de sentinas.
- Conocimiento de las técnicas para diagnosticar la presencia de contaminantes en las aguas de sentinas.
- Conocimiento de la gestión de las aguas de sentinas.
- Conocimiento de la solución de problemas del sistema OWS relacionados a los contaminantes en las aguas de sentinas.

CAPÍTULO IV: DISEÑO METODOLÓGICO

4.1. Diseño de la investigación

La presente investigación es de diseño no experimental, transversal descriptiva.

Se dice que es no experimental ya que según Hernández, Fernández y Baptista (2014), estos son “Estudios que se realizan sin la manipulación deliberada de variables y en los que sólo se observan los fenómenos en su ambiente natural para analizarlos” (p. 152). Es decir, son investigaciones en donde solo se miden y analizan las variables.

Mientras que “Los diseños transeccionales descriptivos tienen como objetivo indagar la incidencia de las modalidades o niveles de una o más variables en una población” (Hernández *et al.*, 2014, p. 155).

Por tanto, para realizar la presente investigación se necesita usar este diseño ya que se pretende determinar cuáles son los niveles de la variable conocimiento de

las fallas del sistema OWS por contaminantes en las aguas de sentinas en un grupo de personas.

De igual modo, la investigación es de alcance descriptivo y de enfoque cuantitativo.

De alcance descriptivo porque “únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren” (Hernández *et al.*, 2014, p. 92).

Y es de enfoque cuantitativo debido a que “utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin de establecer pautas de comportamiento y probar teorías” (Hernández *et al.*, 2014, p. 4). Es decir que se apoya en las matemáticas para solucionar los problemas planteados.

4.2. Población y muestra

4.2.1. Población

Según carrasco (2005), la población es “el conjunto de todos los elementos (unidades de análisis) que pertenecen al ámbito espacial donde se desarrolla el trabajo de investigación” (p. 236 - 237).

Por lo tanto, en este caso, la población está conformado por 50 oficiales egresados de la especialidad de máquinas de la ENAMM en los años 2015 y 2016.

4.2.2. Muestra

Según Carrasco (2005), la muestra “es una parte o fragmento representativo de la población cuyas características son las de ser objetiva y reflejo fiel de ella” (p. 237).

La muestra es no probabilística ya que según Carrasco (2005), “no todos los elementos de la población tienen la probabilidad de ser elegidos para formar parte de la muestra” (p. 243). Y es intencionada porque “el investigador selecciona según su propio criterio, sin ninguna regla matemática o estadística. El investigador procura que la muestra sea lo más representativa posible (...) eligiendo aquellos elementos que considera convenientes y cree que son los más representativos” (Carrasco, 2005, p. 243).

Entonces, según lo anteriormente mencionado, la muestra es no probabilística intencionada conformada por 30 oficiales egresados de la especialidad de máquinas de la ENAMM desde el año 2015 al 2016, los cuales fueron seleccionados como los más representativos según los siguientes criterios: contar con el Certificado de Competencia válido, que se encuentren en actividad laboral como ingenieros en el ámbito marítimo y que tengan como mínimo un año de navegación como oficiales de máquinas.

4.3. Operacionalización de las variables

Tabla 1

Operacionalización de las variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicador	Ítems
Conocimiento de las fallas del sistema OWS por contaminantes presentes en las aguas de sentinas	Conjunto de información adquirida a través de estudios académicos y la experiencia cotidiana sobre las fallas del sistema OWS por contaminantes presentes en las aguas de sentinas	Resultado del cuestionario de conocimiento de las fallas del sistema OWS por contaminantes presentes en las aguas de sentinas	Conocimiento de las fallas de los componentes principales del sistema OWS	- Nivel de conocimiento de las fallas del separador	1,2,3
			Conocimiento de las técnicas para diagnosticar la presencia de contaminantes en las aguas de sentinas	- Nivel de conocimiento de las fallas del oleómetro	4,5,6
			Conocimiento de las técnicas para diagnosticar la presencia de contaminantes en las aguas de sentinas	- Nivel de conocimiento de las técnicas físicas	7,8,9
			Conocimiento de las técnicas para diagnosticar la presencia de contaminantes en las aguas de sentinas	- Nivel de conocimiento de las técnicas químicas	10,11,12
			Conocimiento de la gestión de las aguas de sentinas	- Nivel de conocimiento de las propiedades de las aguas de sentinas	13,14,15
			Conocimiento de la gestión de las aguas de sentinas	- Nivel de conocimiento de las buenas prácticas en la gestión de las aguas de sentinas	16,17,18
			Conocimiento de la solución de problemas del sistema OWS relacionados a los contaminantes en las aguas de sentinas	- Nivel de conocimiento de las medidas preventivas	19,20,21
			Conocimiento de la solución de problemas del sistema OWS relacionados a los contaminantes en las aguas de sentinas	- Nivel de conocimiento de las medidas correctoras	22,23,24

4.4. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

4.4.1. Técnicas

En la presente investigación se utilizó como técnica la encuesta, la cual es definida por Carrasco (2005), “como una técnica de investigación social para la indagación, exploración y recolección de datos, mediante preguntas formuladas directa o indirectamente a los sujetos que constituyen la unidad de análisis del estudio investigativo” (p. 314).

4.4.2. Instrumentos, validez y confiabilidad

4.4.2.1. Instrumentos

Como instrumento se creó un cuestionario, el cual según Carrasco (2005),

es una forma o modalidad de la encuesta, (...) consiste en presentar (previa orientación y charlas motivadoras) a los encuestados una hojas o pliegos de papel (instrumentos), conteniendo una serie ordenada y coherente de preguntas formuladas con claridad, precisión y objetividad, para que sean resueltas de igual modo (p. 318).

El cuestionario utilizado para medir la variable de investigación fue de preguntas cerradas, lo que conduce a una codificación dicotómica para

el procesamiento estadístico, con el valor de 1 para las respuestas correctas y de 0 para las respuestas incorrectas; así mismo está conformado por 24 preguntas, de las cuales se establecieron 6 preguntas por cada dimensión.

4.4.2.2. Validez

La validez de los instrumentos se determinó con el juicio de 4 expertos (3 expertos en el tema y 1 experto en metodología), quienes, revisaron el instrumento y verificaron su coherencia con los objetivos de la investigación, las variables e indicadores, certificando que el instrumento es válido.

Según Hernández, Fernández y Baptista (2010), la validez de expertos “se refiere al grado en que aparentemente un instrumento de medición mide la variable en cuestión, de acuerdo con expertos en el tema” (p.204).

4.4.2.3. Confiabilidad

Para establecer el grado de confiabilidad primero, se determinó una muestra piloto de 10 oficiales egresados de la especialidad de máquinas de la ENAMM egresados de en el año 2014, los cuales fueron seleccionados según los siguientes criterios: contar con el Certificado de Competencia válido, que se encuentren en actividad laboral como

ingenieros en el ámbito marítimo, que tengan como mínimo un año de navegación como oficiales de máquinas y que se encuentren fuera de la unidad de análisis. Luego, se aplicó el instrumento y con los resultados se procedió a estimar el grado de confiabilidad que este tiene, en este caso, se utilizó el Coeficiente de Kuder-Richardson (Kr20) ya que el instrumento plantea opciones de respuestas dicotómicas.

Tabla 2

Criterios para evaluar el nivel de confiabilidad del instrumento

Valores	Nivel de Confiabilidad
0.25	Baja confiabilidad
0.5	Media o regular
> 0.75	Aceptable confiabilidad
> 0.90	Elevada confiabilidad

Nota. Adaptado de Hernández, *et al.*, (2010, p. 302).

Luego de aplicar la prueba piloto, las respuestas fueron codificadas en el programa Excel y el software SPSS V.25 para su correspondiente procesamiento, en donde se obtuvo un coeficiente Kr20 = 0.853, valor que indica que el instrumento tiene una aceptable confiabilidad.

4.5. Técnicas para el procesamiento y análisis de datos

Para el análisis de datos, se usó el programa Excel y el software SPSS versión 25, con los cuales se realizó el cálculo de las frecuencias y porcentajes respecto a

la variable de estudio y sus dimensiones aplicando el método estadístico descriptivo.

4.6. Aspectos éticos

En esta investigación se respeta la propiedad intelectual de los autores, haciendo uso adecuado de las citas y referencias bibliográficas, en base a las normativas actuales de APA.

Además, se respeta la estructura y esquema de contenido dispuesto por las normas que dicta la casa de estudio.

También, se pidió el consentimiento de los oficiales de máquinas participantes del cuestionario, explicándoles los detalles del mismo, enfatizando que la participación era voluntaria, y que se respetaría su anonimato en cuanto a los resultados obtenidos luego de aplicar el instrumento, finalmente se les explicó que solo sus nombres aparecerían en una relación de participantes que colaboraron con la investigación, con la finalidad de que sirva como evidencia.

CAPÍTULO V: RESULTADOS

5.1. Análisis estadístico descriptivo

Para identificar el nivel de conocimiento de las fallas del sistema OWS por contaminantes presentes en las aguas de sentinas en oficiales egresados de la especialidad de máquinas de la ENAMM en el año 2020, se realizó el cálculo de las frecuencias y porcentajes de la variable y sus dimensiones, así como de los principales estadísticos necesarios para realizar la prueba de hipótesis.

5.1.1. Análisis descriptivo de la variable de investigación

En la Tabla 3 y Figura 7 se observa que el 60.0 % de los oficiales de máquinas encuestados presentó un nivel bajo de conocimiento sobre las fallas del sistema OWS por contaminantes presentes en las aguas de sentinas, y el 40.0 % presentó un nivel medio de conocimiento.

