

# **ESCUELA NACIONAL DE MARINA MERCANTE**

## **“ALMIRANTE MIGUEL GRAU”**

**Programa Académico de Marina Mercante**

**Especialidad de Máquinas**



### **VISIÓN PROSPECTIVA SOBRE EL USO DE COMBUSTIBLES MARINOS EN CONCORDANCIA CON EL CUMPLIMIENTO DE LAS NORMAS VINCULADAS A LA DISMINUCIÓN DEL CONTENIDO DE AZUFRE, EN BUQUES MERCANTES QUE REALIZAN CABOTAJE EN EL PERÚ, 2020**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
OFICIAL DE MARINA MERCANTE**

**PRESENTADA POR:**

**ASMAT CASTRO, KEVIN RICARDO  
YUPANQUI CARDENAS, SAMUEL**

**CALLAO, PERÚ**

**2020**

VISIÓN PROSPECTIVA SOBRE EL USO DE COMBUSTIBLES  
MARINOS EN CONCORDANCIA CON EL CUMPLIMIENTO DE LAS  
NORMAS VINCULADAS A LA DISMINUCIÓN DEL CONTENIDO DE  
AZUFRE, EN BUQUES MERCANTES QUE REALIZAN CABOTAJE  
EN EL PERÚ, 2020

## **DEDICATORIA**

A mis padres por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad, muchos de mis logros se los debo a ustedes entre los que se incluye este y por el apoyo en todo momento de mi formación profesional.

*Asmat Castro, Kevin Ricardo*

## **DEDICATORIA**

En primer lugar agradecer a mis padres por su incondicional apoyo, constante guía y fuerte ejemplo a seguir, el cual marco mi vida académica desde sus inicios, a mis hermanos por ser fiel soporte de mis decisiones y por ultimo a mis maestros los cuales compartieron todos sus conocimientos y sabiduría de manera muy alturada.

*Yupanqui Cardenas, Samuel.*

## **AGRADECIMIENTO**

A nuestros asesores por acompañarnos y confiar en nosotros tanto como maestros y como guías para la realización de la presente investigación, por su gran experiencia y compromiso que fue combustible fundamental para impulsar nuestro trabajo.

## ÍNDICE

	<b>Pág.</b>
Portada.....	i
Título.....	ii
Dedicatoria.....	iii
Agradecimientos.....	v
ÍNDICE.....	vi
LISTA DE FIGURAS.....	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT.....	xii
INTRODUCCIÓN.....	xiv
<b>CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	
1.1. Descripción de la realidad problemática.....	1
1.2. Formulación del problema.....	4
1.2.1. Problema general.....	4
1.2.2. Problema específico.....	4
1.3. Objetivos de la investigación .....	5
1.3.1. Objetivo general.....	5
1.3.2. Objetivos específicos.....	5
1.4. Justificación de la investigación.....	6
1.4.1. Justificación teórica.....	6
1.4.2. Justificación metodológica.....	7
1.4.3 Justificación practica.....	7
1.5. Limitaciones de la investigación.....	8
1.6. Viabilidad de la investigación.....	9
<b>CAPÍTULO II: MARCO REFERENCIAL</b>	
2.1. Antecedentes de la investigación.....	10
2.2. Marco legal.....	18

2.2.1. Convenio Marpol.....	18
2.2.1.1. Resolución MEPC.305(73).....	20
2.2.1.2. Resolución MEPC.320 (74).....	21
2.3. Marco teórico.....	24
2.3.1. Impacto de los óxidos de azufre en el ecosistema y salud humana.....	24
2.3.2. Combustibles marinos.....	25
2.3.3. Propiedades de los combustibles marinos convencionales.....	28
2.3.4. Contaminantes de los combustibles convencionales.....	29
2.3.5. Norma ISO 8217:2017 / Productos del petróleo – Combustibles (Clase F) - Especificaciones de combustibles marino.....	32
2.3.6. Opciones de combustibles o alternativas para cumplir con la normativa vinculada a la normativa IMO 2020.....	33
2.4. Marco conceptual.....	37

### **CAPÍTULO III: DISEÑO METODOLÓGICO**

3.1. Diseño de la Investigación.....	43
3.2. Sistema de categorías.....	46
3.3. Muestra.....	49
3.4. Técnica, instrumento y herramienta de recolección de datos.....	49
3.4.1. Técnica.....	71
3.4.2. Instrumento.....	50
3.4.3. Herramientas.....	50
3.5. Rigor cualitativo.....	51
3.6. Técnicas para el procesamiento y análisis.....	52
3.7. Aspectos éticos.....	52

### **CAPÍTULO IV: RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN**

4.1. Analizar con visión prospectiva el uso marinos en concordancia con el cumplimiento de las normas vinculadas a la disminución del contenido de Azufre.....	54
4.1.1. Combustibles destilados .....	54
4.1.2. Combustibles residuales.....	72
4.1.3. Uso de gas natural licuado.....	97
4.1.4. Uso de metanol.....	110

### **CAPÍTULO V: DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

5.1. Discusión.....	120
5.2. Conclusiones.....	125
5.3. Recomendaciones.....	127

### **FUENTES DE INFORMACIÓN**

Referencias bibliográficas .....	129
Referencias electrónicas.....	131

### **ANEXOS**

Anexo 1.	Matriz de consistencia.....	133
Anexo 2.	Guías de entrevistas aplicados a la muestra.....	135
Anexo 3.	Validación de técnicas y herramienta de recolección de datos del presente trabajo de investigación.....	137
Anexo 4.	Consentimiento informado aplicado antes de realizar entrevistas la muestra de estudio.....	167

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1: El Convenio MARPOL regula las emisiones de gases contaminantes por parte de los buques mercantes.....	19
Figura 2: Las especificaciones establecidas en la MEPC.320(74) se encuentran en referencia de los combustibles marinos proveniente de la norma ISO 8217:2017.....	22
Figura 3: El ácido sulfúrico es el principal responsable de la deforestación.....	23
Figura 4: Porciones de aros de pistón con diferentes tipos de desgastes.....	24
Figura 5: Torres de lavada trasladados a un buque para ser utilizados en cumplimiento de la norma OMI 2020.....	27
Figura 6: Takaroa Sun, buque tanque que utiliza el metanol como combustible Marino.....	34
Figura 7: Temperatura de combustibles y viscosidad.....	64
Figura 8: Precios de combustibles destilados en los últimos años.....	68
Figura 9: Proceso de refino general.....	73
Figura10: Alternativas de uso de combustibles residuales en cumplimiento con la norma “OMI 2020”.....	85
Figura11: Relación entre la OMI, y Refinería en torno al cumplimiento de las normas “OMI 2020”.....	86
Figura12: El gas natural es uno de los combustibles fósiles más limpios que existen.....	104
Figura13: Precios del gas natural.....	107
Figura14: Diferencias entre el combustible marino convencional y el metanol...	111
Figura15: El metanol se encuentra los combustibles de menor emisión para motores marinos.....	111
Figura16: Disponibilidad del metanol como combustible marino.....	113
Figura17: Diferencias de precio entre el metanol y los combustibles marinos convencionales.....	117



## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo analizar con visión prospectiva el uso de combustibles marinos en concordancia con el cumplimiento de las normas vinculadas a la disminución del contenido de azufre, en los buques mercantes que realizan cabotaje en el Perú, 2020. Fue una investigación de enfoque cualitativo, tipo básica, nivel exploratorio y diseño fenomenológico. Se aplicó un muestreo no probabilístico intencional el cual consideró a 15 unidades documentales y uno no probabilístico por rastreo el cual consideró a 8 jefes de máquinas vinculados a la operación de buques mercantes quienes realizan cabotaje en el Perú. Se utilizó como técnicas de recolección de datos la documentación y la entrevista. Los resultados establecen teorizaciones con respecto a cuatro enfoques, los cuales son las características, ventajas, desventajas y el precio con el cual se establece una visión prospectiva de acuerdo con el objetivo de estudio basado en el análisis de los combustibles destilados, residuales y de los alternativos tales como el gas natural licuado y el metanol. Las conclusiones refieren a que en el contexto nacional vinculado a la operación de buques mercantes que realizan cabotaje en el Perú son

los residuales con bajo contenido de azufre los que se utilizan y que prospectivamente a futuro será el más adecuado tomando en cuenta criterios financieros, operativos y económicos equilibrados con respecto a las regulaciones que han sido establecidas por las normas “OMI 2020”.

**Palabras clave:** Visión, Prospectiva, Uso, Combustibles, Marinos, Normas, Contenido, Azufre, Buques, Mercantes, Cabotaje, Perú.

## **ABSTRACT**

The objective of this research was to analyze with a prospective vision the use of marine fuels in accordance with the fulfillment of the norms related to the decrease of the sulfur content, in the merchant ships that carry out cabotage in Peru, 2020. It was a focused investigation qualitative, basic type, exploratory level and phenomenological design. An intentional non-probabilistic sampling was applied which considered 15 documentary units and a non-probabilistic one by tracking which considered 8 chiefs of engines linked to the operation of merchant ships who carry out cabotage in Peru. Documentation and interview were used as data collection techniques. The results establish theorizations regarding four approaches which are the characteristics, advantages, disadvantages and the price with which a prospective vision is established according to the study objective based on the analysis of distillate, residual and alternative fuels such as liquefied natural gas and methanol. The conclusions refer to the fact that in the national context linked to the operation of merchant ships that carry out cabotage in Peru, the residuals with low sulfur content are used and that prospectively in the future it will be the most appropriate taking into

account financial and operational criteria. and economic balanced with respect to the regulations that have been established by the "IMO 2020" standards.

**Keywords:** Vision, Prospective, Use, Fuels, Marine, Standards, Content, Sulfur, Ships, Merchant, Cabotage, Peru.

## INTRODUCCIÓN

Los combustibles marinos en el campo del transporte marítimo han tenido una revolución en los últimos años en virtud del cumplimiento de las normas “OMI 2020”, los cuales buscan minimizar la emisión de gases contaminantes a la atmósfera a causa de la operación de los buques mercantes.

La Organización Marítima Internacional ha establecido diversas formas para cumplir con la normativa la cual entró en vigor el 1 de enero del año 2020, entre los cuales resaltan el uso de combustibles convencionales o alternativos entre los que destacan el gas natural licuado y el metanol.

A nivel nacional, no existen estudios sobre las alternativas disponibles en vinculación con la operación de los buques, tomando en consideración que con el pasar de los años las normas se irán haciendo mucho más rigurosas, y que en la actualidad se utiliza los residuales con bajo contenido de azufre.

Tomando en consideración que, en años venideros, las normas serán cada vez más rigurosas, se establece la necesidad de analizar los diversos panoramas tomando en consideración la característica del transporte marítimo en el ámbito nacional y las alternativas que proyecta la OMI para cumplir con una norma que busca establecer un cuidado por el medio ambiente y por la salud de las personas quienes viven cerca donde existe tráfico marítimo.

En tal sentido, el presente estudio se realizó con el objetivo de analizar con visión prospectiva el uso de combustibles marinos en concordancia con el cumplimiento de las normas vinculadas a la disminución del contenido de azufre, en los buques mercantes que realizan cabotaje en el Perú, 2020, de tal manera de establecer el posible escenario que podría caracterizar al transporte marítimo respecto al uso de combustibles marinos en relación a la normas que buscan minimizar el contenido de azufre.

Los combustibles que se analizan se tienen que ver con los destilados, residuales, gas natural licuado y metanol, tomando en consideración aspectos tales como las características, ventajas, desventajas y precios los cuales pueden establecer un panorama visualizado a futuro en torno al contexto nacional.

A través de una metodología llevada por un enfoque cualitativo donde se utilizó como técnica de recolección de datos la documentación y la entrevista estructurada, se pudo recabar la información con la intención de responder de manera adecuada a

la pregunta de investigación, por lo que, dichas acciones caracterizaron el proceso que se siguió.

La información recopilada se basó en unidades documentales de carácter internacional, mientras que las unidades compuestas por los sujetos se basó en tomar la percepción de jefes de máquinas quienes se encuentran vinculado a la operación de buques mercantes que realizan cabotaje en el contexto peruano. En consecuencia, el presente informe de tesis se encuentra dividido en cinco capítulos, estructurados de la siguiente manera:

**CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA,** Se presenta la descripción y formulación del problema, los objetivos, la justificación, las limitaciones y la viabilidad de la investigación.

**CAPITULO II: MARCO REFERENCIAL,** Comprende, los antecedentes de la investigación, el marco legal, el marco teórico y el marco conceptual.

**CAPITULO III: DISEÑO METODOLÓGICO,** Se presenta el diseño de investigación; sistema de categorías; muestra; técnica, instrumento y herramientas para la recolección de datos; rigor cualitativo; técnicas para el procesamiento y análisis de los datos; y los aspectos éticos.

**CAPITULO IV: RESULTADOS,** Se presentan los resultados en función al objetivo general y específicos sobre el uso de combustibles destilados, residuales, gas natural licuado y metanol, así como las teorizaciones correspondientes producto de las triangulaciones en correspondencia con el objetivo de estudio.

**CAPITULO V: DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES,** Se formula la discusión, conclusiones y recomendaciones en relación a los objetivos.

Finalmente se incluyen las referencias generales y sus anexos correspondientes.

# **CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

## **1.1. Descripción de la realidad problemática**

Los combustibles marinos forman parte de la fuente de energía indispensable los cuales son utilizados para el accionamiento del equipo propulsor de un buque mercante, así como de las máquinas auxiliares, lo cual representa un elemento fundamental generalmente compuesto por destilados y residuales provenientes de la refinación del petróleo.

A nivel internacional, las regulaciones establecidas para el transporte marítimo estipuladas en el Anexo VI del Convenio MARPOL regla 14 establece reducir el contenido de azufre de los combustibles marinos utilizados por los buques de 3.5 % a 0.5 % masa/masa lo cual entró en vigor el 1 de enero del año 2020, cuyo impacto requerirá una reformulación sobre los combustibles marinos que son utilizados (Alfa Laval, 2018).

Según García (2019) un estudio realizado por la OMI prospectivamente el cual tuvo como línea de investigación el óxido de azufre (SO<sub>2</sub>) y su impacto que podría producir entre los años 2020 y 2025 concluyó argumentando que, de no llevarse a cabo una normativa de reducción del azufre en los combustibles utilizados, implicará 570 000 muertes prematuras; afectaciones a la salud con enfermedades respiratorias y cardiovasculares; así como potenciar el daño a la atmosfera entre los que destaca la lluvia ácida y sus graves consecuencias para el ecosistema.