Tabla 3

Resultado descriptivo de la variable conocimiento de las fallas del sistema OWS por contaminantes presentes en las aguas de sentinas

Nivel	Frecuencia	Porcentaje
Bajo	18	60.0 %
Medio	12	40.0 %
Alto	0	0.0 %
Total	30	100.0 %

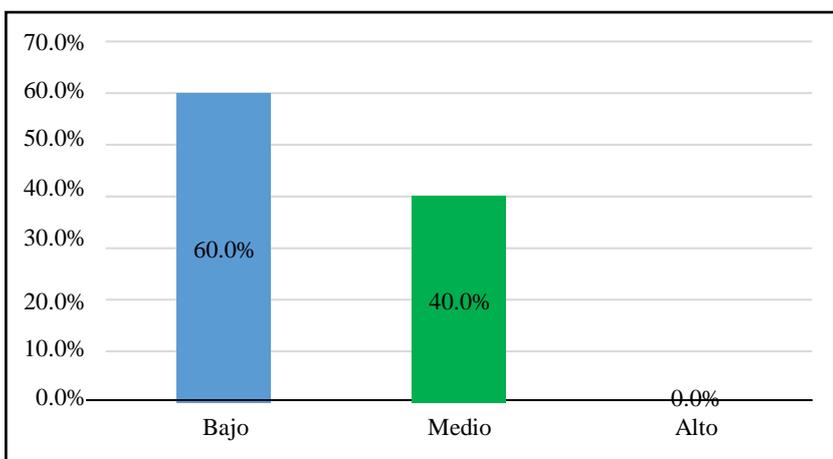


Figura 7. Resultado descriptivo de la variable conocimiento de las fallas del sistema OWS por contaminantes presentes en las aguas de sentinas.

Así mismo, en el análisis estadístico descriptivo se determinó una media de 8.0 y una desviación estándar de 3.12 para los puntajes obtenidos con el instrumento de medición, valores necesarios para la prueba de hipótesis.

5.1.2. Análisis descriptivo de la dimensión 1

En la Tabla 4 y Figura 8 se observa que el 83.3 % de los oficiales de máquinas consultados alcanzó un nivel bajo de conocimiento sobre las fallas de los componentes principales del sistema OWS por contaminantes

presentes en las aguas de sentinas, y el 16.7 % alcanzó un nivel medio de conocimiento.

Tabla 4

Resultado descriptivo de la dimensión conocimiento de las fallas de los componentes principales del sistema OWS por contaminantes presentes en las aguas de sentinas

Nivel	Frecuencia	Porcentaje
Bajo	25	83.3%
Medio	5	16.7%
Alto	0	0.0%
Total	30	100.0%

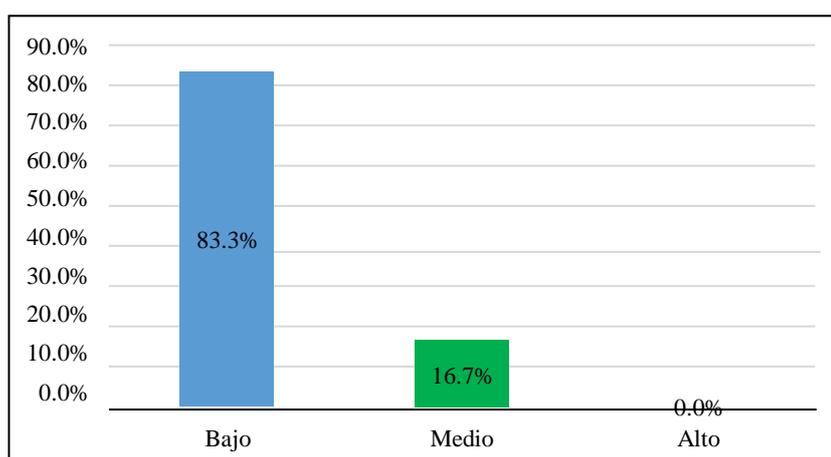


Figura 8. Resultado descriptivo de la dimensión conocimiento de las fallas de los componentes principales del sistema OWS por contaminantes presentes en las aguas de sentinas.

Así mismo, en el análisis estadístico descriptivo se determinó una media de 1.8 y una desviación estándar de 0.99 para los puntajes obtenidos con el instrumento de medición, valores necesarios para la prueba de hipótesis.

5.1.3. Análisis descriptivo de la dimensión 2

En la Tabla 5 y Figura 9 se observa que el 83.3 % de los oficiales de máquinas encuestados logró un nivel bajo de conocimiento de las técnicas para diagnosticar la presencia de contaminantes en las aguas de sentinas y un 16.7 % logró un nivel medio de conocimiento.

Tabla 5

Resultado descriptivo de la dimensión conocimiento de las técnicas para diagnosticar la presencia de contaminantes en las aguas de sentinas

Nivel	Frecuencia	Porcentaje
Bajo	25	83.3%
Medio	5	16.7%
Alto	0	0.0%
Total	30	100.0%

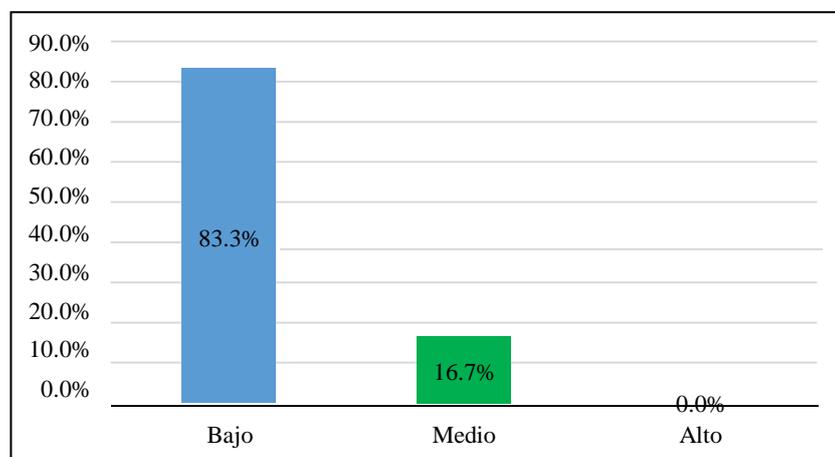


Figura 9. Resultado descriptivo de la dimensión conocimiento de las técnicas para diagnosticar la presencia de contaminantes en las aguas de sentinas.

Así mismo, en el análisis estadístico descriptivo se determinó una media de 1.7 y una desviación estándar de 0.92 para los puntajes obtenidos con el instrumento de medición, valores necesarios para la prueba de hipótesis.

5.1.4. Análisis descriptivo de la dimensión 3

En la Tabla 6 y Figura 10 se observa que el 43.3 % de los oficiales de máquinas consultados alcanzó un nivel medio de conocimiento de la gestión de las aguas de sentinas, un 46.7 % alcanzó un nivel bajo de conocimiento, y solo un 10.0% alcanzó un nivel alto de conocimiento.

Tabla 6

Resultado descriptivo de la dimensión conocimiento de la gestión de las aguas de sentinas

Nivel	Frecuencia	Porcentaje
Bajo	13	43.3%
Medio	14	46.7%
Alto	3	10.0%
Total	30	100.0%

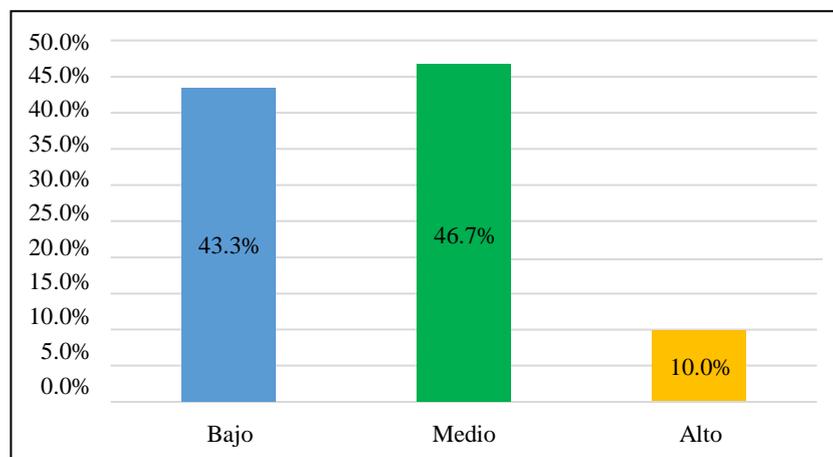


Figura 10. Resultado descriptivo de la dimensión conocimiento de la gestión de las aguas de sentinas.

Así mismo, en el análisis estadístico descriptivo se determinó una media de 2.8 y una desviación estándar de 1.24 para los puntajes obtenidos con el instrumento de medición, valores necesarios para la prueba de hipótesis.

5.1.5. Análisis descriptivo de la dimensión 4

En la Tabla 7 y Figura 11 se observa que el 70.0 % de los oficiales de máquinas encuestados presentó un nivel bajo de conocimiento de la solución de problemas del sistema OWS relacionados a los contaminantes en las aguas de sentinas, y un 30.0 % presentó un nivel medio de conocimiento.

Tabla 7

Resultado descriptivo de la dimensión conocimiento de la solución de problemas del sistema OWS relacionados a los contaminantes en las aguas de sentinas

Nivel	Frecuencia	Porcentaje
Bajo	21	70.0%
Medio	9	30.0%
Alto	0	0.0%
Total	30	100.0%

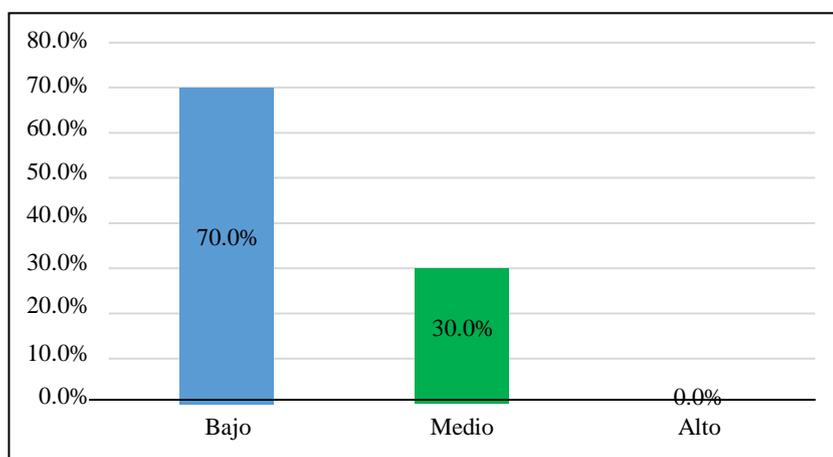


Figura 11. Resultado descriptivo de la dimensión conocimiento de la solución de problemas del sistema OWS relacionados a los contaminantes en las aguas de sentinas.

Así mismo, en el análisis estadístico descriptivo se determinó una media de 1.7 y una desviación estándar de 1.18 para los puntajes obtenidos con el instrumento de medición, valores necesarios para la prueba de hipótesis.

5.2. Análisis estadístico inferencial

Para realizar las pruebas de hipótesis se procedió a determinar si la muestra presenta una distribución normal, al tener menos de 50 elementos se procedió a realizar la prueba de Shapiro-Wilk.

Tabla 8

Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para la variable de estudio

<u>Estadístico</u>	<u>gl</u>	<u>Sig.</u>
,949	30	,163

Nota. Resultados obtenidos con el software SPSS versión 25.

En la tabla 8 se presentan los resultados de la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, en la que se observa una significancia de 0.163, que al ser mayor que 0.05 permite aceptar la hipótesis nula y concluir que los datos presentan una distribución normal, por lo cual se procede a hacer uso del estadístico t de la prueba t de student; para lo cual se tomó un nivel de significancia del 5%.

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

Figura 12. Expresión matemática del estadístico de prueba t de la prueba t de student.

Fuente: Extraído de “Prueba t de student Proyecto PAPIME UNAM PE-302915”, por de Escotto (2018).

Los parámetros utilizados en el estadístico de prueba t son:

- \bar{x} media muestral.
- μ : valor supuesto de la media poblacional en la hipótesis nula.
- S : desviación estándar de la muestra.
- n : tamaño de la muestra.

5.2.1. Prueba de la hipótesis general

Planteamiento de hipótesis

H_i : Existe un nivel bajo de conocimiento de las fallas del sistema OWS por contaminantes presentes en las aguas de sentinas en oficiales egresados de la especialidad de máquinas de la ENAMM, 2020.

H_o : No existe un nivel bajo de conocimiento de las fallas del sistema OWS por contaminantes presentes en las aguas de sentinas en oficiales egresados de la especialidad de máquinas de la ENAMM, 2020.

Las hipótesis planteadas se interpretan en base a la tabla de baremación del instrumento de medición, en donde se aprecia que un puntaje menor a 9 indica un nivel bajo de conocimiento.

$$H_i = \mu < 9$$

$$H_0 = \mu \geq 9$$

Prueba estadística

$$t = \frac{8 - 9}{\frac{3.12}{\sqrt{30}}} = -1.76$$

Haciendo uso de la tabla de t de student, considerando un nivel de significancia de 5% y una muestra de 30 personas, se determinó el valor crítico de -1.70.

Entonces, ya que, $t = -1.76$ es menor que el valor crítico -1.70 se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis general (H_i), concluyendo que, con un nivel de significancia del 5%, hay suficiente evidencia estadística para afirmar que los oficiales egresados de la especialidad de máquinas de la ENAMM, tienen un nivel bajo de conocimiento de las fallas del sistema OWS por contaminantes presentes en las aguas de sentinas.

5.2.2. Prueba de la hipótesis específica 1

Planteamiento de hipótesis

H₁: Existe un nivel bajo de conocimiento de las fallas de los componentes principales del sistema OWS por contaminantes presentes en las aguas de sentinas en oficiales egresados de la especialidad de máquinas de la ENAMM, 2020.

H₀: No existe un nivel bajo de conocimiento de las fallas de los componentes principales del sistema OWS por contaminantes presentes en las aguas de sentinas en oficiales egresados de la especialidad de máquinas de la ENAMM, 2020.

Las hipótesis planteadas se interpretan en base a la tabla de baremación del instrumento de medición, en donde se aprecia que un puntaje menor a 3 indica un nivel de conocimiento bajo.

$$H_1 = \mu < 3$$

$$H_0 = \mu \geq 3$$

Prueba estadística

$$t = \frac{1.8 - 3}{\frac{0.99}{\sqrt{30}}} = -6.64$$

Haciendo uso de la tabla de t de student, considerando un nivel de significancia de 5% y una muestra de 30 personas, se determinó el valor crítico de -1.70.

Entonces, ya que, $t = -6.64$ es menor que el valor crítico -1.70 se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alterna (H_1), concluyendo que, con un nivel de significancia del 5%, hay suficiente evidencia estadística para afirmar que los oficiales egresados de la especialidad de máquinas de la ENAMM, tienen un nivel bajo de conocimiento sobre las fallas de los componentes principales del sistema OWS por contaminantes presentes en las aguas de sentinas.

5.2.3. Prueba de la hipótesis específica 2

Planteamiento de hipótesis

H_2 : Existe un nivel bajo de conocimiento de las técnicas para diagnosticar la presencia de contaminantes en las aguas de sentinas en oficiales egresados de la especialidad de máquinas de la ENAMM, 2020.

H_0 : No existe un nivel bajo de conocimiento de las técnicas para diagnosticar la presencia de contaminantes en las aguas de sentinas en oficiales egresados de la especialidad de máquinas de la ENAMM, 2020.

Las hipótesis planteadas se interpretan en base a la tabla de baremación del instrumento de medición, en donde se aprecia que un puntaje menor a 3 indica un bajo nivel de conocimiento.

$$H_2 = \mu < 3$$

$$H_0 = \mu \geq 3$$

Prueba estadística

$$t = \frac{1.7 - 3}{\frac{0.92}{\sqrt{30}}} = -7.74$$

Haciendo uso de la tabla de t de student, considerando un nivel de significancia de 5% y una muestra de 30 personas, se determinó el valor crítico de -1.70.

Entonces, ya que, $t = -7.74$ es menor que el valor crítico -1.70 se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alterna (H_2), concluyendo que, con un nivel de significancia del 5%, hay suficiente evidencia estadística para afirmar que los oficiales egresados de la especialidad de máquinas de la ENAMM, tienen un nivel bajo de conocimiento de las técnicas para diagnosticar la presencia de contaminantes en las aguas de sentinas.

5.2.4. Prueba de la hipótesis específica 3

Planteamiento de hipótesis

H₃: Existe un nivel bajo de conocimiento de la gestión de las aguas de sentinas en oficiales egresados de la especialidad de máquinas de la ENAMM, 2020.

H₀: No existe un nivel bajo de conocimiento de la gestión de las aguas de sentinas en oficiales egresados de la especialidad de máquinas de la ENAMM, 2020.

Las hipótesis planteadas se interpretan en base a la tabla de baremación del instrumento de medición, en donde se aprecia que un puntaje menor a 3 indica un nivel bajo de conocimiento.

$$H_3 = \mu < 3$$

$$H_0 = \mu \geq 3$$

Prueba estadística

$$t = \frac{2.8 - 3}{\frac{1.24}{\sqrt{30}}} = -0.88$$

Haciendo uso de la tabla de t de student, considerando un nivel de significancia de 5% y una muestra de 30 personas, se determinó el valor crítico de -1.70.

Entonces, ya que, $t = -0.88$ es mayor que el valor crítico -1.70 se acepta la hipótesis nula (H_0) y se rechaza la hipótesis alterna (H_3), concluyendo que, con un nivel de significancia del 5% hay suficiente evidencia estadística para afirmar que los oficiales egresados de la especialidad de máquinas de la ENAMM, no tienen un nivel bajo de conocimiento sobre la gestión de las aguas de sentinas.

5.2.5. Prueba de hipótesis específica 4

Planteamiento de hipótesis

H_4 : Existe un nivel bajo de conocimiento de la solución de problemas del sistema OWS relacionados a los contaminantes en las aguas de sentinas en oficiales egresados de la especialidad de máquinas de la ENAMM, 2020.

H_0 : No existe un nivel bajo de conocimiento de la solución de problemas del sistema OWS relacionados a los contaminantes en las aguas de sentinas en oficiales egresados de la especialidad de máquinas de la ENAMM, 2020.

Las hipótesis planteadas se interpretan en base a la tabla de baremación del instrumento de medición, en donde se aprecia que un puntaje menor a 3 indica un nivel bajo de conocimiento.

$$H_4 = \mu < 3$$

$$H_0 = \mu \geq 3$$

Prueba estadística

$$t = \frac{1.7 - 3}{\frac{1.18}{\sqrt{30}}} = -6.03$$

Haciendo uso de la tabla de t de student, considerando un nivel de significancia de 5% y una muestra de 30 personas, se determinó el valor crítico de -1.70.

Entonces, ya que, $t = -6.03$ es menor que el valor crítico -1.70 se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alterna (H_4), concluyendo que, con un nivel de significancia del 5% hay suficiente evidencia estadística para afirmar que los oficiales egresados de la especialidad de máquinas de la ENAMM, tienen un nivel bajo de conocimiento sobre la solución de problemas del sistema OWS relacionados a los contaminantes en las aguas de sentinas.