Ante dicho panorama, el organismo encargado de regular el transporte marítimo (OMI) estableció las regulaciones “IMO 2020” con la intención de minimizar las emisiones de azufre de los buques a partir del combustible que consumen, lo cual ha causado un gran impacto en la industria vinculada a la operación de los buques mercantes y el traslado de cargas a nivel internacional.

El impacto a consecuencia de la nueva regulación aplicable a los buques mercantes trae en consecuencia el uso de nuevos combustibles marinos con menos contenido de azufre, o disponer de combustibles alternativos los cuales establecen cambios significativos que repercutirán en la operación del buque para lo cual, se hacen necesario diversas evaluaciones con la intención de tomar la decisión más equilibrada en beneficio de las compañías y el respeto hacia el medio ambiente.

El Perú, como Estado Parte del Convenio MARPOL se encuentra en la obligación de dar fiel cumplimiento a las disposiciones establecidas en el Anexo VI de dicho tratado, los cuales, a partir del 1 de enero del año 2020, enmarcaron

actividades y disposiciones de carácter legal que juegan a favor del medioambiente y la salud de las personas quienes viven cerca a los puertos, coadyuvando a caracterizar al transporte marítimo como un medio ecoamigable.

Al observar que en la jurisdicción marítima nacional existen buques que se dedican al cabotaje marítimo, los cuales cuentan con una antigüedad de explotación aproximadamente de 12 años como mínimo, se problematiza la situación en relación con los mecanismos que se han venido adoptando y lo que pretende llevar a cabo a futuro en virtud del uso de los combustibles marinos para dar cumplimiento con las normas en relación con las emisiones de azufre.

Ante lo expuesto, el presente estudio busca analizar la situación de los combustibles convencionales y los alternativos sugeridos por la OMI con la intención de cumplir con los límites de azufre establecidos, estableciendo una visión prospectiva tomando en consideración que en años próximos la norma será más rigurosa y es coherente una respuesta del contexto local vinculada a la operación de los buques.

## **1.2. Formulación del problema**

### **1.2.1. Problema general**

¿Cuál es la visión prospectiva sobre el uso de combustibles marinos en concordancia con el cumplimiento de las normas vinculadas a la disminución del contenido de azufre, en los buques mercantes que realizan cabotaje en el Perú?

### **1.2.2. Problemas específicos**

-¿Cuál es la visión prospectiva sobre el uso de combustibles destilados en concordancia con el cumplimiento de las normas vinculadas a la disminución del contenido de azufre, en buques mercantes que realizan cabotaje en el Perú?

-¿Cuál es la visión prospectiva sobre el uso de combustibles residuales en concordancia con el cumplimiento de las normas vinculadas a la disminución del contenido de azufre, en buques mercantes que realizan cabotaje en el Perú?

-¿Cuál es la visión prospectiva sobre el uso de gas natural licuado como combustible marino alternativo en concordancia con el cumplimiento de las normas vinculadas a la disminución del contenido de azufre, en buques mercantes que realizan cabotaje en el Perú?

-¿Cuál es la visión prospectiva sobre el uso de metanol como combustible marino alternativo en concordancia con el cumplimiento de las normas vinculadas a la disminución del contenido de azufre, en buques mercantes que realizan cabotaje en el Perú?

### **1.3. Objetivos de la investigación**

#### **1.3.1. Objetivo general**

Analizar con visión prospectiva el uso de combustibles marinos en concordancia con el cumplimiento de las normas vinculadas a la disminución del contenido de azufre, en los buques mercantes que realizan cabotaje en el Perú, 2020.

#### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Analizar con visión prospectiva el uso de combustibles destilados en concordancia con el cumplimiento de las normas vinculadas a la disminución del contenido de azufre, en buques mercantes que realizan cabotaje en el Perú.

- Examinar con visión prospectiva el uso de combustibles residuales en concordancia con el cumplimiento de las normas vinculadas a la disminución del contenido de azufre, en buques mercantes que realizan cabotaje en el Perú.

-Analizar con visión prospectiva el uso de gas natural licuado como combustible marino alternativo en concordancia con el cumplimiento de las normas vinculadas a la disminución del contenido de azufre, en buques mercantes que realizan cabotaje en el Perú.

- Examinar con visión prospectiva el uso de metanol como combustible marino alternativo en concordancia con el cumplimiento de las normas vinculadas a la disminución del contenido de azufre, en buques mercantes que realizan cabotaje en el Perú.

#### **1.4. Justificación de la investigación**

##### **1.4.1. Justificación teórica**

La presente investigación aporta con conjunto de conceptos, ideas y perspectivas críticas sobre la línea de investigación, de tal manera que en futuros estudios se pueda contar con un marco de referencia sobre investigaciones que problematicen sobre el uso de combustibles marinos encaminados en el contexto peruano.

En tal sentido, con la acumulación de teorías que busquen explicar ciertas condiciones que pueden observarse a futuro se podría tomar actuar con la intención de ser proactivos con respecto al marco legal que establece el nuevo marco normativo sobre las normas “OMI 2020”, en particular las referentes a los óxidos de azufre.

#### **1.4.2. Justificación metodológica**

Con respecto a la metodología que caracteriza el proceso investigativo, al desarrollarse bajo una matriz epistémica cualitativa se establece una forma de recabar y analizar información la cual puede someterse a réplica con estudios similares que tomen en cuenta otras unidades de información con el fin de ahondar sobre el conocimiento generado a través de discusiones más directas.

En tal sentido, el presente trabajo de investigación plasma un diseño que puede considerarse como un modelo, la cual no pretende ser una camisa de fuerza, pero que sin embargo podría ser aplicado con lógica y coherencia en estudios afines a la línea de investigación y propósito de estudio.

#### **1.4.3 Justificación práctica**

Al problematizar sobre el uso de los combustibles marinos en el contexto peruano, se busca fomentar el conocimiento sobre las alternativas más viables que se pueden tomarse en cuenta de manera equilibrada en beneficio de las compañías, el medio marino y la salud de los seres humanos en el contexto local.

En tal sentido, con la información que se proporciona en el presente estudio, se contribuye con información concreta sobre los cuales se pueden ahondar de manera estratégica con la intención de que acrecentando el

conocimiento científico sobre la línea de investigación pueda traer resultados con aplicaciones prácticas en la industria marítima con respecto a la operación de los buques en el contexto peruano.

### **1.5. Limitaciones de la investigación**

Entre una de las principales limitaciones con respecto al presente trabajo de investigación resalta la carente bibliografía científica que existe en el medio peruano sobre los diferentes temas vinculados a la operación de los buques, en especial sobre el uso de combustibles marinos en buques mercantes con relación al cumplimiento de las normas “OMI 2020”.

Entre la carente bibliografía se toman en cuenta la falta de antecedentes nacionales, por lo que se tomaron en cuenta estudios en mayoría internacionales apelando a criterios metodológicos y temáticos con la intención de tener en consideración una luz previa para abordar la problemática de estudio.

Por otra parte, otra de las limitaciones que se pudo evidenciar es la falta de especialistas sobre una temática de suma importancia para la operación de los buques y que en los últimos años tendrá cambios drásticos para lo cual se necesita impulsar actividades investigativas con el fin de recabar información concreta y de esta manera ir manejando ciertas posturas que establezcan una reacción local ante una problemática internacional como son los gases contaminantes proveniente de los buques mercantes, en especial el óxido de azufre.

## **1.6. Viabilidad de la investigación**

La investigación fue viable porque se contó con el recurso humano, material y económico con los cuales se pudo tomar acción directa para poder recabar los datos necesarios para poder responder al objetivo general de estudio. De esta manera se pudo garantizar el carácter empírico que particulariza a cada proceso investigativo científico.

## **CAPÍTULO II: MARCO REFERENCIAL**

### **2.1. Antecedentes de la investigación**

La presente investigación se respalda en el antecedente nacional de Quispe y Castrejón (2018) con su trabajo de investigación titulado: *“Importancia de la regulación OMI sobre emisiones de SO<sub>x</sub> en el transporte marítimo en el Perú para el año 2020”*. Se propuso como objetivo conocer la importancia de la regulación OMI sobre emisiones de SO<sub>x</sub> en el transporte marítimo en el Perú para el año 2020 y evaluar una posible solución para su cumplimiento con el uso de energías alternas, de las cuales una es el gas natural licuado (GNL), determinado como opción más viable y económica debido a su composición amigable con el medio ambiente y su bajo costo en el mercado mundial, así como por su aceptación por parte de las empresas involucradas en el transporte marítimo. Fue un estudio de enfoque cualitativo, tipo básica, nivel exploratorio y diseño fenomenológico. Utilizó como técnica de recolección de datos la documentación y las entrevistas. Utilizó como muestra a diferentes unidades de información documental, así como sujetos vinculados a empresas navieras peruanas. Los resultados permitieron establecer

consideraciones sobre las regulaciones vigentes respecto a las emisiones de SO<sub>x</sub>, alternativas viables eficientes para el cumplimiento de la regulación OMI sobre emisiones de SO<sub>x</sub>, decisión de las empresas, y análisis de la importancia de la regulación OMI en el transporte marítimo en el Perú. Concluyó sosteniendo que las modificaciones que han sufrido el Anexo VI del Convenio MARPOL y las que seguramente seguirán dándose con el pasar del tiempo, serán cada vez más estrictas pues el tema de protección del medio atmosférico ha tomado mucha importancia a nivel mundial y buscan, con nuevos límites, reducir al máximo las emisiones de gases dañinos por parte del transporte marítimo.

Entre los antecedentes internacionales destaca Hernández (2020), en la Universidad de la Laguna, España, realizó un estudio titulado: *“Implantación de la normativa IMO 2020 y su consecuencia en los buques mercantes”*. Se planteó como objetivo analizar la nueva normativa sobre las emisiones de óxidos de azufre (SO<sub>x</sub>) establecida por la OMI que establece nuevas restricciones para conservar el medioambiente reduciendo las emisiones que emanan de los buques mercantes. Fue un estudio de enfoque cualitativo, tipo básica, nivel exploratorio, y diseño narrativo. Utilizó como técnicas de recolección de datos la documentación y como herramientas de recolección de datos fichas de investigación. Los resultados sistematizaron información respecto a la normativa; los efectos de los óxidos de azufre en el medio ambiente y la salud humana; respecto al cumplimiento de la normativa IMO 2020; y el plan para la implantación uniforme del límite de contenido de azufre del 0.50 % en virtud del Anexo VI del Convenio MARPOL; y sobre los Proyectos de combustibles del futuro. Concluyó sosteniendo que muchos buques para poder cumplir con la normativa respecto a

emisiones de gases han utilizado un combustible con muy bajo contenido de azufre (VLSFO), con el punto a favor de que los motores y los equipos auxiliares que trabajaban con IFO 380 se puedan adaptar perfectamente sin ninguna complicación al VLSFO.

García (2019), en la Universidad de la Laguna, España, realizó un estudio titulado: *“Reto OMI 2020 ¿Estamos preparados?”*. Se plantearon como objetivo general conocer y analizar el impacto de la normativa de reducción de azufre en combustible en los sectores implicados. Fue un estudio de enfoque cualitativo, tipo básico, nivel exploratorio y diseño narrativo. Utilizó como técnicas de recolección la documentación y como herramientas de recolección de datos una ficha de investigación. Extrajo fuentes de información sobre diversos aspectos vinculados a la norma OMI 2020 y su vinculación práctica que se orienta a la operación de los buques mercantes. Los resultados plasmaron informaciones diversas sobre la normativa de emisiones de gases, la afectación hacia el bunker, la implantación por parte de las navieras, y la navegación de los buques de cara a un futuro próximo. Concluyó estableciendo que debido al impacto medioambiental que producen las emisiones de azufre, se ha tenido que elaborar una normativa que pueda disminuir la cantidad de dicho contaminante que se emite a la atmosfera por parte de los buques mercantes, para lo cual la OMI busca una reducción significativa de en el porcentaje de azufre en los combustibles consumidos por la flota mundial, mejorando de todos modos la salud respecto a problemas cardiovasculares y de pulmón que pueden aquejar a la población que se encuentra expuesta.

Saavedra (2018), en la Universidad de la Laguna, España, realizaron un estudio titulado: *“El gas natural como combustible marino y el ejemplo del Ro-Pax ‘Abel Matutes’*. Se plantearon como objetivo dar a conocer el motivo del uso del gas con respecto a cumplir con la nueva normativa sobre emisiones de azufre establecido por OMI, particularizando en aspectos tales como de la historia, composición, medidas de seguridad, etc. Fue un estudio de ruta cualitativa, tipo básica, nivel exploratorio y diseño narrativo. Utilizó como técnica de recolección de datos la documentación, utilizando además fichas de investigación aplicando el método de análisis de contenido para capturar la información pertinente en aras de responder al objetivo de estudio. Los resultados plasmaron información sistematizada sobre las zonas ECA y su legislación, opciones de combustibles o métodos para cumplir con la normativa, el GNL como combustible marino, comparativa del GNL respecto a otros combustibles, así como las medidas y medios de seguridad por el uso del GNL. Concluyó estableciendo que el gas natural a pesar de ser un tanto más caro en su inversión inicial es el más rentable a largo plazo en comparación con los demás, para lo cual representa una opción ecoamigable con el medio ambiente vinculado a garantizar la eficiencia del transporte marítimo en términos medioambientales.

Ayala (2019), en la Universidad Politécnica de Catalunya, España, realizó un trabajo de investigación: *“Estudio comparativo de sistemas de gases de exhaustación (Scrubbers). Diseño de un procedimiento de selección y evaluación económica para su aplicación en buques existentes”*. Se plantearon como objetivo realizar un estudio de comparativa de la tecnología y funcionamiento sobre los diversos sistemas de depuración de gases de exhaustación (Scrubbers) que

existen actualmente en el mercado, así como el uso del gas natural licuado como combustible. Fue un estudio de enfoque cualitativo, nivel exploratorio, tipo básica, diseño narrativo. Utilizó como técnica de recolección de datos la documentación haciendo uso de fichas de investigación, de las cuales pudo recabar información para presentarla de manera estructurada en respuesta de los objetivos de estudio propuesto. Los resultados permitieron establecer detalles sobre la problemática de la presencia de Azufre en los combustibles marinos; combustibles marinos propiamente dicho; normativa internacional referente a la prevención de la contaminación atmosférica ocasionada por los buques; comparativa de sistemas de gases de exhaustación (Scrubbers); proceso de selección; y un caso económico sobre su designación e instalación en un buque. Concluyo estableciendo que el aumento de emisiones de contaminantes a la atmósfera de SOx producidas en el sector marítimo se deben al contenido de azufre en el petróleo, ante ello, el mercado de los scrubbers es hoy en día un mercado muy dinámico, debido a la normativa vigente que ajusta los niveles de azufre en el combustible en las zonas ECAs es muy probable que los armadores prefieran usar combustible con bajo contenido de azufre (MGO) para navegar por zonas en vez de instalas un scrubbers o realizar una conversión a LNG, estableciendo que el combustible con bajo contenido de azufre es una opción a corto plazo, mientras que los scrubbers son vistos como una opción a medio plazo.