CAPÍTULO VI: DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Discusión

En base a los resultados hallados se acepta la hipótesis general que establece que existe un nivel bajo de conocimiento de las fallas del sistema OWS por contaminantes presentes en las aguas de sentinas en oficiales egresados de la especialidad de máquinas de la ENAMM, 2020.

Estos resultados no concuerdan con los hallados por Chamocho y Machado (2019), quienes concluyeron que el 50 % de los oficiales de cubierta consultados presentó un alto nivel de conocimiento sobre el sistema ODME, ya que en esta investigación se determinó que el 60.0 % de los oficiales de máquinas encuestados presentó un nivel bajo de conocimiento sobre las fallas del sistema OWS por contaminantes presentes en las aguas de sentinas, lo que significa que hay un nivel bajo de conocimiento sobre el sistema OWS, el cual es un sistema homólogo al sistema ODME.

Así también, estos resultados no tienen concordancia con Bautista y Herrera (2018), quienes señalan que el 45.5 % de la tripulación del buque tanque Mantaro presentó un nivel medio de conocimiento sobre las reglas de prevención de la contaminación por hidrocarburos referidas al Anexo I del convenio MARPOL, ya que en el presente estudio se evidencia que el 60.0 % de los oficiales de máquinas encuestados presentó un nivel bajo de conocimiento sobre las fallas del sistema OWS por contaminantes presentes en las aguas de sentinas; se hace el contraste entre estos dos resultados, ya que el sistema OWS es regulado por el Anexo I del convenio MARPOL y la problemática de las fallas por contaminantes en las aguas de sentinas es abordada por el MEPC.

De igual manera, los resultados de esta investigación concuerdan con los de Espino y Huamán (2018), quienes indicaron que el nivel de conocimiento de las prescripciones sobre prevención de la contaminación marina en los cadetes de 3° año de la ENAMM, se ubica en un nivel bajo, mientras que en esta investigación se evidencia que el 60.0 % de los oficiales de máquinas encuestados presentó un nivel bajo de conocimiento sobre las fallas del sistema OWS por contaminantes presentes en las aguas de sentinas; se establece un contraste ya que este es un tema ampliamente relacionado con la prevención de la contaminación marina que se encuentra estipulado por el MEPC, el cual establece todas las prescripciones sobre prevención de la contaminación marina.

De igual modo, se concuerda con Ortiz (2014), ya que concluye que la tripulación de su muestra tiene poco interés, preocupación y conocimiento en el manejo del

agua de sentinas a bordo, concuerda ya que, en la presente investigación se evidencia que el 43.3 % de los oficiales de máquinas consultados alcanzó un nivel bajo de conocimiento de la gestión de las aguas de sentinas; teniendo en cuenta que su muestra estuvo conformada por tripulantes de un buque de guerra ecuatoriano, y la de la presente investigación estuvo conformada por oficiales de máquinas.

Con Forns (2013), no se hallaron similitudes respecto a la metodología ya que presentó una investigación de tipo documental y de enfoque cualitativo, sin embargo, coincidimos con su conclusión de que se debe trabajar más en la formación que se imparte a los marinos de acuerdo al Convenio STWC para garantizar una operación de los buques que minimice el impacto medioambiental.

6.2. Conclusiones

El presente estudio de investigación llegó a las siguientes conclusiones:

En relación al objetivo general de la investigación y conforme a los resultados obtenidos, se concluye que los oficiales egresados de la especialidad de máquinas de la ENAMM tienen un nivel bajo de conocimiento sobre las fallas del sistema OWS por contaminantes presentes en las aguas de sentinas ya que, el estadístico $t = -1.76$ fue menor que el valor crítico de -1.70 , lo que permitió rechazar la hipótesis nula (H_0) y se aceptó la hipótesis general (H_i).

En relación con el primer objetivo específico y en base a los hallazgos obtenidos, se concluye que los oficiales egresados de la especialidad de máquinas de la ENAMM tienen un nivel bajo de conocimiento de las fallas de los componentes principales del sistema OWS por contaminantes presentes en las aguas de sentinas, ya que, el estadístico $t = -6.64$ fue menor que el valor crítico de -1.70 , lo que permitió rechazar la hipótesis nula (H_0) y aceptar la hipótesis alterna (H_1).

En relación con el segundo objetivo específico y conforme a los hallazgos obtenidos, se concluye que los oficiales egresados de la especialidad de máquinas de la ENAMM tienen un nivel bajo de conocimiento de las técnicas para diagnosticar la presencia de contaminantes en las aguas de sentinas, ya que, el estadístico $t = -7.74$ fue menor que el valor crítico de -1.70 , lo que permitió rechazar la hipótesis nula (H_0) y aceptar la hipótesis alterna (H_2).

En relación con el tercer objetivo específico y conforme a los resultados obtenidos, se concluye que los oficiales egresados de la especialidad de máquinas de la ENAMM no tienen un nivel bajo de conocimiento de la gestión de las aguas de sentinas, ya que, el estadístico $t = -0.88$ fue mayor que el valor crítico de -1.70 , lo que permitió aceptar la hipótesis nula (H_0) y rechazar la hipótesis alterna (H_3).

En relación con el cuarto objetivo específico y conforme a los resultados expuestos, se concluye que los oficiales egresados de la especialidad de máquinas de la ENAMM tienen un nivel bajo de conocimiento de la solución de problemas del sistema OWS relacionados a los contaminantes en las aguas de sentinas, ya que, el estadístico $t = -6.03$ fue menor que el valor crítico de -1.70 , lo que permitió rechazar la hipótesis nula (H_0) y aceptar la hipótesis alterna (H_4).

Finalmente, este estudio muestra la necesidad de difundir información sobre las fallas del sistema OWS por contaminantes presentes en las aguas de sentinas, para de esta manera incrementar el conocimiento que tienen los oficiales de máquinas sobre este tema ya que el nivel de conocimiento que poseen actualmente no es el adecuado.

6.3. Recomendaciones

Considerando la importancia que tiene esta investigación y en función de los hallazgos encontrados, se dan las siguientes recomendaciones:

Primera: Se recomienda difundir el uso de la guía “Problemas en el sistema OWS por agentes contaminantes” que se encuentra de manera digital en internet, a todos los oficiales de máquinas y personas interesadas en el tema, guía creada por los investigadores con la finalidad de ayudar a los oficiales a entender como los contaminantes pueden presentar problemas en el sistema OWS y que soluciones existen.

Segunda: Se recomienda Implementar un simulador OWS en los centros de instrucción marítimos para que los oficiales de máquinas tengan un mejor aprendizaje sobre este sistema, y se pueda enseñar de una manera más didáctica cómo los contaminantes provocan fallos en el sistema.

Tercera: Implementar a bordo de los buques los siguientes ítems: (1) el uso de diagramas que muestren cuales son las fuentes de contaminación de las aguas de sentina, (2) el uso de diagramas de toma de decisiones para el diagnóstico y la solución de problemas en caso de contaminantes y (3) insumos necesarios para poder realizar el diagnóstico de las aguas de sentinas; ya que de esta manera se estaría induciendo a los oficiales a que conozcan cuales son las fallas del sistema OWS provocados por los contaminantes presentes en las aguas de sentinas y cuál es la solución de esta problemática.

Cuarta: Las compañías navieras deberían dar capacitaciones periódicas tales como talleres, charlas o conferencias a los oficiales de máquinas, sobre la importancia de la buena gestión de las aguas de sentinas y sobre las repercusiones que pueden traer los contaminantes en el sistema OWS.

Quinta: Realizar investigaciones sobre temas relacionados a las fallas del sistema OWS por contaminantes en las aguas de sentinas, por ser un tema de suma importancia para la formación del oficial mercante de máquinas, así como, para el desempeño de las compañías navieras y la protección del medio ambiente marino.

FUENTES DE INFORMACIÓN

Referencias Bibliográficas

- Allen Filters. (2009). *A Marine Bilge Water Treatment System*. Misuri, Estados Unidos: Allen Filters.
- Bautista, D. & Herrera P. (2018). *Conocimiento de las reglas para prevenir la contaminación por hidrocarburos referidos al anexo I del convenio MARPOL en la tripulación del buque tanque Mantaro* (Tesis de pregrado). Escuela Nacional de Marina Mercante “Almirante Miguel Grau. Callao, Perú.
- Cabo, A. (2015). *Iniciación a los Derrames de Hidrocarburos*. (Trabajo de fin de grado) Universidad de Cantabria. Cantabria, España.
- Caplan J. A., Newton C., & Kelemen D. (2000). Technical Report: Novel Oil/Water Separator for Treatment of Oily Bilgewater. En *Marine Technology* (Vol 37, pp. 111 - 115). Spring, Estados Unidos: Marine Technology.
- Carrasco, S. (2005). *Metodología de la investigación Científica*. Lima, Perú: Editorial. San Marcos.
- Cumelles, L. (2012). *Automatización del sistema de achique y separación de sentinas de un buque RO-PAX* (Trabajo de fin de grado). Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona, España.
- EPA. (2011). *Oily Bilgewater Separators*. Washington DC, Estados Unidos: United States Environmental Protection, Agency Office of Wastewater Management.
- Espino, J. & Huamán, J. (2018). *Conocimiento de las prescripciones sobre prevención de la contaminación marina en los cadetes de 3° año de Escuela nacional de marina mercante “Almirante Miguel Grau”, 2017* (Tesis de

- pregrado). Escuela Nacional de Marina Mercante “Almirante Miguel Grau”. Callao, Perú.
- Forns, R. (2013). *Análisis del sistema de achique de un buque RO-PAX* (Trabajo de fin de grado). Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona, España.
- García, A. P. (2015). *Estudio y normativa de aplicación de una planta de sentinas a bordo*. (Trabajo de fin de grado) Universidad de La Laguna. Tenerife, España.
- HEISHIN PUMP WORKS. (2011). *Operation Manual For 15ppm Bilge Separator*. Harima, Japón: HEISHIN PUMP WORKS CO., LTD.
- Hendrik F. V. H. (2006). *Initial Recommendations for Bilge Oily Water Separator System Design and Operation*. Arlington, Estados Unidos: Martin Ottaway.
- Hernández R., Fernández C., & Baptista P. (2014). *Metodología de la Investigación científica* (6^{ta} Ed.). México D.F., México: Editorial Mc Graw Hill.
- Hernández, R., Fernández C., & Baptista P. (2010). *Metodología de la Investigación Científica* (5^{ta} Ed.). México D.F., México: Editorial Mc Graw Hill.
- Lloyd’s Register. (2011). *Marine Pollution Prevention Pocket Checklist, Revision 2: Reducing the risk of Port state Control detentions*. Londres, Reino Unido: Lloyd’s Register and UK P&I Club.
- MARPOL. (2017). *Artículos, protocolos, anexos e interpretaciones unificadas del Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques, 1973, modificado por los protocolos de 1978 y 1997* (6^a ed.). Londres, Inglaterra: Organización Marítima Internacional
- MEPC. (2009). *Guía para el Diagnóstico de Contaminantes Presentes en las Aguas de Sentina Oleosas a Efectos del Mantenimiento, Funcionamiento y Solución*

- de Problemas de los Sistemas de Tratamiento de las Aguas de Sentina.*
Londres, Inglaterra: Organización Marítima Internacional.
- MEPC. (2016). *Directrices y Especificaciones Revisadas Relativas al Equipo de Prevención de la Contaminación para las Sentinas de los Espacios de Máquinas de los buques.* Organización Marítima Internacional.
- Ortiz F. A. (2014). *El cuidado del medio marino y el tratamiento de las aguas de sentina del buque escuela Marañón* presentada. (Tesis de pregrado) Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE. Salinas, Ecuador.
- Russell B. A. & Shorett J. (2012). *System and Method for Determining Contaminants in Wastewater Including shipboard Bilge Water.* Estados Unidos.
- SNAME (2009). *Guide to Diagnosing Contaminants in Oily Bilge Water to Maintain, Operate and Troubleshoot Oily Wastewater Treatment Systems.* JS&A Environmental Services.
- Tan, A. K. J. (2005). *Vessel-Source Marine Pollution: The Law and Politics of International Regulation.* Cambridge, Reino Unido: Cambridge University Press.
- Tarré V. L. (2011). *Análisis y rediseño de los sistemas de achique y contra incendios de un yate de 43 m de eslora.* (Tesis de pregrado) Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona, España.

Referencias Electrónicas

Acuerdo de Viña del Mar. (2018). *Annual Report on Port State Control*. Recuperado

de:

<https://alvm.prefecturanaval.gob.ar/cs/Satellite?blobcol=urldata&blobheader=application%2Fpdf&blobheadername1=Content->

[Disposition&blobheadervalue1=filename%3DInforme_Anuar_2018_.pdf&blo](https://alvm.prefecturanaval.gob.ar/cs/Satellite?blobcol=urldata&blobheader=application%2Fpdf&blobheadername1=Content-)

[bkey=id&blobtable=MungoBlobs&blobwhere=1436851135869&ssbinary=true](https://alvm.prefecturanaval.gob.ar/cs/Satellite?blobcol=urldata&blobheader=application%2Fpdf&blobheadername1=Content-)

e

Alfa Laval. (2011, 20 de diciembre). *BilgePure* [video]. Youtube.

<https://www.youtube.com/watch?v=9KGBa20RZaM&t=9s>

ClassNK. (2018). *Port State Control Annual Report*. Recuperado de:

http://www.classnk.com/hp/pdf/publications/Publications_image/PSC17E.pdf

f

Código STCW. (2010). *Table A-III/1: Specification of minimum standard of competence for officers in charge of an engineering watch in a manned engine-room or designated duty engineers in a periodically unmanned engine-room*. Recuperado de:

<https://www.edumaritime.net/images/docs/stcw-table-a-iii-1.pdf>

NauticExpo. (2020). *Bilge Water Treatment System for Ships*. Recuperado de:

<https://www.nauticexpo.com/prod/alfa-laval-mid-europe/product-30729-416107.html>

Orozco, H. (2016). *Unidad de aprendizaje: Metodología de la investigación, conceptos básicos de metodología de la comunicación*. Recuperado de:

<https://core.ac.uk/download/pdf/80532214.pdf>

- Paris MoU. (2019). *Inspection Result Deficiencies*. Recuperado de:
<https://www.parismou.org/inspection-search/inspection-results-deficiencies>
- Srivastava H. (2018). *The History of Oil Pollution at Sea and the Evolution of MARPOL*. Recuperado de: <https://www.linkedin.com/pulse/history-oil-pollution-sea-evolution-marpol-harsh-srivastava>
- Stavros K. (2012). *Oily Water Separators*. Recuperado de:
<https://officerofthewatch.com/2012/03/31/oily-water-separators/>
- USCG. (2015). *Archived List of IMO Reportable Detentions*. Recuperado de:
<https://www.dco.uscg.mil/Portals/9/DCO%20Documents/5p/CG-5PC/CG-CVC/CVC2/psc/safety/detentions/2015SOLASComplete.pdf>
- USCG. (2016). *Archived List of IMO Reportable Detentions*. Recuperado de:
<https://www.dco.uscg.mil/Portals/9/DCO%20Documents/5p/CG-5PC/CG-CVC/CVC2/psc/safety/detentions/2016SOLASComplete.pdf>
- USCG. (2018). *Archived List of IMO Reportable Detentions*. Recuperado de:
<https://www.dco.uscg.mil/Portals/9/DCO%20Documents/5p/CG-5PC/CG-CVC/CVC2/psc/safety/detentions/2018SOLASCompleteNew.pdf>

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia

NIVEL DE CONOCIMIENTO DE LAS FALLAS DEL SISTEMA OWS POR CONTAMINANTES PRESENTES EN LAS AGUAS DE SENTINAS EN OFICIALES EGRESADOS DE LA ESPECIALIDAD DE MÁQUINAS DE LA ENAMM, 2020

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLE DE ESTUDIO	METODOLOGÍA
¿Cuál es el nivel de conocimiento de las fallas del sistema OWS por contaminantes presentes en las aguas de sentinas en oficiales egresados de la especialidad de máquinas de la ENAMM, 2020?	Describir el nivel de conocimiento de las fallas del sistema OWS por contaminantes presentes en las aguas de sentinas en oficiales egresados de la especialidad de máquinas de la ENAMM, 2020	Existe un nivel bajo de conocimiento de las fallas del sistema OWS por contaminantes presentes en las aguas de sentinas en oficiales egresados de la especialidad de máquinas de la ENAMM, 2020	Conocimiento de las fallas del sistema OWS por contaminantes presentes en las aguas de sentinas	Diseño: No experimental, transversal descriptivo Alcance: Descriptivo. Enfoque Cuantitativo.
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICOS	DIMENSIONES	POBLACIÓN Y MUESTRA
¿Cuál es el nivel de conocimiento de las fallas de los componentes principales del sistema OWS por contaminantes presentes en las aguas de sentinas en oficiales egresados de la especialidad de máquinas de la ENAMM, 2020?	Describir el nivel de conocimiento de las fallas de los componentes principales del sistema OWS por contaminantes presentes en las aguas de sentinas en oficiales egresados de la especialidad de máquinas de la ENAMM, 2020	Existe un nivel bajo de conocimiento de las fallas de los componentes principales del sistema OWS por contaminantes presentes en las aguas de sentinas en oficiales egresados de la especialidad de máquinas de la ENAMM, 2020	- Conocimiento de las fallas de los componentes principales del sistema OWS	Población: Oficiales egresados de la especialidad de máquinas de la ENAMM en los años 2015 y 2016.

<p>¿Cuál es el nivel de conocimiento de las técnicas para diagnosticar la presencia de contaminantes en las aguas de sentinas en oficiales egresados de la especialidad de máquinas de la ENAMM, 2020?</p>	<p>Describir el nivel de conocimiento de las técnicas para diagnosticar la presencia de contaminantes en las aguas de sentinas en oficiales egresados de la especialidad de máquinas de la ENAMM, 2020</p>	<p>Existe un nivel bajo de conocimiento de las técnicas para diagnosticar la presencia de contaminantes en las aguas de sentinas en oficiales egresados de la especialidad de máquinas de la ENAMM, 2020</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Conocimiento de las técnicas para diagnosticar la presencia de contaminantes en las aguas de sentinas - Conocimiento de la gestión de las aguas de sentinas - Conocimiento de la solución de problemas del sistema OWS relacionados a los contaminantes en las aguas de sentinas 	<p>Muestra: No probabilística intencionada conformada por 30 oficiales egresados de la especialidad de máquinas de la ENAMM en los años 2015 y 2016.</p>
<p>¿Cuál es el nivel de conocimiento de la gestión de las aguas de sentinas en oficiales egresados de la especialidad de máquinas de la ENAMM, 2020?</p>	<p>Describir el nivel de conocimiento de la gestión de las aguas de sentinas en oficiales egresados de la especialidad de máquinas de la ENAMM, 2020</p>	<p>Existe un nivel bajo de conocimiento de la gestión de las aguas de sentinas en oficiales egresados de la especialidad de máquinas de la ENAMM, 2020</p>		
<p>¿Cuál es el nivel de conocimiento de la solución de problemas del sistema OWS relacionados a los contaminantes en las aguas de sentinas en oficiales egresados de la especialidad de máquinas de la ENAMM, 2020?</p>	<p>Describir el nivel de conocimiento de la solución de problemas del sistema OWS relacionados a los contaminantes en las aguas de sentinas en oficiales egresados de la especialidad de máquinas de la ENAMM, 2020</p>	<p>Existe un nivel bajo de conocimiento de la solución de problemas del sistema OWS relacionados a los contaminantes en las aguas de sentinas en oficiales egresados de la especialidad de máquinas de la ENAMM, 2020</p>		

Anexo 2. Instrumentos para la recolección de datos

CUESTIONARIO SOBRE EL CONOCIMIENTO DE LAS FALLAS DEL SISTEMA OWS POR CONTAMINANTES PRESENTES EN LAS AGUAS DE SENTINAS

El presente cuestionario tiene como objetivo “Describir el nivel de conocimiento de las fallas del sistema OWS por contaminantes presentes en las aguas de sentinas en oficiales egresados de la especialidad de máquinas de la ENAMM, en el año 2020”.