Llop (2017), realizó un estudio en la Universidad Politécnica de Catalunya, España, titulado: “*Adaptación de un buque para consumir fueloil de bajo contenido en azufre*”. Se plantearon como objetivo proponer distintos procesos e instalaciones para la reducción de las emisiones de azufre en buques. Dentro de

dichas medidas se encuentran aquellas que se aplican al combustible (métodos primarios) y aquellas que se implementan a los gases producidos por la combustión (métodos secundarios). Fue un estudio de enfoque cualitativo, tipo básica, nivel exploratorio y diseño narrativo. Utilizaron como técnicas de recolección de datos la documentación, la observación y la entrevista. Así también utilizó como herramientas de recolección de datos una ficha de investigación, guía de entrevista, y guía de observación. Los resultados le permitieron establecer información diversa respecto a la problemática del azufre, los procesos de desulfuración del fueloil, y sobre la aplicación de diversas estrategias y mecanismos tomando como referencia la aplicación de la norma en un buque portacontenedores PANAMAX. Concluyó estableciendo que las características de los combustibles marinos y la problemática de la presencia del azufre en motores marinos son diversas, por lo que las medidas y acciones que se tomen en cuenta en la cual se consideren procedimientos y métodos deben analizarse de manera particular en cada buque.

López (2015), realizó un estudio en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Navales, titulado: "*Evaluación de las consecuencias de la nueva regulación de la OMI sobre combustibles marinos*". Se plantearon como objetivo la posibilidad de refinar fueles por debajo del límite que establece la normativa vinculada al azufre, así como comparar las alternativas al consumo del gasóleo, analizando la viabilidad económica de dichas inversiones en nuevos sistemas propulsivos basados en GNL o depuradoras scrubbers que permiten cumplir con la regulación sin necesidad de consumir gasóleo y establecemos las pautas en la toma de decisión. Fue un estudio de enfoque cualitativo, tipo básica, nivel exploratorio,

diseño investigación acción. Utilizó como técnica de recolección de datos la documentación y como herramienta de recolección de datos fichas de investigación. Tomó en consideración unidades de información referidos a los combustibles marinos en correspondencia con las normas establecidas. Los resultados establecen alcances sobre la regulación de los combustibles marinos; los combustibles marinos en base a su consumo y producción; evaluación de las consecuencias del camino al consumo de gasóleo; otras alternativas de cumplimiento de la regulación; y análisis de las tres alternativas de cumplimiento. Concluyó sosteniendo que la entrada en vigor de la nueva normativa de la OMI tendrá consecuencias económicas, operativas y financieras en el sector marítimo, pero también en las empresas petroleras e incluso en las economías locales de cada país. Se expone a continuación el fruto del análisis de dichas consecuencias agrupadas temáticamente, con especial atención al mediterráneo y España, así como las nuevas vías de investigación que se plantean.

Por último, Cortés (2014), realizaron un estudio en la Universidad Politécnica de Catalunya, España, titulado: *“Proceso de refino del petróleo para la obtención de combustibles marinos”* Se planteó como objetivo estudiar la obtención de los combustibles a partir del petróleo crudo como materia prima. Fue un estudio de enfoque cualitativo, nivel exploratorio, tipo básica y diseño narrativo. Utilizó como técnica de recolección de datos la documentación y como herramientas de recolección de datos fichas de investigación en la cual se captura contenido relevante que corresponda al objetivo del presente trabajo de investigación. Los resultados sistematizaron información relevante sobre el análisis del petróleo crudo, estudiando el origen, formación, composición y caracterización, para lo

cual abordaron el proceso de refinación del petróleo para la obtención de las fracciones necesarias que conforman las bases para los combustibles marinos. Dichos procesos incluyen tratamientos previos a la refinería tales como la destilación atmosférica, destilación a vacío, visbreaking y desulfuración, entre otros. Concluyó sosteniendo que la composición de los combustibles marinos que se obtienen en una refinería depende fundamentalmente del tipo de crudo utilizado y de los procesos llevados a cabo en una refinería, por lo que en muy raras ocasiones se obtendrán dos combustibles de iguales características en diferentes momentos.

## **2.2. Marco legal**

Para comprender los aspectos que se vinculan con el uso de los combustibles marinos o fueloil que se utilizan y utilizarán a futuro dentro del transporte marítimo es importante tomar en cuenta las regulaciones que se asocian a dicha problemática, ya que constituye uno de los pilares fundamentales en el sector del transporte marítimo.

### **2.2.1. Convenio MARPOL**

El Convenio MARPOL, llamado también, Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques, es un instrumento normativo considerado un pilar cuyo objetivo es prevenir la contaminación del medio marino por causa de las operaciones que realizan los buques comerciales.

De acuerdo con lo que establece OMI (2019):

El Convenio MARPOL fue adoptado el 2 de noviembre de 1973 en la sede de la OMI. El Protocolo de 1978 se adoptó en respuesta al gran número de accidentes de buques tanque ocurridos entre 1976 y 1977. Habida cuenta de que el Convenio MARPOL 1973 aún no había entrado en vigor, el Protocolo de 1978 relativo al Convenio MARPOL absorbió el Convenio original. El nuevo instrumento entró en vigor el 2 de octubre de 1983. En 1997, se adoptó un Protocolo para introducir enmiendas en el Convenio y se añadió un nuevo Anexo VI, que entró en vigor el 19 de mayo de 2005. A lo largo de

los años, el Convenio MARPOL ha sido objeto de diversas actualizaciones mediante la incorporación de enmiendas (párr. 2).

En ese sentido, se puede entender que el Convenio a lo largo de los años ha sufrido modificaciones, por lo que puede considerarse como instrumento normativo de carácter “vivo” ya que se encuentra supeditado a enmiendas permanentemente.

El Convenio MARPOL cuenta con seis anexos técnicos los cuales precisan regulaciones en razón de las principales fuentes de contaminación marina que suelen ocasionar los buques mercantes. Los anexos son los siguientes:

- Anexo I: Reglas para prevenir la contaminación por hidrocarburos.
- Anexo II: Reglas para prevenir la contaminación por sustancias nocivas líquidas transportadas a granel.
- Anexo III: Reglas para prevenir la contaminación por sustancias perjudiciales transportadas por mar en bultos.
- Anexo IV: Reglas para prevenir la contaminación por las aguas sucias de los buques.
- Anexo V: Reglas para prevenir la contaminación ocasionada por las basuras de los buques.
- Anexo VI: Reglas para prevenir la contaminación atmosférica ocasionada por los buques.

El Anexo VI establece límites en las emisiones de óxido de azufre los cuales forman parte de los gases contaminantes que se generan a partir del

proceso de combustión que se llevan internamente. Además, se señalan consideraciones para las zonas de control de las emisiones designadas con un enfoque de mayor restricción.



*Figura 1.* El Convenio MARPOL regula las emisiones de gases contaminantes por parte de los buques mercantes.

Fuente: Recuperado de <https://www.datosfreak.org/datos/slug/oxido-nitrogeno-oxido-azufre-barcos/>

#### **2.2.1.1. Resolución MEPC.305(73)**

Fue adoptado el 26 de octubre de 2018, lo cual se titula “Enmiendas al anexo del protocolo de 1997 que enmienda el Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques, 1973, modificado por el protocolo de 1978”.

El objetivo de la resolución fue sustituir el párrafo 1 de la Regla 14 titulada “Oxidos de azufre (SOx) y materia particulada” estableciendo un límite de azufre en el fueloil utilizado de máximo 0.50 % masa/masa, con lo cual se cambia el límite que fue establecido antes del 1 de enero de 2020, fecha en la cual entró en vigor dicha disposición (MEPC, 2018).

El límite establecido con anterioridad fue de 3.50 % masa/masa, y la presente regulación enmarco un cambio significativo dentro de la industria vinculada a la operación de los buques, lo que representa un aspecto obligatorio que los buques dentro de su gestión y operación deben cumplir.

Así también, la enmienda referida disminuye el límite de azufre en los fueloils por debajo del 0.10 % masa/masa para las zonas de control de las emisiones o llamadas zonas ECAS, entre los que destacan la zona del mar Báltico, zonas del mar del Norte, zona de control de las emisiones de Norteamérica y el mar Caribe de los Estados Unidos.

Así también, con la presente enmienda se modifica además el Modelo de Certificado de prevención de la contaminación atmosférica (Certificado IAPP) lo cual se encuentra referido en la regla 8 del Anexo VI del Convenio MARPOL.

#### **2.2.1.2. Resolución MEPC.320(74)**

Fue adoptado el 17 de mayo de 2019 y se titula “Directrices de 2019 para implantación uniforme del límite del contenido de azufre del 0.50 % en virtud del Anexo VI del Convenio MARPOL” y tiene como objetivo establecer lineamientos para garantizar que se cumpla con el contenido límite de azufre en los buques (MEPC, 2019).

Se hace mención que el público objetivo de dicho instrumento normativo tiene un alcance tanto para las Administraciones, Estados rectores de los puertos, armadores, constructores de buques y los proveedores de fueloil según sea el caso.

De manera genérica establece las siguientes definiciones con respecto a los combustibles convencionales que pueden ser utilizados cuyas especificaciones se encuentran estrechamente alineadas con la norma ISO 8217:2017 titulado “Productos de petróleo – Combustibles (clase F) – Especificaciones para combustibles marinos”:

- Combustibles destilados marinos (DM).
- Combustibles marinos residuales (RM).
- Fueloil con contenido ultrabajo de azufre (ULSFO).
- Fueloil con contenido muy bajo de azufre (VLSFO).
- Fueloil pesado con contenido alto de azufre (HSHFO), cuyo contenido de azufre es superior a 0.50 % masas/masa.

Se hace mención sobre la circular MEPC.1/Circ.878 titulado “Orientaciones sobre la elaboración de un plan de implantación en el buque para la implantación uniforme del límite de contenido de azufre del 0.50 % en virtud del Anexo VI del Convenio MARPOL”.

La directriz además establece las repercusiones en los sistemas de máquinas y combustibles por el uso de destilados, destilados con contenido de ésteres metílicos de ácidos grasos (FAME) y residuales,

tomando en consideración además aspectos técnicos clave para los propietarios de buques y los armadores.

Todas las consideraciones establecidas están orientadas al uso de combustibles proveniente del petróleo y se inciden en diversas actividades tales como la supervisión, la gestión respecto a cuestiones que puedan repercutir en la máquina principal, procedimientos de muestreo, falta de disponibilidad de fuel oil, etc.



*Figura 2.* Las especificaciones establecidas en la MEPC.320(74) se encuentran en referencia de los combustibles marinos proveniente de la ISO 8217: 2017.

Fuente: Recuperado de [https://neftesnabllc.diytrade.com/sdp/2092129/4/pd-6890705/11836134-2620684/Fuel\\_Oil\\_CST\\_180.html](https://neftesnabllc.diytrade.com/sdp/2092129/4/pd-6890705/11836134-2620684/Fuel_Oil_CST_180.html)

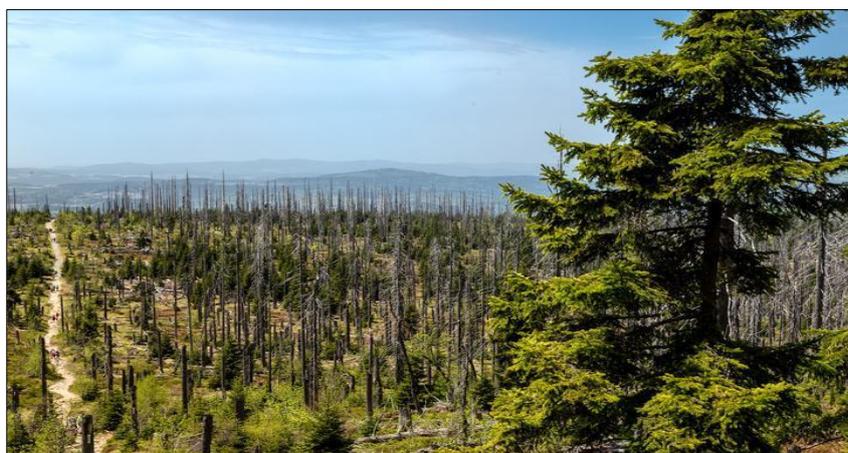
Las regulaciones que buscan minimizar los gases contaminantes en la industria del transporte marítimo traen como consecuencia el uso de diversos tipos de combustibles, en los que particularmente resaltan los combustibles que se producen a partir del refinado del petróleo.

## 2.3. Marco teórico

### 2.3.1. Impacto de los óxidos de azufre en el ecosistema y salud humana

El dióxido de azufre,  $\text{SO}_2$ , constituye un gas incoloro, irritante, no inflamable, no explosivo y posee mucha estabilidad. Cuando entra en contacto con el agua se convierte en ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ). La principal fuente de emisión es la combustión de productos petrolíferos (Instituto para la Salud Geoambiental, 2019).

Con respecto al ecosistema el dióxido de azufre al ser emitido a la atmosfera y entrar en contacto con el agua en estado gaseoso se produce el ácido sulfúrico lo cual se precipita en forma de "lluvia ácida", lo que trae como consecuencia la acidificación del agua dulce de los ríos, de las fértiles tierras y la deforestación ya que dicha sustancia afecta a la clorofila de la vegetación (García, 2019).



*Figura 3.* El ácido sulfúrico es el principal responsable de la deforestación.  
Fuente: Recuperado de <https://www.ecologiaverde.com/lluvia-acida-definicion-causas-y-consecuencias-1052.html>

Por otra parte, con respecto a los daños que suele ser ocasionado por la emisión de óxidos de azufre a la salud humana se tiene:

- Dificultad para respirar.
- Inflamación de las vías respiratorias.
- Irritación ocular.
- Edema pulmonar.
- Paro cardíaco.
- Colapso circulatorio, etc.

Ante las afectaciones establecidas, la preocupación de la OMI enmarca un sentir de contribución global lo cual sumado a otros sectores industriales ponen el centro de atención las consecuencias de la emisión de óxidos de azufre a la atmosfera, con el objetivo de reducir y minimizar los daños a la salud humana y el medio ambiente, garantizando mejores condiciones de vida y medioambientales de manera general.

### **2.3.2. Combustibles marinos**

Por lo general, cuando se refiere a combustible marino, llamado también, bunker (nombre tradicional) se hace referencia a aquella mezcla que se origina en las refinerías de hidrocarburos a partir del petróleo crudo que es extraído.

El petróleo es un recurso natural no renovable, el cual es de carácter fósil el cual se obtiene a partir de la descomposición de materia orgánica los cuales fueron enterrados bajo pesadas capas de sedimentos en zonas terrestres y marinas. Representa la principal fuente de energía a nivel mundial (Egüen, 2015).

El combustible marino proveniente del petróleo o combustible tradicional se obtiene a partir de la mezcla de sustancias aditivas lo cual mejora sus cualidades y propiedades, cuyo proceso corresponde a un tratamiento específico realizado en las refinerías.

De acuerdo con su procedencia, Según Hernández (2020) y Cabronero (s.f.) los combustibles marinos pueden clasificarse en destilados y residuales:

-Combustible destilados: Llamados también “destilaje fuels” y se caracterizan por poseer bajas impurezas, alto poder de combustión, baja viscosidad y alta volatilidad.

Entre los tipos de combustibles destilados se tiene el Marine Gas Oil (MGO) y el Marine Diesel Oil (MDO), y suelen ser utilizados en zonas ECA (Áreas de Control de Emisiones) en donde se exigen un máximo de 0.1 % de contenido de azufre y los combustibles residuales mantienen bajos contenidos de dicho componente.

Entre los MGO se tiene: Marine Diesel gas-oil, Marine Diesel médium, Bunker gas-oil.

Así también el MDO se puede clasificar en: Marine Diesel fuel y Bunker Diesel-oil.

-Combustible residuales: Llamados también “Heavy fuels” se suelen caracterizar por su alto porcentaje de componentes residuales, lo que le otorga un aspecto negro o marrón oscuro, y por lo tanto relativamente económicos.

Cuando los combustibles residuales son combinados con los destilados se obtienen intermedios los cuales son frecuentemente utilizado por los buques mercantes en la máquina principal.

Los Light Marine Fuel-Oil forman parte de combustibles residuales los cuales a su vez se dividen en Intermediate fuel-oil, Intermediate bunker fuel, y Marine Intermediate fuel. Por otra parte, se conoce otro tipo de residual conocido como los Marine Fuel-Oil entre los que destacan el Bunker fuel, Número 6 fuel, y Bunker K.

Los combustibles residuales o Heavy Fuel Oil (HFO), dependiendo de la viscosidad y el contenido de azufre se pueden clasificar en:

- HSFO (Heavy Sulphur Fuel Oil): Los cuales poseen un contenido máximo de azufre del 3.5 %.
- LSFO (Low Sulphur Fuel Oil): Con un contenido máximo de azufre de 1.5 %.
- ULSFO (Ultra Low Sulphur Fuel Oil): Tiene un contenido máximo de azufre de 0.1 %.
- VLSFO (Very Low Sulphur Fuel Oil): Tiene un contenido máximo de azufre de 0.5 %.

- Fueles intermedios obtenidos de la mezcla de fuel con destilados (gasóleo o diésel) los cuales reciben el nombre de IFO (Intermediate Fuel Oil).

### 2.3.3. Propiedades de los combustibles marinos convencionales

Entre las principales características los cuales pueden ser observadas en los combustibles son los siguientes:

Propiedad	Traducción al inglés	Definición
Viscosidad	Viscosity	Representa una medida de resistencia al escurrimiento la cual disminuye mientras la temperatura del líquido aumenta.
Viscosidad absoluta	Absolut viscosity	Es la resistencia presentada por el líquido al esfuerzo de corte o cizallamiento, lo cual suele medirse en Centistokes (cSt).
Viscosidad cinemática	Kinematic Viscosity	Es la viscosidad absoluta dividida por la densidad del fluido a la temperatura que se mide la viscosidad. Se mide en mm <sup>2</sup> /s. Es la viscosidad que se utiliza a bordo para la manipulación del combustible.
Gravedad específica	Specific Gravity	Es la relación de la densidad de una sustancia a una temperatura particular a la densidad del agua a 15 °C.
Punto de inflamabilidad	Flash Point	La temperatura más baja en la que un líquido genera suficiente vapor para destellar cuando se

		expone a una fuente de ignición
Punto de vertido	Pour Point	Temperatura más baja a la que un combustible verterá o fluirá bajo ciertas condiciones prescritas. Destaca las condiciones de verano o de invierno
CCAI	CCAI (Calculated Carbon Aromaticity Index)	Índice que calcula la aromaticidad del combustible proporcionado por las calidades de ignición
Índice de acidez	Acid number	Cantidad de producto básico lo que expresado en mg de KOH requeridos para poder neutralizar todos los componentes ácidos presentes en 1g de la muestra
Pelayo (2017) y Gonzales (2005)		

#### 2.3.4. Contaminantes de los combustibles convencionales

Entre los principales contaminantes según López (2015) los cuales se pueden observar en los combustibles convencionales los cuales son producidos en base a de petróleo se tienen:

-Agua: Llega al combustible a través de la intrusión de sal o agua dulce durante el transporte o como resultado de la condensación cuando se encuentra bajo un almacenamiento prolongado. Por otra parte, cuando se tiene agua en el combustible genera la presencia de microorganismos cuya presencia microbiana puede hacer que genere corrosión y en consecuencia

ensuciar los filtros y separadores. Ante ello, es muy importante el drenado regular de los fondos del tanque para eliminar el agua.

-Sodio: El sodio es un elemento alcalino y metálico el cual se encuentra en la sal común y suele ser un componente extremadamente activo químicamente. La fuente de contaminación de sodio en el combustible puede venir desde diversas fuentes, tanto desde el proceso de refinación hasta que llega a los tanques del buque.

El sodio reacciona con el acero para formar óxidos (fase gaseosa) y toma acción además cuando sulfatos fundidos se depositan en las superficies de las válvulas (fase líquida).

La mejor forma de garantizar la eliminación de dicho contaminante en el combustible es a través de un separador centrífugo.

-Aluminio y silicio: Representan a los catalizadores los cuales suelen añadirse al combustible para romper cadenas de carbono en la unidad de craqueo catalítico del fluido (FCC). Ante el proceso de erosión y fractura de los catalizadores no suelen recuperarse lo que determina que dichas partículas pequeñas se asientan en los combustibles.

El daño que causan los aluminosilicatos, que debido a su característica suelen ser muy duras y abrasivas para las bombas, atomizadores, anillos del pistón, camisas, bomba de inyección, válvula de escape y la turbina del compresor.

-Lodo: Otro contaminante principal, lo cual se produce en la manipulación y bombeo de combustible pesado mientras se almacena después de pasar por la refinería, que sumado a la trazabilidad de su traslado en la cual pasa por tanques de almacenamiento, tuberías de combustible pesado, barcazas contribuyen a aumentar la presencia del mismo contaminante.

La afectación que producen los lodos pueden causar ensuciamiento rápido y apagado de purificadores centrífugos y obstrucción de filtros en el sistema de lubricación.



*Figura 4.* Porciones de aros de pistón con diferentes tipos de desgastes.  
Fuente: Adaptación de un buque para consumer fuel-oil de bajo contenido en azufre (Pelayo, 2017, p. 21).

Las principales afectaciones que pueden ser causadas por los contaminantes antes mencionado se resalta cuestiones respecto a la durabilidad del motor y la calidad de la combustión, ya que cuando existen residuos carbonosos, azufre y cenizas determinan el enlodado del motor, un exceso de desgaste en los distintos componentes del mismo.

Un contenido de cenizas elevado produce daños a los aros, paredes y las válvulas de los cilindros. Por otra parte, la presencia de sílice y silicatos

producen corrosiones a altas temperaturas, mientras que la presencia de azufre corroe el motor tanto en bajas y altas temperaturas.

Por último, es importante resaltar que un combustible con elevado azufre al entrar en contacto con el agua produce ácido sulfúrico, que sumado al sulfuro de hidrogeno atacan químicamente a las superficies de las válvulas, inyectores, camisas de los cilindros, etc.

### **2.3.5. Norma ISO 8217:2017 / Productos del petróleo – Combustibles (Clase F) – Especificaciones de combustibles marinos**

La norma ISO 8217 surge como un consenso entre los proveedores, consumidores y fabricantes de motores a la necesidad de establecer estándares de calidad aplicables de manera internacional aplicables para los combustibles residuales como destilados.

Con una denominación muy propia la ISO sobre combustibles marinos hace referencia que la primera letra D es para el destilado y R para el combustible residual. La segunda letra M hace referencia al sector marino, y la tercera letra X, A, B, C, E, F, etc. indica propiedades particulares del combustible (ISO, 2017).

En el caso de los combustibles marinos residuales se añade la viscosidad máxima a 50 °C y la medida mm<sup>2</sup>/s, es decir en centistokes. Según López (2015) los cuatro tipos de combustibles marinos más utilizados en el sector

del transporte marítimo son el MGO, MDO e IFO 180 / IFO 380, lo cual en correspondencia con la denominación ISO serían los siguientes:

-MGO es análogo a DMA.

-MDO es análogo a DMB y DMC.

-IFO 180 cSt se corresponde con RME 180 y RMF 180.

-IFO 380 cSt se corresponde con RMG 380, RMH 380 y RMK 380.

De acuerdo con lo que establece ISO (2019) los parámetros que se regulan en la normativa son: Densidad, viscosidad, punto de inflamación (SOLAS), punto de congelación, residuo carbonoso, cenizas, agua y azufre. Todas las especificaciones suelen establecerse en todo documento formal en los cuales suministradores, fabricantes de motores y operadores tomen en cuenta el combustible que la maquina debe utilizar.

### **2.3.6. Opciones de combustibles o alternativas para cumplir con la normativa vinculada a la normativa IMO 2020**

Los buques mercantes para poder cumplir con la normativa vinculada a las emisiones de azufre pueden adoptar diferentes formas o mecanismos dentro de la gestión propia del buque. En tal sentido, según OMI (2019) entre las principales opciones que se manejan se tienen las siguientes:

-Uso de combustible marino con bajo contenido de azufre que no exceda el 0.50 % masa/masa.

-Si se excede en la concentración antes indicada, se puede utilizar un Sistema de limpieza de gases de escape (Exhaust gas cleaning system - Scrubber).

-Uso de combustibles alternativos tales como Gas natural licuado (GNL) y metanol.

-Uso de fuente de energía cuando el buque se encuentre atracado.

Bajo la norma establecida, el uso de combustibles marinos con menor contenido de azufre es obligatorio, por lo que la industria marítima debe acoplarse a las nuevas disposiciones establecidas, lo que representa un cambio significativo en proveedores y usuarios del mismo.

De acuerdo con lo establecido por Hernández (2019) el uso de combustibles con bajo contenido de azufre será inminente, sin embargo, otras alternativas que ya se vienen utilizando es el gas natural, considerada una opción ecoamigable ya que las emisiones de azufre que producen son insignificantes.

La desulfuración del combustible marino convencional puede realizarse por mezclado o hidrotreatmento del mismo, así como haciendo uso de sistemas de desulfuración de gases de combustión (FGD – Flue Gas Desulphurisation) entre los que destaca el uso de torres de lavado.



*Figura 5.* Torres de lavado trasladados a un buque para ser utilizados en cumplimiento con la norma OMI 2020.

Fuente: Recuperado de <https://seatracker.ru/>

Con respecto al uso de torres de lavado o comúnmente llamados sistema de limpieza de gases de escape (Scrubber) también pueden ser utilizados, los cuales cumplen con la función de limpiar las emisiones que son liberadas a la atmósfera.

Con respecto a la adopción por parte de una compañía para utilizar Scrubber es preciso acotar que pueden considerar 3 tipos, entre los que destacan el del ciclo abierto, ciclo cerrado, e híbridos. Dependerá del análisis financiero y de diseño orientado a cada tipo de buque en específico.

Así también, con respecto al uso de metano utilizado como combustible marino Portal Portuario (2019) señala que: “El metanol es seguro, biodegradable y combustión limpia, ofreciendo cumplimiento con las regulaciones 2020 de la Organización Marítima Internacional (OMI) al reducir los óxidos de azufre (SOx) en aproximadamente un 99 por ciento” (párr. 6).



*Figura 6.* Takaroa Sun, buque tanque que utiliza el metanol como combustible marino.

Fuente: Recuperado de <https://portalportuario.cl/>

En la actualidad existe buque que transportan metanol que al instalar tecnología dual al motor de dos tiempos permiten que el buque pueda funcionar con dicho combustible, convirtiéndole en un buque ecoamigable y que cumple con las normas IMO 2020.

## 2.4. Marco conceptual

- **Armador.-** Es aquel naviero o empresa naviera que se encarga de equipar, aprovisionar, dotar de tripulación y mantener en estado de navegabilidad una embarcación de su propiedad o bajo su posesión, con objeto de asumir su gestión náutica y operación.
- **Anexos.-** Son todos los contenidos que se agregan al final de un trabajo de investigación para ampliar la información presentada, pero sin resultar imprescindibles para la comprensión del fenómeno estudiado.
- **Azufre.-**(Del latín sulphur) Es un elemento químico, no metal abundante con un color amarillo característico.
- **Asamblea.-** Es un conjunto de miembros representativos de una organización o institución que se reúnen para tomar decisiones.
- **Bunker.-** Es un combustible que normalmente proviene de la primera etapa del proceso de refinación (destilación atmosférica), viscoso y con alto contenido energético, lo cual lo hace apto para ser usado en calderas, hornos y para las plantas de generación eléctrica
- **Catalizador.** - Sustancia capaz de favorecer o acelerar una reacción química sin intervenir directamente en ella.
- **Certificado IAPP.-** Certificado internacional de prevención de la contaminación atmosférica.
- **Craqueo.** -Proceso químico industrial mediante el cual se disocian, a temperatura y presión elevada, los hidrocarburos más pesados del petróleo.
- **CCAI.** -(Índice de aromaticidad de carbono calculado) Es un índice de la calidad de ignición del fueloil residual.