Estimado Colaborador, después de haber sido informado adecuadamente sobre el propósito científico de nuestra investigación, agradeceremos su colaboración respondiendo a cada una de las preguntas del presente cuestionario. Para ello, sírvase marcar la opción que considere correcta.

Dimensión: Conocimiento de las fallas de los componentes principales del sistema OWS

1.- ¿Cuál de las siguientes opciones causa la corrosión y obstrucción de las placas del separador de sentinas oleosas del sistema OWS?

- a) Fallos en los filtros situados en los pozos de sentinas y en las tuberías de entrada
- b) La presencia de disolventes en el agua de sentina
- c) La presencia de detergentes en el agua de sentina
- d) Demasiada acumulación de lodos
- e) Todas las anteriores
- f) Solo a y d son correctas
- g) Solo b y c son correctas

2.- ¿Cuál es una causa de que el separador de mezclas oleosas no pueda separar el agua del hidrocarburo?

- a) La emulsificación, producto de contaminantes en el agua de sentina
- b) La floculación del hidrocarburo en el agua de sentinas
- c) La coagulación del hidrocarburo en el agua de sentinas
- d) La oxidación del hidrocarburo en el agua de sentinas
- e) Todas las anteriores
- f) Solo b y c son correctas

3.- ¿Cuál de las siguientes es una razón de la acumulación de lodos en el separador de hidrocarburos?

- a) Lodos en exceso dentro de los tanques de retención de las aguas de sentina
- b) No se eliminan adecuadamente los hidrocarburos superficiales antes de entrar en el separador
- c) El sistema ha admitido demasiada cantidad de hidrocarburo
- d) Todas las anteriores
- e) Solo a y b son correctas
- f) Solo b y c son correctas

4.- ¿Cuál de las siguientes sustancias pueden causar errores en las lecturas de las ppm en los oleómetros?

- a) Hollín
- b) Jabones y disolventes
- c) Fango
- d) Todas las anteriores
- e) Ninguna de las anteriores, el oleómetro debe funcionar perfectamente

5.- ¿Cuáles son las causas más comunes de fallos en el funcionamiento de los oleómetros?

- a) La sedimentación de herrumbre
- b) La detección como hidrocarburos de sustancias no oleosas
- c) Presencia de aire u otras burbujas gaseosas
- d) Todas las anteriores
- e) Solo a y b son correctas
- f) Ninguna de las anteriores

6.- ¿Qué deficiencia tienen los oleómetros que están contruidos bajo la resolución MEPC.60 (33) (para buques antes del 2005) a causa de algunos contaminantes en el agua de sentina?

- a) No detecta emulsiones transparentes (puede generar lecturas bajas, es decir pueden pasar desechos oleosos transparentes emulsionados que no son detectados)
- b) No distingue entre algunos tipos de partículas (por ejemplo, compuestos de óxido de hierro) y da lecturas elevadas
- c) Se descalibran con la presencia del hollín
- d) Todas las anteriores

- e) Solo a y b son correctas

Dimensión: Conocimiento de las técnicas para diagnosticar la presencia de contaminantes en las aguas de sentinas

7.- ¿Cuál es un método para determinar si existen hidrocarburos no emulsionados en el agua de sentina?

- a) Con una prueba de pH del residuo de evaporación del agua de sentina
- b) Con una prueba de ácido cítrico
- c) Simple inspección visual
- d) Todas las anteriores
- e) Solo a y b son correctas

8.- ¿Cómo se detecta la presencia de detergentes y disolventes en las aguas de sentinas?

- a) Con una prueba de pH del residuo de evaporación del agua de sentina
- b) Utilizando un papel de filtro de 5 micras
- c) Agregando ácido sulfúrico al agua de sentina
- d) Agregando ácido cítrico al agua de sentina
- e) Simple inspección visual

9.- ¿debería de registrarse en el Libro de Registro de Hidrocarburos Parte I las labores realizadas de diagnóstico de contaminantes del agua de sentinas?

- a) Sí
- b) No

10.- ¿Cómo detecto la presencia de hidrocarburos emulsionados en las aguas de sentina?

- a) Agregando ácido cítrico a una muestra de agua de sentina
- b) Usando el separador en modo de recirculación
- c) Agregando ácido sulfúrico a una muestra de agua de sentina
- d) Utilizando un papel de filtro de 5 micras
- e) Ninguna de las anteriores

11.- ¿Cómo se detectan las partículas de compuestos de hierro (herrumbre u óxido) en el agua de sentina?

- a) Con una prueba de cloro
- b) Agregando ácido sulfúrico a una muestra de agua de sentina
- c) Por el olor característico

- d) Con una prueba de ácido cítrico
- e) Solo a y b son correctas

12.- ¿Cómo se detecta la presencia de productos de descomposición bacteriana y microbiana (procedentes del crecimiento de organismos en la sentina y las tuberías)?

- a) Agregando gotas de ácido sulfúrico a una pequeña muestra
- b) Método de extracción por hexano
- c) Por el olor característico
- d) Simple inspección visual de una muestra de agua de sentina
- e) Con una prueba de ácido cítrico

Dimensión: Conocimiento de la gestión de las aguas de sentinas

13.- ¿Cuál de los siguientes materiales contribuyen a potenciar la emulsificación de los hidrocarburos en agua?

- a) Hollín
- b) Herrumbre
- c) Jabones y detergentes
- d) Disolventes
- e) Contaminación microbiana
- f) Todas las anteriores
- g) Solo a y b son correctas

14.- ¿En qué consiste la floculación en el proceso de separación de agua e hidrocarburo en el sistema OWS?

- a) En la coagulación de pequeñas partículas de hidrocarburo
- b) En la desintegración de pequeñas partículas de hidrocarburo
- c) En la aglomeración de pequeñas partículas de hidrocarburo
- d) En la sedimentación de los residuos más pesados presentes en el agua de sentina
- e) Ninguna de las anteriores

15.- ¿A qué se debe una lectura constante de más de 15 ppm durante el funcionamiento del sistema OWS, si luego de recoger una muestra del efluente del separador se observa que no hay hidrocarburos visibles y el agua es transparente?

- a) Se debe a detergentes o desengrasantes solubles en el agua de sentina
- b) Se debe a la presencia de hollín en el agua de sentina
- c) Se debe a que los hidrocarburos están emulsionados
- d) Se debe a la presencia de material biológico en el agua de sentina
- e) Se debe a la presencia de herrumbre en el agua de sentina
- f) Todas las anteriores

16.- ¿la condensación del aire acondicionado de la acomodación y de la consola de control de máquinas debería depositarse en las aguas de sentinas?

- a) Sí
- b) No

17.- ¿Qué tipo de bomba se recomienda NO usar para el manejo de las aguas de sentinas?

- a) Bombas centrifugas
- b) Bombas de tornillo
- c) Bombas de diafragma
- d) Bomba de pistón

18.- Para evitar emulsificaciones químicas en el agua de sentinas se debe evitar:

- a) Ingresar sustancias con un pH inferior a 6
- b) Ingresar sustancias con un pH inferior a 4 o superior a 10
- c) Ingresar sustancias con un pH superior a 8
- d) Ingresar sustancias con pH inferior a 2 o superior a 5
- e) Ninguna de las anteriores

Dimensión: Conocimiento de la solución de problemas del sistema OWS relacionados a los contaminantes en las aguas de sentinas

19.- ¿El calentamiento del agua de sentina (a menos de 60°C) perjudica el funcionamiento del sistema OWS?

- a) Si
- b) No

20.- ¿Qué me indica los cambios en presiones y caudales en el sistema OWS?

- a) Fallas en las placas coalescentes
- b) Presencia de disolventes y detergentes en el agua de sentinas
- c) La presencia de lodos
- d) Todas las anteriores
- e) Ninguna de las anteriores
- f) a y b son correctas

21.- ¿para qué es recomendable utilizar el sistema OWS con frecuencia?

- a) Para evitar la acumulación de hollín
- b) Para evitar la acumulación de detergentes y disolventes
- c) Para evitar la formación de fangos en las tuberías
- d) Todas las anteriores
- e) Ninguna de las anteriores

22.- ¿En caso de que el oleómetro no pueda ponerse en cero y no se cuente con las agentes de limpieza indicados por el fabricante, que otra sustancia podría usarse para la limpieza?

- a) Agua y jabón
- b) Vinagre
- c) Una solución de ácido cítrico al 10 %
- d) Todas las anteriores
- e) Solo a y b son correctas
- f) Solo b y c son correctas
- g) Ninguna de las anteriores

23.- ¿Qué medida correctora tomaría en caso de que detecte la presencia de disolventes en las aguas de sentinas?

- a) Calentar el agua de sentina
- b) Se aplicará ácido cítrico
- c) Todas las anteriores

- d) Solo b y c son correctas
- e) Ninguna de las anteriores

24.- ¿Qué se debe hacer en caso de que la lectura del oleómetro se mantiene de forma constante en más 15 ppm durante el funcionamiento del separador de aguas oleosas de sentina, incluso luego de haberlo lavado y puesto en 0?

- a) Se debe continuar recirculando hasta que la lectura baje a menos de 15 ppm
- b) Se debe realizar un diagnóstico y comprobar si es por la presencia de hidrocarburos u otra sustancia
- c) Se debe reducir la potencia de la bomba de sentina
- d) Se debe aumentar la potencia de la bomba de sentina

Baremos Para Evaluar el Instrumento

CUESTIONARIO SOBRE EL CONOCIMIENTO DE LAS FALLAS DEL SISTEMA OWS POR CONTAMINANTES PRESENTES EN LAS AGUAS DE SENTINAS

Baremos	Variable	Dimensión			
	Conocimiento de las fallas del sistema OWS por contaminantes presentes en las aguas de sentinas	Conocimiento de las fallas de los componentes principales del sistema OWS	Conocimiento de las técnicas para diagnosticar la presencia de contaminantes en las aguas de sentinas	Conocimiento de la gestión de las aguas de sentinas	Conocimiento de la solución de problemas del sistema OWS relacionados a los contaminantes en las aguas de sentinas
Pregunta	1 al 24	1 al 6	7 al 12	13 al 18	19 al 24
Nivel	Respuestas correctas				
Bajo	0 – 8	0 - 2	0 – 2	0 - 2	0 - 2
Medio	9 – 16	3 - 4	3 – 4	3 – 4	3 - 4
Alto	17 – 24	5- 6	5 – 6	5 – 6	5 - 6
Cuestionario	Solucionario				
	Ítems	Opción	Ítems	Opción	Codificación
Para evaluar el conocimiento de las fallas del sistema OWS por contaminantes presentes en las aguas de sentinas	1	f	14	c	Correcto = 1
	2	a	15	a	
	3	d	16	b	
	4	d	17	a	
	5	d	18	b	
	6	e	19	b	
	7	c	20	c	Incorrecto = 0
	8	a	21	c	
	9	a	22	f	
	10	c	23	a	
	11	d	24	b	
	12	e			
	13	f			

Anexo 3. Fichas de Validación de los Instrumentos

FICHA
DATOS DEL EXPERTO

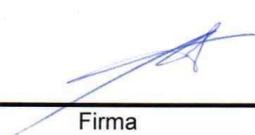
Nombre completo : MARCO ANTONIO CHERE GRAUS

Profesión : OFICIAL DE MARINA MERCANTE

Grado académico : BACHILLER EN CIENCIAS MARITIMAS

Características que lo determinan como experto:

- PRIMER OFICIAL DE MAQUINAS (10 AÑOS)
- 15 AÑOS NAVEGANDO EN: - BULK CARRIERS
- BUQUE CABLERO
- INSPECTOR EN CONSTRUCCION DE BARCOS


Firma

DNI: 40960628

FICHA DE EVALUACIÓN GLOBAL DEL INSTRUMENTO

Por favor responda si el instrumento de investigación, el cual está usted evaluado como juez, cumple con los siguientes requisitos abajo descritos. De responder de manera negativa a algunos de ellos, especifique en comentarios el porqué.

CRITERIOS	SI	NO	COMENTARIO
1. Si el instrumento contribuye a lograr el objetivo de la investigación	X		
2. Si las instrucciones son fáciles de seguir.	X		
3. Si el instrumento está organizado en forma lógica	X		
4. Si el lenguaje utilizado es apropiado para el público al que va dirigido	X		
5. Si existe coherencia entre las variables, indicadores e ítems.	X		
6. Si las alternativas de respuestas son las apropiadas	X		
7. Si las puntuaciones asignadas a las respuestas son las adecuadas.	X		
8. (*) Si considera que los ítems son suficientes par medir el indicador.	X		
9. (*) Si considera que los indicadores son suficientes para medir la variable a investigar.	X		
10. (*) Si considera que los ítems son suficientes para medir la variable	X		

(*) Se responderán en función a como esté conformado el instrumento de investigación.

Apellido y Nombre: CHEÑDE GNAUS MARCO Firma:  DNI: 40960628

FICHA DATO DEL EXPERTO

Nombre completo: FERNANDO Santiago Angulo Ibarra
Profesión : OFICIAL de MARINA MERCANTE
Grado Académico : Bachiller EN CIENCIAS MARITIMAS/INGENIERIA
JEFE DE MAQUINAS.

Características que lo determinan como experto:

Se hace una breve síntesis de su experiencia docente o profesional que esté relacionada con la variable a validar, también se puede indicar la experiencia en el ámbito de la investigación o en la elaboración de instrumentos. se incluye cualquier información que sea relevante para considerarlo como experto.

Veintidos años trabajando en compañías nacionales y extranjeras, experiencia en Buque TANQUE QUIMICEROS, Buques de Carga General, Buques de Carga a Granel, Buques Transportadores de Cemento, Remolcadores y Buques PESQUEROS.
Realizando Gestión, Operación y Mantenimiento de estos.

Firma:

D.N.I.:


07535298.

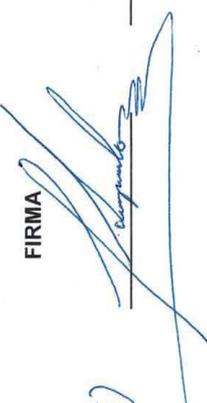
FICHA DE EVALUACIÓN GLOBAL DEL INSTRUMENTO

Estimada Profesor (a)

Agradecemos que responda si el instrumento de investigación, que se encuentra evaluando como juez, cumple con los siguientes requisitos abajo descritos. Si tu respuesta es de manera negativa a algunos de ellos especifique el por qué en comentarios.

CRITERIOS	SI	NO	COMENTARIOS
1. Si el instrumento contribuye a lograr el objetivo de la investigación.	✓		
2. Si las instrucciones son fáciles.	✓		
3. Si el instrumento está organizado del forma lógica	✓		
4. Si el lenguaje utilizado es apropiado para el público al que va dirigido.	✓		
5. Si existe coherencia entre las variables, indicadores e ítems.	✓		
6. Si las alternativas de respuesta son las apropiadas.	✓		
7. Si las puntuaciones asignadas a las respuestas son las adecuadas.	✓		
8. Si considera que los ítems son suficientes para medir el indicador.	✓		
9. Si considera que los indicadores son suficientes para medir la variable a investigar.	✓		
10. Si considera que los ítems son suficientes para medir variable.	✓		

Nota: Sus respuestas estarán en función a como esté conformado el instrumento de investigación.

NOMBRE DEL JUEZ (A)	INSTITUCIONES DONDE LABORA	FIRMA	DNI
<u>FERNANDO ANGULO Ibarra</u>	<u>EMPRESA NAVIERA EL CANO (ENE)</u>		<u>07535298</u>

**FICHA
DATOS DEL EXPERTO**

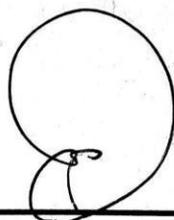
Nombre completo : ZENAIDO ABRAHAM SALDEVILLA GUEZDA

Profesión : MARINO MERCANTE

Grado académico : JEFE DE MAQUINAS

Características que lo determinan como experto:

JEFE DE MAQUINAS DE LA MARINA MERCANTE.
AMPLIA EXPERIENCIA EN BUQUES MERCANTES
DE DIFERENTES COMPAÑIAS NAUIERAS NACIONALES
E INTERNACIONALES.

A handwritten signature consisting of a large, circular loop with a smaller loop extending from the bottom left, resting on a horizontal line.

Firma

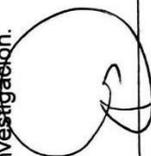
DNI: 08323874

FICHA DE EVALUACIÓN GLOBAL DEL INSTRUMENTO

Por favor responda si el instrumento de investigación, el cual está usted evaluado como juez, cumple con los siguientes requisitos abajo descritos. De responder de manera negativa a algunos de ellos, especifique en comentarios el porqué.

CRITERIOS	SI	NO	COMENTARIO
1. Si el instrumento contribuye a lograr el objetivo de la investigación	<input checked="" type="checkbox"/>		
2. Si las instrucciones son fáciles de seguir.	<input checked="" type="checkbox"/>		
3. Si el instrumento está organizado en forma lógica	<input checked="" type="checkbox"/>		
4. Si el lenguaje utilizado es apropiado para el público al que va dirigido	<input checked="" type="checkbox"/>		
5. Si existe coherencia entre las variables, indicadores e ítems.	<input checked="" type="checkbox"/>		
6. Si las alternativas de respuestas son las apropiadas	<input checked="" type="checkbox"/>		
7. Si las puntuaciones asignadas a las respuestas son las adecuadas.	<input checked="" type="checkbox"/>		
8. (*) Si considera que los ítems son suficientes par medir el indicador.	<input checked="" type="checkbox"/>		
9. (*) Si considera que los indicadores son suficientes para medir la variable a investigar.	<input checked="" type="checkbox"/>		
10. (*) Si considera que los ítems son suficientes para medir la variable	<input checked="" type="checkbox"/>		

(*) Se responderán en función a como esté conformado el instrumento de investigación.