- **Centistokes.** - (submúltiplo de Stokes) Es la unidad de medida de la viscosidad cinemática de un fluido en el sistema cegesimal. Equivale a la centésima parte de un Stokes y se emplea mucho en el caso de aceites lubricantes.
- **Cinemática.**- es la rama de la mecánica que describe el movimiento de los objetos sólidos sin considerar las causas que lo originan (las fuerzas) y se limita, principalmente, al estudio de la trayectoria en función del tiempo. Para ello utiliza velocidades y aceleraciones, que describen cómo cambia la posición en función del tiempo.
- **Combustión:** Reacción química que se produce entre el oxígeno y un material oxidable, que va acompañada de desprendimiento de energía y habitualmente se manifiesta por incandescencia o llama.
- **Circulares.** - Aclaraciones o definiciones que solo son emitidas por el MECP y MSC.
- **Código.** - Son temas más específicos a tratar de un convenio, que son adoptados o recomendados según la OMI.
- **Combustible.** - Se llama combustible a todo tipo de materiales y sustancias que, tras un proceso de combustión, son capaces de liberar energía potencial que se transforma en energía utilizable de diversos tipos, tales como la energía térmica o mecánica.
- **Convenio.** - Conjunto de normas que rige una Organización para buscar la mejora a todo el personal que trabaja en un ámbito social. Es un acuerdo entre todos los estados y en la forma que todos acepten que debe ser 2/3 del total de todo el comité se adoptara para que luego entre en vigor).
- **Deforestación.** - Es la pérdida de bosques y selvas debido al impacto de actividades humanas o causas naturales

- **Desulfuración.-** Es un proceso que extrae el azufre y sus compuestos de las diversas corrientes durante el proceso de refinación.
- **Directriz.-** Se dice de aquello que marca las condiciones en que se genera algo
- **DM.-** Según la denominación ISO, combustibles destilados marinos.
- **Ecosistema.-** Es el conjunto de especies de un área determinada que interactúan entre ellas y con su ambiente abiótico
- **Edema.** - Hinchazón causada por la acumulación de líquido en los tejidos del cuerpo.
- **Enarbolar.-** Es el término que se utiliza para defender una idea o una causa.
- **Enmiendas.** - Actualizan las normas de competencias requeridas.
- **ECA:** Zona de Control de Emisiones, donde se existe un control sobre los gases emitidos por los buques que se encuentran en dichas zonas.
- **FAME.** - El biodiésel , también llamado éster metílico de ácido graso, es un biocombustible producido por la transesterificación de aceites vegetales.
- **Filtro.** -Objeto que sirve para separar las partes sólidas de un líquido.
- **Fueloil .-** (Del inglés fuel oíl), también llamado fuel o fuelóleo es una fracción del petróleo que se obtiene como residuo en la destilación fraccionada.
- **Gravedad.-** Es un fenómeno natural por el cual los objetos con masa son atraídos entre sí, efecto mayormente observable en la interacción entre los planetas, galaxias y demás objetos del universo.
- **Hidrotratamiento.-** Se trata normalmente de reacciones de hidrogenación utilizando hidrógeno gaseoso sobre mezclas de sustancias, generalmente complejas. Al tratarse de

reacciones industriales es habitual el uso de catalizadores, alta temperatura o calor, o combinaciones de los mismos.

- **Híbrido.**- El término híbrido, palabra proveniente del [Latín](#) *hybrida* ("mestizo"), que posee características de distintas naturalezas.
- **Hidrocarburo.**- Compuestos orgánicos conformados únicamente por átomos de carbono e hidrógeno.
- **H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.**- (Ácido sulfúrico) Es un compuesto químico extremadamente corrosivo, Es el compuesto químico que más se produce en el mundo, por eso se utiliza como uno de los tantos medidores de la capacidad industrial de los países. Una gran parte se emplea en la obtención de fertilizantes.
- **HSFO.**- (Fueloil con contenido alto en azufre) son aquellos que poseen un contenido máximo de azufre del 3.5 %.
- **HSHFO.**-Fueloil pesado con contenido alto de azufre, cuyo contenido de azufre es superior a 0.50% masa/masa.
- **Inductivo.** - Es una estrategia de razonamiento lógico que premisa de lo particular para llegar a una conclusión general.
- **ISO.**-(Organización internacional de normalización) también llamada Organización Internacional de Estandarización, es una organización para la creación de estándares internacionales compuesta por diversas organizaciones nacionales de normalización.
- **LSFO.**-(Fueloil con bajo contenido de azufre) presenta un contenido máximo de azufre de 1.5 %.

- **MARPOL.-** (Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques) Es un convenio o conjunto de normativas internacionales que tienen el objetivo de prevenir la contaminación por los buques.
- **MEPC.-** (Comité de protección del medio marino) El Comité de protección del medio marino aborda cuestiones ambientales dentro del ámbito de competencias de la OMI, especialmente aquellas recogidas dentro del convenio MARPOL. Es decir, se ocupa del control y prevención de la contaminación causada por los buques.
- **Metanol.-** (Alcohol de madera o alcohol metílico), Es el alcohol más sencillo. A temperatura ambiente se presenta como un líquido ligero (de baja densidad), incoloro, inflamable y tóxico que se emplea como anticongelante, disolvente y combustible.
- **Microorganismo.-** También llamado microbio , es un ser vivo o un sistema biológico que solo puede visualizarse con el microscopio.
- **MDO.-**(Diésel marino) Es una mezcla de hidrocarburos que se obtiene por destilación fraccionada del petróleo entre 250 °C y 350 °C a presión atmosférica.
- **MGO.-** (Gasóleo marino) Describe los combustibles marinos que consisten exclusivamente en destilados.
- **OMI.-** (Organización Marítima Internacional) Es el organismo especializado de las Naciones Unidas responsable de la seguridad y protección de la navegación y de prevenir la contaminación del mar por los buques. (OMI 2006)
- **Protocolo.-** Conjunto de enmiendas (sustanciales) aplicadas a un convenio antes que este entre en vigor.
- **Resoluciones.-** Documentos finales escritos a las normativas del convenio, código.
- **RM.-** Según la denominación ISO, combustibles residuales marinos.

- **Scrubbers.-** También conocidos como lavadores de gases, son sistemas de depuración de emisiones atmosféricas. Gracias a su tecnología, se despoja una emisión de los gases contaminantes que porta y son tan nocivos para la atmósfera, como el azufre que emiten los barcos.
- **SOLAS.-**(Convenio internacional para la seguridad de la vida en el mar) Es el Convenio Internacional más importante sobre la seguridad de la vida humana en la mar y los buques.
- **SOx.-** (Óxidos de azufre) Son un grupo de gases compuestos por trióxido de azufre ( $\text{SO}_3$ ) y dióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ ). El más común es el  $\text{SO}_2$ , ya que el  $\text{SO}_3$  es solo un intermediario en la formación del ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ).
- **ULSFO.-** Fueloil con contenido ultra bajo de azufre.
- **Viscosidad.-** Propiedad importante de los líquidos que describe la resistencia del líquido al flujo y está relacionada con la fricción interna en el líquido.
- **Volatilidad.-** Tendencia de un líquido a evaporarse, es decir, a pasar al estado de vapor; se expresa por medio de la tensión de vapor.
- **VLSFO.-** Fueloil con contenido muy bajo de azufre.

## **CAPÍTULO III: DISEÑO METODOLÓGICO**

### **3.1. Diseño de la Investigación**

Las características metodológicas en razón del presente trabajo de investigación de acuerdo con las posturas de Hernández y Mendoza (2018) y Bernal (2016) se establece que es de ruta cualitativa, tipo básica, nivel exploratorio y diseño fenomenológico.

Según Hernández y Mendoza (2018) en la ruta cualitativa:

Se estudian fenómenos de manera sistemática. Sin embargo, en lugar de comenzar con una teoría y luego “voltear” al mundo empírico para confirmar si esta es apoyada por los datos y resultados, el investigador comienza el proceso examinando los hechos en sí y revisado los estudios previos, ambas acciones de manera simultánea, a fin de generar una teoría que sea consistente con lo que se está observando que ocurre (p. 7).

Así también Según Bernal (2016) la investigación cualitativa: Parte del supuesto de que el mundo social está constituido de significados y símbolos compartidos de manera intersubjetiva, razón por la cual su objetivo es la comprensión de esos significados y símbolos intersubjetivos tal como son expresados por las personas (p.73).

Bajo la postura de ambos autores, el presente trabajo de investigación es de ruta cualitativa ya que busca establecer una teoría a partir de la opinión de personas vinculadas al ámbito del transporte marítimo sobre los combustibles marinos a utilizar a futuro, cuya intersubjetividad marca el punto de partida para poder construir teorías que formen parte de cuestiones básicas científicas que puedan brindar luces sobre diversos panoramas a futuro.

En relación con el tipo de investigación, se establece que es “básica”, ya que bajo lo establecido por Hernández y Mendoza (2018) buscan acrecentar el conocimiento científico, sirviendo de base para futuros estudios que pretendan establecer resultados prácticos, los cuales brinden un beneficio inmediato acorde con la línea de investigación y población de estudio.

La presente investigación es de tipo básica ya que al buscar una visión prospectiva sobre el uso de combustibles se genera conocimiento que acrecienta el conocimiento científico en el medio local, considerando que representa una cuestión de interés que establece una norma vinculada al ámbito marítimo en relación con la operación de buques.

Así también, los estudios de nivel exploratorio:

Se llevan a cabo cuando el propósito es examinar un fenómeno o problema de investigación nuevo o poco estudiado, sobre el cual se tienen muchas dudas o no se ha abordado antes. Es decir, cuando la revisión de la literatura reveló que tan solo hay guías no investigadas e ideas vagamente relacionadas con el problema de estudio, o bien, si deseamos indagar sobre temas y áreas vagamente relacionadas con el problema de estudio, o bien, si deseamos indagar sobre temas y áreas desde nuevas perspectivas (Hernández y Mendoza, p. 106).

Bajo la orientación teórica establecida el presente estudio es de nivel exploratorio, ya que la revisión de la literatura puso evidencia la falta de investigaciones relacionadas con el tema de estudio en el contexto nacional peruano, lo cual al abrir una línea de investigación importante con miras a buscar minimizar las emisiones de óxidos de azufre por parte de los buques mercantes a la atmósfera se pretende abrir un campo en el cual se problematice sobre diversos asuntos los cuales contribuyen a mejorar una condición importante que relaciona la operación de buques, el medio ambiente y la salud de los seres humanos.

Con respecto al diseño fenomenológico Hernández y Mendoza (2018) sostiene que se establecen cuando el objetivo es describir y entender los fenómenos desde el punto de vista de cada participante y desde la perspectiva construida colectivamente, por lo cual se basa en los discursos de las unidades de información con lo cual se construye significado.

El presente estudio se caracteriza por ser de diseño fenomenológico ya que se extraen discursos de unidades de información quienes tienen experiencia en el medio de la operación de buques mercantes, lo cual apoyado con la información documental base se construyen significados que establecen teorizaciones correspondientes al objetivo del presente trabajo de investigación.

Así también, al establecer al analizar con visión prospectiva el uso de combustibles marinos en concordancia con el cumplimiento de las normas vinculadas a la disminución del contenido de azufre, se establece una postura de poner entre paréntesis una cuestión siendo conscientes de los diversos cambios que se establecerán en el ámbito marítimo, cuya discusión y análisis acrecentará el conocimiento científico en el plano local.

### **3.2. Sistema de categorías**

Al establecer el objetivo del presente trabajo de investigación, se pudo extraer la categoría principal de análisis, sobre los cuales se observan a su vez subcategorías de análisis que determinan los aspectos específicos de análisis establecidos de forma apriorística con base en la revisión de la literatura.

Así también, en concordancia con la investigación de campo se dio apertura al establecimiento de indicadores los cuales definen la matriz categorial y la orientación de la búsqueda de la información que orientaran las interpretaciones finales con respecto a cada objetivo específico de estudio.

En el siguiente cuadro se aprecia la relación entre la categoría de análisis, espacio (espacial y temporal), subcategorías e indicadores que hacen referencia a una matriz de coherencia sobre los aspectos que someten a análisis:

Categoría de análisis: Uso de combustibles marinos	
Espacio: Perú, 2020	
Subcategoría de análisis: Combustibles destilados, combustibles residuales, uso de gas natural licuado, y uso de metanol.	
Subcategorías	Indicadores
Combustibles destilados	Características
	Ventajas
	Desventajas
	Precios
Combustibles residuales	Características
	Ventajas
	Desventajas
	Precios
Uso de gas natural licuado	Características
	Ventajas
	Desventajas
	Precios
Uso de metanol	Características
	Ventajas
	Desventajas
	Precios

### 3.3. Muestra

En la investigación cualitativa, por lo general se considera que los muestreos suelen ser no probabilístico, ya que la intención del investigador no es la generalización sino más bien comprender una situación problemática para los cuales las unidades de información pueden poseer características homogéneas como heterogéneas.

Basado en la postura de Hernández y Mendoza (2018) se aplicaron dos muestreos no probabilísticos al presente trabajo de investigación. Se aplicó un muestreo intencional lo cual corresponde a toda la fuente documental que forma parte del análisis de resultados y un muestreo por rastreo lo cual considera a unidades de información vinculadas a la operación de buques mercantes que realizan cabotaje en el Perú.

En el siguiente cuadro se pueden visualizar los muestreos no probabilísticos aplicados, la naturaleza de las unidades de información, los informantes y su descripción:

Muestreos no probabilísticos	Unidades de análisis	Informantes	Descripción
Intencional	Documental		1. Guía de especificaciones – Combustibles marinos globales - <a href="http://www.spglobal.com/platts">www.spglobal.com/platts</a> (2018)
			2. Evaluación de las consecuencias de la nueva regulación de la OMI sobre combustibles marinos – Escuela Técnica Superior de Ingenieros Navales (2015)
			3. Directrices para la operación de combustibles destilados – Club Suizo - <a href="mailto:swedish.club@swedishclub.com">swedish.club@swedishclub.com</a> (2019)
			4. Evaluación de selección de combustibles alternativos y tecnologías - DNV GL (2019)
			5. Guía de especificaciones – Combustibles marinos globales - <a href="http://www.spglobal.com/platts">www.spglobal.com/platts</a> (2018)
			6. Implantación de la normativa IMO 2020 y su consecuencia en los buques mercantes – Escuela Politécnica Superior de Ingeniería (2020)
			7. Proceso de refino de petróleo para la obtención de combustibles marinos – Universidad Politécnica de Catalunya (2018)
			8. Ingeniería marina: Medidas para la reducción de gases contaminantes en motores marinos – Universidad de la Coruña (2019)
			9. El efecto de los cambios en los límites de azufre en el combustible marino en el 2020 en el mercado de energía – Administración de

		Información y Energía de los Estados Unidos (2020)	
		10. Evaluación de selección de combustibles alternativos y tecnologías - DNV GL – (2019)	
		11. Una mirada a la energía de transición – DNV GL (2019)	
		12. Buques impulsados por gas natural licuado. Entrada en vigor del Código IGF (2017)	
		13. Reto OMI 2020. ¿Estamos preparados? – Universidad de la Laguna (2020)	
		14. Metanol como combustible marino – Instituto de Metanol (2020)	
		15. IMO 2020: El metanol es prometedor <a href="http://es.maritimeprofessional.com/news/imo2020-metanol-prometedor-290209">http://es.maritimeprofessional.com/news/imo2020-metanol-prometedor-290209</a> (2020)	
Por rastreo (bola de nieve)	Sujetos	E 1	Superintendente de Flota – 25 años de experiencia
		E 2	Superintendente de Flota – 28 años de experiencia
		E 3	Jefe de Máquinas – 22 años de experiencia
		E 4	Jefe de Máquinas – 17 años de experiencia
		E 5	Jefe de Máquinas – 16 años de experiencia
		E 6	Jefe de Máquinas – 24 años de experiencia
		E 7	Jefe de Máquinas – 20 años de experiencia
		E 8	Jefe de Máquinas – 18 años de experiencia
Muestra total		23 unidades de información	

### 3.4. Técnica, instrumento y herramientas para la recolección de datos

#### 3.4.1. Técnica

Se utilizaron como técnicas de recolección de datos la documentación y la entrevista. Con respecto a la técnica de la entrevista se aplicó una de carácter semiestructurado los cual se estableció de acuerdo a los objetivos específicos que definen las subcategorías de análisis.

### **3.4.2. Instrumento**

De acuerdo con Hernández y Mendoza (2018) en la investigación cualitativa el instrumento de recolección de datos es el investigador, ya que se corresponde con el medio físico por el cual se recopilan datos, por lo tanto, responde al medio de obtención de los mismos.

En consecuencia, el instrumento de recolección de datos para efectos del presente trabajo de investigación, considerando que se desarrolla bajo una perspectiva cualitativa se determina que son los autores quienes formaron parte del medio de obtención propio de los datos recabados.

### **3.4.3. Herramientas**

Las herramientas de recolección de datos para efectos de un trabajo de investigación se corresponden con los medios auxiliares con los cuales se logran recabar los datos o la información necesaria en concordancia con lograr el objetivo de estudio.

Para efectos del presente trabajo de investigación se utilizaron dos herramientas de recolección de datos. En concordancia con la técnica de la documentación se utilizó la ficha de investigación, mientras que para la técnica de la entrevista se utilizó una guía de entrevista. (Ver Anexo 2).

### 3.5. Rigor cualitativo

Tomando en referencia los criterios establecidos por Hernández y Mendoza (2018) se señalan los siguientes aspectos, los cuales establecen las consideraciones que tuvieron en cuenta para verificar la calidad del presente estudio:

-Dependencia: Llamada también “confiabilidad cualitativa”, lo cual se determinó a través del método de triangulación tanto como de técnicas y de informantes. En tal sentido, se extrajeron las categorías emergentes que responden a establecer una consistencia de los resultados establecidos.

-Credibilidad: Denominado “máxima validez”, se determinó poniendo énfasis en la información recopilada, capturando la información concreta de las unidades documentales y los sujetos, evitando sesgos correspondientes con la postura propia de los autores del presente estudio.

-Transferencia: Respecto al presente criterio, lo cual se denomina “traslado” se puede establecer que el resultado del presente estudio de manera indirecta puede representar un punto de partida en otros contextos o jurisdicciones marítimas en donde los buques realicen cabotaje y puedan poseer características comunes al contexto peruano.

Así también, para dar un mayor soporte a la fase empírica del presente trabajo de investigación se realizó una validez del proceso a seguir estableciendo el objetivo de estudio, la secuencia lógica de la matriz categorial en correspondencia con las técnicas de recolección de datos, lo cual fue validado de manera específica por 05 expertos en la línea de investigación. (Ver Anexo 3).

### **3.6. Técnicas para el procesamiento y análisis de los datos**

Establecido el marco referencial, se estableció una matriz categorial con lo cual se procedió al trabajo de campo. En primera instancia, con la información proveniente de las unidades documentales el procesamiento se realizó en base con la extracción del contenido aplicando la técnica de palabras clave en contexto y análisis taxonómico.

Luego, con la información recaba por parte de la aplicación de las entrevistas se utilizó la comparación constante de unidades y categorías; análisis de términos en contexto; y análisis del discurso; de tal manera que se extrajeron las categorías emergentes necesarias para realizar las teorizaciones correspondientes con el objetivo específico.

Los programas computacionales que fueron utilizados para efectos del presente trabajo de investigación fueron el programa Microsoft Word, Lucidchart y el Atlas.ti, los cuales ayudaron a segmentar la información recabada, realizar el análisis correspondiente y establecer las orientaciones teóricas finales.

### **3.7. Aspectos éticos**

En cumplimiento con los principios de privacidad y política de protección de datos, se aplicó un consentimiento informado a los entrevistados que formaron parte de las unidades de información correspondiente a la muestra no probabilística por rastreo, exponiéndoles los fines del discurso propio que será

sometido a análisis para fines de cumplir con el proceso investigativo. (Ver Anexo 4).

## CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1. Analizar con visión prospectiva el uso de combustibles marinos en concordancia con el cumplimiento de las normas vinculadas a la disminución del contenido de azufre.

### 4.1.1. Combustibles destilados

- **Características**

a) Documentación:

<b>Diesel marino 0.5% masa/masa</b>	<b>Gasóleo marino 0.5% masa/masa</b>	<b>Diesel marino 0.1% masa/masa</b>	<b>Gasóleo marino 0.1%masa/masa</b>
Viscosidad cinemática a 40 grados Celsius: máximo 11 CST y mínimo 2 CST	Viscosidad cinemática a 40 grados Celsius: máximo 6 CST y mínimo 2 CST	Viscosidad cinemática a 40 grados Celsius: máximo 6 CST y mínimo 2 CST	Viscosidad cinemática a 40 grados Celsius: máximo 11 CST y mínimo 2 CST
Índice de cetano: mínimo 35	Índice de cetano: mínimo 40	Índice de cetano: mínimo 40	Índice de cetano: mínimo 35
Azufre: máximo	Azufre: máximo	Azufre: máximo	Azufre: máximo

0,5%	0,5%	0,1%	0,1%
Punto de inflamación: mínimo 60 grados Celsius	Punto de inflamación: mínimo 60 grados Celsius	Punto de inflamación: mínimo 60 grados Celsius	Punto de inflamación: mínimo 60 grados Celsius
Sulfuro de hidrógeno: 2 mg / kg máximo	Sulfuro de hidrógeno: 2 mg / kg máximo	Sulfuro de hidrógeno: 2 mg / kg máximo	Sulfuro de hidrógeno: 2 mg / kg máximo
Acidez: 0,5 mg KOH / g máximo	Acidez: 0,5 mg KOH / g máximo	Acidez: 0,5 mg KOH / g máximo	Acidez: 0,5 mg KOH / g máximo
Punto de fluidez (superior) calidad de invierno: 0 grados Celsius máximo, calidad de verano: 6 grados Celsius máximo	Estabilidad a la Oxidación: 25 g / m3	Estabilidad a la Oxidación: 25 g / m3	Punto de fluidez (superior) calidad de invierno: 0 grados Celsius máximo, calidad de verano: 6 grados Celsius máximo
Agua: 0,3% máximo	Punto de fluidez (superior) calidad de invierno: - 6 grados Celsius máximo, calidad de verano 0 grados Celsius máximo	Punto de fluidez (superior) calidad de invierno: -6 grados Celsius máximo, calidad de verano: 0 grados Celsius máximo	Agua: 0,3% máximo
Ceniza: 0,01% máximo	Ceniza: 0,01% máximo	Ceniza: 0,01% máximo	Ceniza: 0,01% máximo
Lubricidad a 60 grados Celsius: 520 um	Lubricidad a 60 grados Celsius: 520 um.	Lubricidad a 60 grados Celsius: 520 um	Lubricidad a 60 grados Celsius: 520 um

-En el cuadro establecido, se puede observar los diferentes tipos de combustibles marinos destilados que suelen ser utilizados dentro de la industria de la operación de los buques.

-De acuerdo a las características en cumplimiento con las normas “IMO 2020” se puede establecer que el uso de dichos combustibles puede dar

cumplimiento con los límites que se establecen, en tal sentido podría ser una alternativa a ser aplicada desde el punto de vista genérico de sus parámetros.

-Por las características que se establecen se puede establecer que dicho tipo de combustibles siempre han cumplido con los parámetros que desde la implantación de la norma “IMO 2020” se requieren.

-Con respecto a la viscosidad, se puede apreciar que se tiene una baja viscosidad en comparación con otros combustibles, como por ejemplo los combustibles residuales, lo cual dificulta la operación ya que se necesita enfriarlo para que mantenga una viscosidad a 2 o 3 CST, el cual representa el parámetro mínimo y fundamental requerido para el funcionamiento de la máquina principal.

b) Entrevistas:

Pregunta 1: ¿Qué características poseen los combustibles destilados?	Categorías emergentes
E1: A nivel mundial los Diesel (MDO) utilizados en los buques comprenden un bajo contenido de azufre en su composición y que <u>la normativa OMI 2020</u> no ha tenido mayor repercusión en estos ya que mucho antes de su entrada en vigor su buque ya utilizaba un MDO con un contenido de <u>azufre menor al 0.5% M/M (0.013% M/M)</u> .	La normativa OMI 2020 no afecto a los destilados porque está ya tenían un bajo contenido de azufre menos a 0.5%.
E2: Por lo general el <u>uso del MGO</u> siempre se ha visto enfocado a los generadores ya que, como medida de <u>limpieza de sistema de combustible</u> , mensualmente se utilizaba en un intervalo de 2 a 3 días, así evitábamos el exceso de residuos IFO que pudieran afectar la operatividad de dichos generadores y así <u>evitar posibles fallas</u> .	Como medida de limpieza al sistema de combustible de los generadores se utiliza el MGO y así evitar posibles fallas y mantenimientos antes de lo previsto.
E3: En mi experiencia navegando en <u>Perú hasta el día de hoy</u> no me eh visto en la	En el Perú respecto al cabotaje no es usual el uso de

<p>necesidad de utilizar <u>MDO para la propulsión de maquina principal</u> así que lo respecto a las cualidades de este tipo de combustible en relación de su uso en la maquina principal tendría una idea muy vaga y solo podría contarte experiencias de otros colegas que navegan en el exterior.</p>	<p>MDO para la maquina principal.</p>
<p>E4: El MDO al ser un combustible destilado y refinado <u>no presenta una viscosidad significativa en comparación a los crudos</u> que se usan normalmente, otra de sus cualidades que podría mencionar sería que al tener un <u>“flash point” (punto de inflamación) muy bajo es delicado</u> su uso y almacenamiento.</p>	<p>La viscosidad de los destilados es despreciable en comparación a la de los residuales, el “flash point” es un parámetro delicado.</p>
<p>E5: Por lo general nosotros utilizamos el MDO para el quemador piloto de la caldera, el sistema de gas inerte, el generador de emergencia y los generadores auxiliares, también para los botes salvavidas. Como característica principal podría decirte que es un <u>combustible liviano, grasoso de color cobrizo, fácil de limpiar, con una viscosidad muy baja y en cuanto a su contenido de azufre este ya vine siendo menos de 0.5% masa/masa mucho antes de que entrara la norma (OMI 2020) en vigor.</u></p>	<p>El MDO es liviano, grasoso, de color cobrizo, fácil de limpiar, con una viscosidad baja y que el que se utiliza comúnmente en el Perú presenta un contenido de azufre menor al 0.5% con mucha anterioridad al 2020.</p>
<p>E6: En alguna ocasión he recibido un MDO con un <u>punto de inflamación muy bajo alrededor de 50° C. lo cual me genero mucha preocupación ya que implica una situación de alto riesgo</u> tanto para el personal de maquina como para todo el barco ya que estos vapores de combustión se alcanzarían con más facilidad así que decidí informar a la compañía al respecto y no utilizarlo hasta que tuviera el permiso respectivo.</p>	<p>Un punto de inflamabilidad muy bajo por ejemplo 50° C implica una situación de preocupación para su uso y almacenamiento a bordo.</p>
<p>E7: En esta compañía peruana a principios</p>	

<p>del año 2020 a fin de cumplir con la normativa vigente de utilizar un combustible de bajo contenido de azufre al 0.5% masa/masa, la maquina principal nos generó fallas poco frecuentes ya que dicha maquina está diseñada para el uso de combustibles residuales con alta viscosidad y al usa los combustibles que ya <u>cumplen con la cantidad de 0.5% de azufre</u>, nos presentaron unas fallas en los anillos que pudimos remplazar.</p> <p>Una de las características de los <u>MDO es que es menos viscosos</u> lo cual puede provocar alguna falla en la maquina principal por el motivo de que dicha maquina fue diseñada para un <u>combustible pesado</u>.</p>	<p>Cumpliendo con la cantidad establecida del 0.5% masa/masa establecido por la (OMI 2020).</p> <p>El MDO es menos viscosos que los combustibles de uso tradicional y/o combustibles pesados.</p>
<p>E8: Respecto a mi experiencia navegando como jefe de máquinas, <u>los MDO son combustible de alto costo y la empresa evita el uso de estos combustibles</u> por el tema que le genera muchos gastos mensuales al utilizar el MDO.</p> <p>Las características que tiene son muy buenas para la caldera y motores pequeños que hay en el buque como, el compresor de aire de emergencia y generador de emergencia.</p>	<p>El MDO tiene un precio elevado por lo siguiente la empresa evita el consumo de dicho combustible.</p>
<p>Interpretación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-De lo expresado por los entrevistados se puede comprender que se tiene una información regularmente especificada, en donde se señala particularmente un conocimiento del MDO, ya que es utilizada para los botes salvavidas, generador de emergencia, quemador piloto de la caldera y al generador de gas inerte.</li> <li>-Se tiene conocimiento además de que, para los combustibles destilados, la norma "OMI 2020" no aplica, ya que siempre han cumplido con tales estándares.</li> <li>-Con respecto a la flamabilidad, muy bajo por ejemplo 50° C implica una situación de preocupación para su uso y almacenamiento abordo, lo cual genera que dicho combustible deba enfriarse para su uso antes de llegar a la máquina principal, de lo contrario perdería demasiada viscosidad siendo contraproducente.</li> </ul>	

- **Ventajas**

a) Documentación:

- Al ser un combustible refinado tiene como ventaja su fácil uso sin la necesidad de requerir calefacción para alcanzar un punto de fluidez adecuado para su operación a diferencia de los IFO.
- Ya que llega desde la refinería con un contenido de azufre menor al 0.5% m/m, esto facilita su uso en directo sin necesidad de preocuparnos por no cumplir con la normativa "OMI 2020".
- Este combustible limpio alivia la carga de trabajo con respecto a la limpieza de filtro de combustible, mantenimiento de purificadores y limpieza de inyectores entre otros.
- Tomando en cuenta que no necesita calefacción, esto genera un gran ahorro con respecto al uso de la caldera ya que a no necesitar calentarse la caldera puede estar fuera de servicio lo cual implica un ahorro de combustible significativo, en comparación al uso de combustibles residuales lo cual necesitan calefacción constante.
- Debido a su bajo contenido de azufre, esto implica una baja acidez lo cual contribuye en la durabilidad de las superficies metálicas tales como las paredes interiores de la cámara de combustión, las paredes de los ases tubulares de la caldera y las válvulas de los generadores auxiliares.