Apellido y Nombre: Soledad Guzmán Zúñiga Firma: _____

DNI: 08723814

FICHA
DATOS DEL EXPERTO

Nombre completo : José Luis Rodríguez E.
Profesión : Educación
Grado académico : Bachiller - Lic. Educación

Características que lo determinan como experto:

- Docente en la ENAMM - de los Cursos Comp. y Prod. de Leng. 2013-2020 I, II
- Docente en la UTP - de los Cursos Redacción de textos 2018-2020 I, II
- Docente en la UCV - Competencia Comunicativa 2010-2012 I
- Docente en la UNSAM - Metodología de Estudio 2006-2009 - Expresión Oral



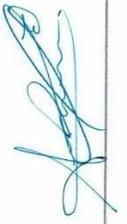
Firma
DNI: 41175132

FICHA DE EVALUACIÓN GLOBAL DEL INSTRUMENTO

Por favor responda si el instrumento de investigación, el cual está usted evaluado como juez, cumple con los siguientes requisitos abajo descritos. De responder de manera negativa a algunos de ellos, especifique en comentarios el porqué.

CRITERIOS	SI	NO	COMENTARIO
1. Si el instrumento contribuye a lograr el objetivo de la investigación	X		
2. Si las instrucciones son fáciles de seguir.	X		
3. Si el instrumento está organizado en forma lógica	X		
4. Si el lenguaje utilizado es apropiado para el público al que va dirigido	X		
5. Si existe coherencia entre las variables, indicadores e ítems.	X		
6. Si las alternativas de respuestas son las apropiadas	X		
7. Si las puntuaciones asignadas a las respuestas son las adecuadas.	X		
8. (*) Si considera que los ítems son suficientes para medir el indicador.	X		
9. (*) Si considera que los indicadores son suficientes para medir la variable a investigar.	X		
10. (*) Si considera que los ítems son suficientes para medir la variable	X		

*) Se responderán en función a como esté conformado el instrumento de investigación.

Apellido y Nombre: Rodríguez Eguzabal José Luis Firma:  DNI: 41175132

Anexo 4. Base de datos de los resultados obtenidos para la variable de estudio

ENCUESTA DO	I1	I2	I3	I4	I5	I6	SUMA_D 1	NIVEL_ D1	I7	I8	I9	I10	I11	I12	SUMA_D 2	NIVEL_ D2	I13	I14	I15	I16	I17	I18	SUMA_D 3	NIVEL_ D3	I19	I20	I21	I22	I 23	I24	SUMA_D 4	NIVEL_ D4	SUMA_ VA R	NIVEL_ V AR	
1	0	0	1	0	1	0	2	1	1	0	1	0	0	0	2	1	0	1	0	1	0	0	2	1	1	0	0	0	0	0	1	1	7	1	
2	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	2	1	0	1	0	1	1	1	0	3	2	0	1	0	0	1	0	2	1	8	1
3	0	1	0	0	1	0	2	1	0	0	1	0	0	1	2	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	2	1	7	1	
4	1	0	0	1	0	0	2	1	0	1	0	1	0	1	3	2	1	0	0	1	1	0	3	2	0	1	1	0	0	1	3	2	11	2	
5	0	0	1	0	0	1	2	1	1	0	0	1	0	1	3	2	1	0	0	0	1	0	2	1	0	1	0	0	1	0	2	1	9	2	
6	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	2	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	5	1	
7	0	0	0	1	1	0	2	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1	5	1	
8	1	0	0	1	0	0	2	1	0	0	1	1	0	0	2	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	5	1	
9	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1	3	2	0	1	0	0	0	1	2	1	7	1	
10	0	1	0	0	1	0	2	1	1	0	0	1	0	0	2	1	0	0	0	1	0	1	2	1	0	0	1	0	0	1	2	1	8	1	
11	0	1	1	0	0	0	2	1	0	1	0	0	0	1	2	1	0	1	0	1	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	1	6	1	
12	0	1	0	1	0	0	2	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	4	2	0	0	0	0	0	0	0	1	7	1	
13	1	0	0	0	1	0	2	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	2	1	1	0	0	0	1	0	2	1	7	1	
14	0	0	1	0	1	0	2	1	0	1	0	1	0	0	2	1	1	1	1	0	1	1	5	3	0	1	0	1	0	1	3	2	12	2	
15	1	1	0	1	0	1	4	2	1	0	0	0	0	1	2	1	1	1	1	0	1	1	5	3	0	1	0	0	1	1	3	2	14	2	
16	0	1	0	0	0	1	2	1	0	1	0	1	0	0	2	1	1	0	1	0	1	0	3	2	0	1	0	1	0	0	2	1	9	2	
17	1	0	0	1	1	1	4	2	0	1	0	0	1	0	2	1	0	1	1	0	1	1	4	2	0	0	0	0	0	1	1	1	11	2	
18	0	0	0	0	1	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	1	4	1	
19	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	3	2	0	0	0	0	0	0	0	1	3	1	
20	0	1	0	0	0	1	2	1	0	0	0	1	1	0	2	1	1	0	0	1	0	1	3	2	0	1	1	0	0	1	3	2	10	2	
21	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	2	1	1	1	1	1	0	1	5	3	1	1	0	1	0	0	3	2	11	2	
22	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	2	1	1	0	0	1	1	1	4	2	1	0	0	1	1	0	3	2	10	2	
23	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	2	1	1	0	0	1	0	0	2	1	6	1	
24	0	1	0	1	0	1	3	2	0	1	0	0	0	1	2	1	0	1	0	1	0	1	3	2	1	0	0	1	0	1	3	2	11	2	
25	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	2	1	0	1	0	0	0	0	1	1	4	1	
26	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	1	3	2	0	0	1	0	0	0	1	1	5	1	
27	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	1	4	2	0	0	0	0	0	0	0	1	4	1	
28	0	1	1	0	1	0	3	2	1	0	1	0	1	0	3	2	0	1	0	1	1	1	4	2	1	1	0	0	1	1	4	2	14	2	
29	1	1	1	0	0	0	3	2	0	1	0	1	0	1	3	2	0	1	0	1	1	1	4	2	0	0	1	0	1	1	3	2	13	2	
30	0	1	0	0	0	1	2	1	0	1	0	1	1	0	3	2	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	7	1	

Anexo 6. Evidencias fotográficas



Anexo 7. Relación de participantes quienes colaboraron con el desarrollo de los cuestionarios de investigación

RELACIÓN DE PARTICIPANTES QUIENES COLABORARON CON EL DESARROLLO DEL CUESTIONARIO PARA LA INVESTIGACION TITULADA "NIVEL DE CONOCIMIENTO DE LAS FALLAS DEL SISTEMA OWS POR CONTAMINANTES PRESENTES EN LAS AGUAS DE SENTINAS EN OFICIALES EGRESADOS DE LA ESPECIALIDAD DE MÁQUINAS DE LA ENAMM, 2020"				
INVESTIGADORES		Bachiller en Ciencias Marítimas Toribio Cortez Victor Anderson Bachiller en Ciencias Marítimas Seban Navarro Joel		
Nº	APELLIDOS Y NOMBRES	RANGO	DNI	FIRMA
01	Javier Arturo Liendo Aguirre	3er ingeniero	70447452	
02	Jose ortiz suclupe	3er ingeniero	46875617	
03	Reynem Romero Capcha	3er ingeniero	75150017	
04	Jhonn Estiven Espino Feliciano	3er ingeniero	75014927	
05	CHRISTIAN DEJACION MARTINEZ NAVARRO	3er ingeniero	46151807	
06	Jersy Borda Lopez	3er ingeniero	71477508	
07	Roberto Juan Meza Bernado	3er ingeniero	46910409	
08	Jesus Huaman Rodriguez	3er ingeniero	74168518	
09	Jose Julio Pivas Guerra	3er ingeniero	47247450	
10	JORNAN ADOLFO JEJI HUA CAYCHUCO	3er ingeniero	47029383	
11	Kenny Rodolfo Elwidarrutia Aguado	3er ingeniero	47453790	
12	Christian Salazar Ortiz de Cruz	3er ingeniero	46892100	
13	Rosay Herman Pihuyabo Mamani	3er ingeniero	44943830	
14	Juan Carlos gomez Calderon	3er ingeniero	47487855	
15	FRANCO SEBASTIAN SALAZAR LINARES	3er ingeniero	73808800	
16	Montenegro Arevalo Junior MARCEL ARTURO	3er ingeniero	74076245	
17	Luis CRISTIAN MERINO ROSAS	2er INGENIERO	45511147	
18	CARLOS ATAUULLCO ZORBA	3er ingeniero	76586315	
19	Yuben dario Lopez Palomino	3er INGENIERO	46766247	
20	Edwin Yael Loli Urquiza	3er ingeniero	73830400	
21	Manila elena pajares Morales	3er ingeniero	74652016	
22	XAVI OROSCO LUNA	3er ingeniero	45775640	
23	José ANTONIO Huarato VARGAS	3er ingeniero	46800945	
24	Alvarado Rodriguez Juan Arnaldo	3er ingeniero	46455746	

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	RANGO	DNI	FIRMA
25	Miguel andrés quinones dueñas	3 ^{er} Ingeniero	72896344	
26	Ronald Enrique Cochachin Leon	3 ^{er} Ingeniero	46567699	
27	MARCO INACIO GARCIA	3 ^{er} Ingeniero	46399127	
28	Elvis Jairo Matiguz	3 ^{er} Ingeniero	71279192	
29	Angel Cartagena de la Cruz	3 ^{er} Ingeniero	72570596	
30	Luis Miguel Perez Ladines	3 ^{er} Ingeniero	73042265	

Anexo 8. Guía “Problemas en el sistema OWS por agentes contaminantes”

Blogger

- <https://draft.blogger.com/u/1/blog/posts/4759054112090949543?hl=es&tab=jj>

Google Drive

- <https://drive.google.com/file/d/1eLM-rg-dh8CtODnaz52uymVb1AHuvwv/view>