-Las ventajas que ofrece el combustible destilado tiene que ver con su fácil uso sin requerir calefacción, lo cual no necesita el uso de la caldera para

mantener una temperatura similar a los residuales. Así mismo, dicho tipo de combustible cumple con la normativa “OMI 2020” con respecto a los niveles de azufre.

b) Entrevista:

<p>Pregunta 2: ¿Cuáles serían las ventajas de utilizar combustibles destilados para cumplir con las normas “OMI 2020”?</p>	<p>Categorías emergentes</p>
<p>E1: Respecto a mi experiencia con los combustibles destilados la ventaja que he podido apreciar son hacia el 2do ingeniero que por el uso de dicho combustible los generadores auxiliares <u>le prolongan la vida útil de las bombas de inyección e inyectores.</u> Las ventajas son en fácil limpiado de inyectores por qué motivo que el MDO son menos viscosos y eso ayuda en su fácil limpieza.</p>	<p>La ventaja del MDO está en prolongar la vida útil del inyector y las bombas de inyección.</p>
<p>E2: Para mí la principal ventaja de usar MDO como combustible principal para cumplir con la normativa que entró en vigor el 1 de enero del 2020 sería que estos combustibles <u>ya cumplen con la restricción del contenido de azufre (menor al 0.5% masa/masa)</u> con mucha anterioridad, entonces <u>no implicaría un mayor trabajo para las refinerías y para los proveedores de este combustible.</u></p>	<p>En el Perú los MDO que se proveen a los buques ya cumplen con “OMI 2020” así que no implicaría mayores contratiempos y trabajos el uso de estos combustibles.</p>
<p>E3: En la experiencia que tengo navegando en la costa peruana <u>el MDO se usa en los siguientes equipos:</u> <u>Generador de emergencia</u> <u>Compresor de aire de emergencia</u> <u>Botes salvavidas</u> <u>Piloto de la caldera auxiliar</u> Puedo concluir que el MDO en estos equipos son esencial, porque no se podría consumir combustibles pesados en estos equipos.</p>	<p>Las ventajas del MDO son que se puede usar en equipos de emergencia, motores pequeños.</p>

<p>E4: Si lo que buscamos es <u>cumplir de manera cabal con la normativa</u> que ya se encuentra en vigencia, el camino más rápido y sin necesidad de inversión extra sería el usar destilados o MGO con el que ya contamos, además que en nuestro particular caso <u>nosotros recibimos el combustible como parte del flete</u> así que no creo que exista problemas en utilizar este combustible de manera peregne.</p>	<p>Debido a que el fletador es el proveedor de combustible y para fines de cumplir con OMI 2020 el uso de los destilados sería la opción más rápida siempre y cuando sea de conveniencia del fletador.</p>
<p>E5: Las ventajas que he podido apreciar en los años de experiencia navegando como oficial de máquinas <u>el MDO o combustibles livianos, estos combustibles son menos viscosos</u> a comparación de los combustibles pesado, dicha viscosidad del MDO por lo siguiente ayuda en su traslado de muelle a buque o de tanque a tanque, estos combustibles en las operaciones de abastecimiento o más conocido como bunkering <u>tiene un tiempo de operación menos prolongado.</u></p>	<p>EL MDO son de menos viscosidad y livianos lo cual ayuda al fácil traslado y menos tiempo en dicha operación de bunkering.</p>
<p>E6: Si logramos mantener estable la maquina principal respecto a temperatura, potencia y fugas de combustible, así como también utilizando el TBN de aceite de camisas compatible con el MDO, podríamos utilizar este destilado y seria ventajoso con respecto a que <u>no utilizaríamos purificadores de FO, no se ensuciarían con tanta frecuencia los filtros y no tendríamos la necesidad de dar calefacción a este producto</u> lo cual también implica un ahorro de energía.</p>	<p>El uso del MDO o MGO tendría como ventajas el prescindir de calefacción para los combustibles, uso de purificadores de FO y también implicaría un ahorro de trabajo con respecto a la limpieza de filtros.</p>
<p>E7: Del punto de vista de mi tiempo de experiencia navegando en esta naviera peruana he notado muy pocas ventajas del MDO por el motivo que en estas embarcaciones más se ha utilizado los combustibles residuales y en este poco tiempo que tenemos usando combustibles</p>	

<p>con bajo contenido de azufre, <u>la ventaja que he podido rescatar es que son menos viscosos a comparación de los combustibles residuales.</u></p>	<p>El MDO se ha utilizado muy poco tiempo en la maquina principal por el motivo que siempre se ha utilizado el combustible pesado.</p>
<p>E8: Si tengo que nombrar las ventajas que generaría el uso de MDO como combustible principal en los múltiples equipos de máquinas, creo que solamente podría <u>rescatar que es un combustible limpio y que al no necesitar de calefacción implicaría el ahorro de dicha energía</u> ya que para generar vapor debemos utilizar la caldera la cual consume combustible.</p>	<p>Como ventajas se puede rescatar que es un combustible limpio y que al no necesitar de calefacción genera un ahorro de energía y a su vez de consumo de combustible.</p>
<p>Interpretación:          -De acuerdo con la apreciación de los entrevistados se puede conocer que los destilados suelen ser combustibles livianos los cuales ayudan a prolongar los componentes en los motores sobre los cuales es utilizado.          -Por lo general se puede percibir que el uso de destilados ha sido frecuente en equipos de emergencia, motores pequeños, etc., sin embargo, en el contexto local no es utilizado para la máquina principal.</p>	

- **Desventajas**

a) Documentación:

- Una de las principales desventajas de usar enfriadores para mantener la temperatura del MDO o MGO, son la formación de ceras en los filtros de combustibles lo cual implica obstrucción de los mismos, perdida de potencia en los sistemas afectados ya sea maquina principal, generadores y caldera.
- Otra característica que incide en un cambio con respecto al uso del combustible destilado en la maquina principal, vendría a ser el uso de un aceite para camisas con un TBN compatible con el MDO o MGO.

- Debido a que las bombas de transferencia de combustible de la maquina principal se encontraban trabajando con los convencionales IFO 180 y IFO 380, al utilizar un MDO o MGO podemos observar que debido a la diferencia de densidades, las bombas presentan filtraciones en sus sellos mecánicos y piezas móviles.
- Influencia de la lubricidad y la viscosidad:

Los procesos de refinación destinados a eliminar, por ejemplo, azufre del fueloil, dan como resultado no solo una baja viscosidad, sino que también impactan en los componentes del combustible que mejoran la lubricidad. Muy poca lubricidad puede provocar atascos en la bomba de combustible. Aunque la mayoría de los refinadores añaden aditivos que mejoran la lubricidad a los destilados, MAN Diesel recomienda probar la lubricidad antes de usar combustibles con menos de 0.05% de azufre. Los laboratorios de combustible independientes pueden probar la lubricidad de acuerdo con ISO12156-1 (aparejo alternativo de alta frecuencia, HFRR). El límite de la cicatriz por desgaste del HFRR es de 460  $\mu\text{m}$  como máximo.

Viscosidad Un fueloil de baja viscosidad desafía la función de la bomba de tres maneras:

1. Ruptura de la película de aceite hidrodinámico (que provoca convulsiones),
2. Presión de inyección insuficiente (lo que genera dificultades durante el arranque y el funcionamiento con carga baja), y
3. Margen de índice de combustible insuficiente que da como resultado una limitación en la aceleración. Debido al diseño de bombas convencionales frente al amplificador de presión, los motores ME / ME-C / ME-B son más tolerantes hacia una baja viscosidad en comparación con los motores MC / MC-C. Muchos factores influyen en la tolerancia a la viscosidad durante el arranque y el funcionamiento con poca carga:

- Estado y mantenimiento del motor
- Desgaste de la bomba de combustible
- Ajuste del motor
- Temperatura real del combustible en el sistema de combustible
- Factores humanos, etc.

Aunque es posible, es difícil optimizar todos estos factores al mismo tiempo. Esto complica la operación con viscosidades en el extremo más bajo del rango de viscosidad. Para crear algún margen para una operación segura y confiable, y la disponibilidad de combustibles destilados de alta viscosidad, se espera que la instalación de enfriadores o enfriadores y enfriadores sea necesaria para muchos operadores.

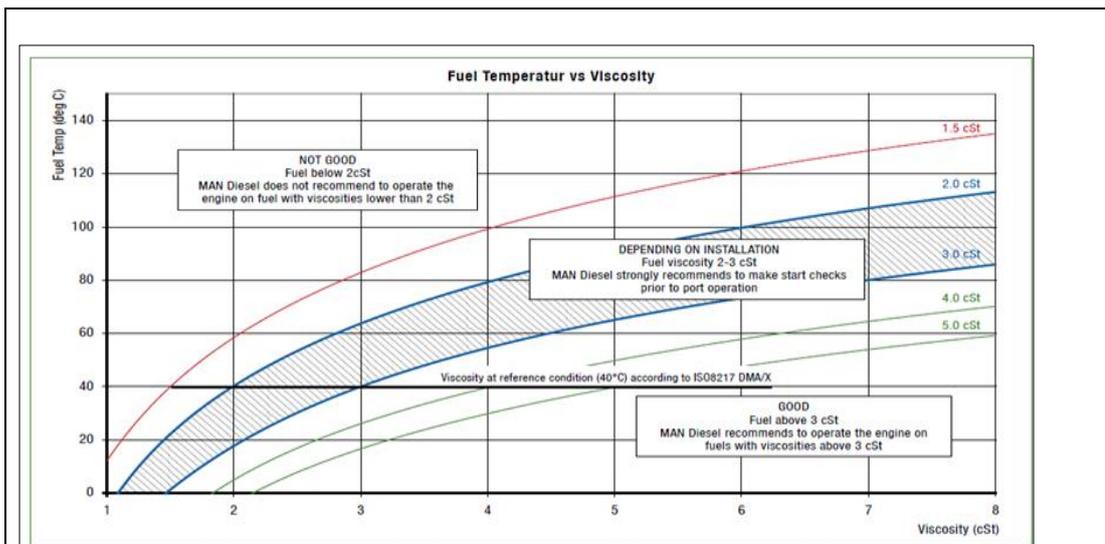


Figura 7: Temperatura de combustible y viscosidad

Fuente: Recuperado de <http://www.swedish.club@swedishclub.com>

El eje horizontal muestra la viscosidad del combustible almacenado en cSt, que debe informarse en el informe de análisis de combustible. Si la temperatura del MGO está por debajo de la curva roja inferior en la entrada del motor, la viscosidad está por encima de 3 cSt.

La línea negra gruesa muestra la viscosidad en condiciones de referencia (40 ° C) según ISO8217, destilados marinos.

Ejemplo: MGO con viscosidad de 4 cSt a 40 ° C debe tener una temperatura por debajo de 55 ° C en la entrada del motor para asegurar una viscosidad superior a 3 cSt.

Ejemplo: MGO con una viscosidad de 5 cSt a 40 ° C ingresa al motor a 50 ° C. Las curvas verdes muestran que el combustible ingresa al motor aproximadamente a 4.0 cSt.

Ejemplo: MGO con una viscosidad de 2 cSt a 40 ° C necesita enfriarse a 18 ° C para alcanzar 3 cSt.

-De acuerdo a las fuentes documentales analizadas se puede establecer que los combustibles destilados crean ceras en los filtros de los combustibles cuando se encuentran a baja temperatura.

-Al utilizar este tipo de combustibles para la máquina principal se obtiene una disminución en la acidez, lo cual requiere el uso de un aceite de camisas con un TBN compatible con dicha acidez.

b) Entrevista:

<p>Pregunta 3: ¿Qué desventajas se observan con respecto a la utilización de combustibles destilados?</p>	<p>Categorías emergentes</p>
<p>E1: En la experiencia obtenida navegando como oficial de máquinas en la costa peruana, he podido observar las desventajas que se me han presentado en la cámara de combustión de la maquina principal por el motivo de que <u>dichas maquinas principales ha sido diseñadas para el uso de combustibles pesados y muy pocas veces el MDO por no decir casi nunca.</u></p>	<p>El MDO como combustible nuevo para la maquina principal presentaron fallas nuevas de los cuales ya le dieron solución.</p>
<p>E2: La principal desventaja de utilizar el MDO sería el almacenamiento y uso ya que al ser un combustible refinado y ligero presenta un <u>“flash point” relativamente fácil de alcanzar en las altas temperaturas de la sala de máquinas además que, durante el proceso de traslado del combustible,</u> esta gana temperatura desde que sale del tanque de almacenamiento hasta el ingreso al motor.</p>	<p>El bajo “flash point” que presentan estos combustibles, así como el hecho de que gana temperatura con facilidad en el recorrido a través de las múltiples tuberías y equipos antes de llegar al motor.</p>
<p>E3: Con respecto a la regulación (OMI 2020) y agregando la experiencia he observado algunas desventajas: cuando se ha utilizado <u>el MDO en la maquina principal, esta presento fallas en la cámara de combustión y sobre todo en los anillos de los pistones, por lo cual tuvimos que reemplazarlos por unos de mayor dureza</u> y así hemos estado analizando dichos anillos y la maquina principal por el uso del nuevo combustible y así lo más seguro es que tendremos fallas similares.</p>	<p>Las desventajas del MDO presentada en mi embarcación fueron en la cámara de combustión y sobre todo en los anillos de los pistones que se reemplazaron rápidamente.</p>
<p>E4: A mi parecer la mayor desventaja de utilizar el MDO o MGO es <u>su baja viscosidad lo que afecta drásticamente a los equipos tanto de la maquina como los equipos auxiliares ya sean bombas o filtros, ya que estos equipos así como</u></p>	<p>La baja viscosidad del MDO o MGO genera problemas de estanqueidad en las bombas y para la maquina misma ya que estos están diseñados para</p>

<p><u>también la maquina están diseñados para trabajar con el fuel convencional</u> y en mi experiencia he visto como al usar MDO genera pérdidas de estanqueidad en las bombas de transferencia, también perdida de potencia por déficit de inyección y como mayor problema el desgaste prematuro de los anillos de pistón debido a las altas temperaturas alcanzadas en la cámara de combustión.</p>	<p>operar con el fueloil y aprovechar su alta viscosidad como lubricante interior de la cámara de combustión.</p>
<p>E5: En mi experiencia como jefe de máquinas y en este poco tiempo usando el MDO en la maquina principal se me ha presentado fallas en la combustión y según los manuales y recomendaciones del fabricante de dicho motor cambiar los aceites de camisas de diferentes viscosidades y características. <u>Con este cambio de aceite de camisas y siguiendo recomendaciones del fabricante del motor,</u> ahora el motor anda en buenas condiciones.</p>	<p>Las desventajas que se presentaron en la maquina principal, cambiando el aceite de camisas por uno que cumplan dichas viscosidades y características.</p>
<p>E6: Tengo como mala experiencia algo que me paso cuando navegaba de primero en el extranjero, al encontrarnos próximos a ingresar a una zona ECA, optamos por pasar al uso de MDO para cumplir con el contenido de azufre límite de dicha zona (Holanda), al inicio todo iba bien pero luego tuvimos que <u>utilizar ambos enfriadores de agua y aceite del motor principal ya que la temperatura se elevaba demasiado lo cual nos preocupaba mucho porque temíamos que se nos raje alguna camisa</u> o que se rompan los anillos de alguno de los pistones lo que implicaría un arduo trabajo por parte de todo el equipo de máquina y la perdida de la operatividad de la maquina como menos unas 20 horas. <u>Además, tenemos que tener en consideración que el TBN del aceite de camisas debe ser compatible con la acidez</u></p>	<p>En la experiencia de entrevistado el destaca que el uso de MDO eleva drásticamente la temperatura del motor lo cual implica el uso de ambos enfriadores de agua y aceite, así como también el preocuparse por la compatibilidad del TBN en el aceite de camisas que no es el mismo que se usa con el IFO 180.</p>

<p><u>del MDO ya que no es igual a la del IFO 180.</u></p>	
<p>E7: Con mi experiencia de oficial de máquinas en esta naviera peruana he podido <u>observa algunas desventajas que se ha presentado en sala de máquinas con respecto a la lubricidad del MDO por su característica de ser menos viscoso al utilizar las líneas y las bombas de transferencia, de la misma manera en los combustibles residuales he podido observar muchas filtraciones en tuberías y bombas de transferencia.</u> Lo cuales requirió nuevos sellos y empaquetaduras.</p>	<p>La desventaja del MDO fueron en la filtración de la tubería y bombas de transvase.</p>
<p>E8: Durante en tiempo que he navegado en Perú no he tenido la necesidad de cambiar de IFO a MDO en el caso de la maquina principal, pero si en los generadores en los cuales no tuve ningún problema, sin embargo en alguna ocasión navegando fuera, realice dicho cambio de combustible y <u>el único problema que se presento fue la formación de ceras en los filtros de combustibles,</u> esto se debe a que utilizábamos enfriadores para el MDO y al bajar demasiado su temperatura ocurría este fenómeno así que se debe mantener una temperatura optima de trabajo entre 25 y 30 grados.</p>	<p>Como experiencia nos relata que tuvo percances con los filtros de combustible debido a que bajas temperaturas el MDO genera ceras que obstruyen dichos filtros.</p>
<p>Interpretación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Respecto a la viscosidad, este en un parámetro que juega muchas veces en contra ya que los motores principales de los buques que realizan cabotaje en el Perú tienen como características similar que requieren combustibles con una viscosidad mínima de 2 CST, por lo cual hay que tener sumo cuidado con respecto a esta cualidad ya que a más de 50 °C y dependiendo de las características independientes de cada destilado, empiezan a perder viscosidad hasta alcanzar puntos cercanos al 1.2 CST lo cual excede el parámetro de operación mínimo permitido.</li> <li>-Los entrevistados informan problemas relacionado con el uso de filtros a través de las ceras debido a bajas temperaturas.</li> <li>-No se suele utilizar en los buques mercantes que realizan cabotaje a nivel nacional.</li> <li>-Se establece mismas consideraciones que las extraídas como parte del</li> </ul>	

análisis de contenido de las fuentes documentales considerando que se hace necesario otro tipo de aceite cuando dicho tipo de combustible sea utilizado para la máquina principal.

- **Precios**

a) Documentación:

Durante décadas, el precio del HFO ha estado por debajo y el precio del MGO por encima del precio del petróleo crudo, como se muestra en la siguiente figura. Dado que la demanda global de HFO caerá significativamente después de 2020, se supone que su precio también bajará. Sin embargo, puede haber variaciones locales según la disponibilidad real de HFO en determinadas ubicaciones geográficas. Al mismo tiempo, se espera que el precio de MGO y de los combustibles con 0,5% de azufre aumente significativamente, lo que llevará a una alta diferencia inicial entre HFO y combustibles compatibles, que se espera que se cierre eventualmente. Esta propagación puede acelerar la adopción de depuradores, mientras que los altos precios de MGO pueden aumentar el interés en combustibles alternativos.

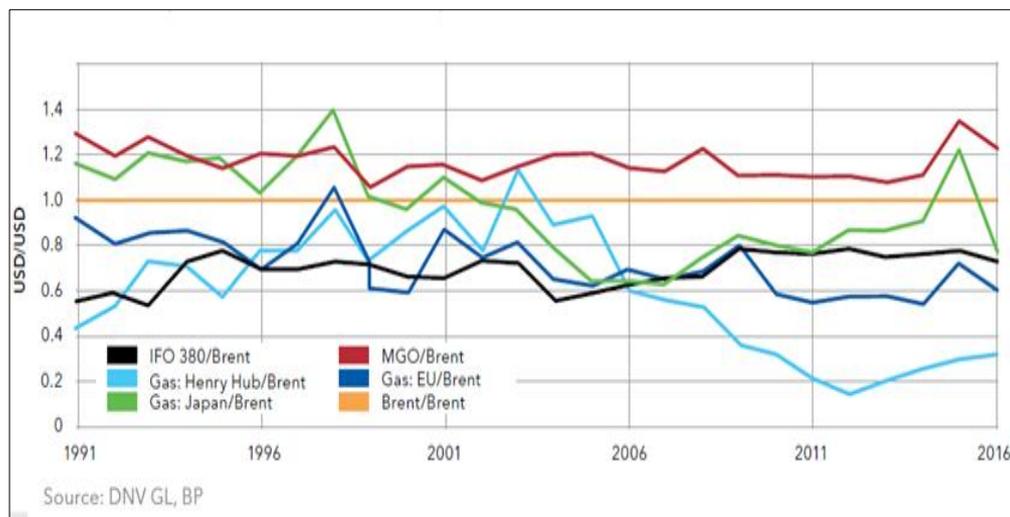


Figura 8: *Precios de combustibles destilados en los últimos años.*

Fuente: Evaluación de selección de combustibles alternativos y tecnologías (DNV GL, 2019, p. 18).

El eje horizontal muestra la viscosidad del combustible almacenado en cSt, que debe informarse en el informe de análisis de combustible. Si la temperatura del MGO está por debajo de la curva roja inferior en la entrada del motor, la viscosidad está por encima de 3 cSt.

La línea negra gruesa muestra la viscosidad en condiciones de referencia (40 ° C) según ISO8217, destilados marinos.

Ejemplo: MGO con viscosidad de 4 cSt a 40 ° C debe tener una temperatura por debajo de 55 ° C en la entrada del motor para asegurar una viscosidad superior a 3 cSt.  
 Ejemplo: MGO con una viscosidad de 5 cSt a 40 ° C ingresa al motor a 50 ° C. Las curvas verdes muestran que el combustible ingresa al motor aproximadamente a 4.0 cSt.  
 Ejemplo: MGO con una viscosidad de 2 cSt a 40 ° C necesita enfriarse a 18 ° C para alcanzar 3 cSt.

b) Entrevista:

Pregunta 4: ¿Cuál es el costo del combustible destilado?	Categorías emergentes
E1: Por lo general en las trasferencias de combustibles o más conocido como bunkering nosotros recibimos el combustible y no nos llega el tema de costos de dichos combustibles, el tema de costos lo maneja la empresa. Pero he tenido algunos alcances de <u>los precios de los combustibles oscila en relación de 2 a 1 MDO y IFO respectivamente</u>	Los precios de combustibles oscilan de 2 a 1 MDO y IFO respectivamente
E2: El precio de la tonelada de MDO <u>oscila entre los 300 y 400 dólares americanos.</u>	Entre 300 y 400 dólares la tonelada de MDO.
E3: La experiencia que tengo en las operaciones de bunkering <u>he notado la diferencia del MDO y IFO hay una diferencia de entre 400 a 500 dólares americanos.</u>	He notado la diferencia del MDO y IFO hay una diferencia de entre 400 a 500 dólares americanos.
E4: En realidad los costos son algo externo que nosotros no manejamos debido a que <u>el fletador nos provee el combustible.</u>	Al ser el fletador el proveedor es algo de manejo externo.
E5: El tema de costos por lo general los jefes de máquinas no manejamos costos por <u>el tema de que nosotros solo recibimos el producto.</u>	Nosotros somos encargados de recibir el producto y no el precio
E6: <u>si cuento con las cifras</u> , en los documentos, pero no las tengo a la mano ya que es un tema de más <u>importancia para la compañía y el fletador</u> que es quien nos provee el combustible.	Cuenta con las cifras, pero no las tiene claras ya que es algo más de compañía y fletado
E7: Yo como jefe de máquinas de esta	

<p>embarcación muchas veces he recepcionado el <u>MDO o IFO, solo llega la información de dicho combustible y no llega la información del precio.</u></p>	<p>El MDO o IFO solo llega la información de dicho combustible y no llega la información del precio.</p>
<p>E8: En lo que concierne a nuestro trabajo que sabes bien es operativo, <u>debemos de utilizar el MDO con criterio ya que es el combustible de mayor precio y por lo cual genera mayores gastos al armador.</u></p>	<p>Los precios no deben ser de nuestra preocupación al ser algo que concierne al armador solamente debemos ahorrar.</p>
<p>Interpretación:</p> <p>-De acuerdo con la apreciación de los entrevistados se puede considerar que los combustibles son caros a comparación de los destilados. En el contexto peruano, las unidades de información refieren a que la diferencia entre los destilados y residuales puede ser de aproximadamente 500 dólares.</p> <p>-Por otra parte, los jefes de máquinas quienes fueron entrevistados pudieron dar a conocer que ellos no manejan precios, ya que solo reciben los combustibles y los utilizan, por lo tanto, aseveran que dicha preocupación debe estar orientada al armador.</p>	

<p><b>Teorización con respecto al objetivo específico 1: Analizar con visión prospectiva el uso de combustibles destilados en concordancia con el cumplimiento de las normas vinculadas a la disminución del contenido de azufre, en buques mercantes que realizan cabotaje en el Perú.</b></p>
<p>-Con respecto a lo señalado, se puede establecer que los combustibles destilados cumplen con el contenido de azufre de acuerdo con la normativa "OMI 2020".</p> <p>-En el Perú no es usual el uso de combustibles destilados para la máquina principal, ya que la gran mayoría han sido diseñados para utilizar combustibles residuales, considerando los años de antigüedad que poseen.</p> <p>-De usarse en los buques mercantes que realizan cabotaje en el Perú una de las principales desventajas tendría que ver con cuestiones técnicas tales como la carencia de compatibilidad y diseño, lo que trae en consecuencia situaciones negativas tales como fugas en los sellos mecánicos de las bombas de transferencia, exceso de temperatura en la cámara de combustión y excesiva temperatura en los gases de escape, pérdida de eficiencia en la inyección de combustible lo cual conlleva a una pérdida de potencia entre otros. Es importante también mencionar lo referido a la baja viscosidad que posee dicho combustible lo cual genera una baja lubricidad que pueda afectar a las partes móviles de los diversos equipos de la máquina principal, así como la pérdida de estanqueidad en las bombas de</p>

transferencia.

-Otro punto que se desvincula es el uso del combustible en la caldera, ya que al no poseer el mismo poder calorífico que los residuales, se hace necesario un mayor consumo del mismo.

-Con respecto a los costos, suelen ser un combustible demasiado caro, por lo que a futuro representaría una de las principales desventajas, sin embargo, considerando futuros estándares de la OMI que busca disminuir el contenido de azufre, sería una de las opciones más adecuadas sin tener que instalar un sistema de lavado de gases o cambiar el sistema de propulsión del buque para usar combustibles alternativos.

#### 4.1.2. Combustibles residuales

- **Características**

a) Documentación:

IFO 380 CST 3.5% masa/masa	IFO 180 CST 3.5% masa/masa	IFO 180 CST 0.5% masa/masa	IFO 180 CST 0.1% masa/masa
Viscosidad cinemática aproximada: máximo 380 CST a 50 grados Celsius	Viscosidad cinemática aproximada: máximo 180 CST a 50 grados Celsius	Viscosidad cinemática aproximada: máximo 180 CST a 50 grados Celsius	Viscosidad cinemática aproximada: máximo 180 CST a 50 grados Celsius
Índice de aromaticidad de carbono calculado: 870 máximo	Índice de aromaticidad de carbono calculado: 860 máximo	Índice de aromaticidad de carbono calculado: 870 máximo	Índice de aromaticidad de carbono calculado: 870 máximo
Azufre: máximo 3,5%	Azufre: máximo 3,5%	Azufre: máximo 0,5%	Azufre: máximo 0,1%
Punto de inflamación: mínimo 60 grados Celsius			
Sulfuro de hidrógeno: 2 mg / kg máximo	Sulfuro de hidrógeno: 2 mg / kg máximo	Sulfuro de hidrógeno: 2 mg / kg máximo	Sulfuro de hidrógeno: 2 mg / kg máximo
Acidez: 2,5 mg KOH / g máximo			
Punto de fluidez (superior) calidad de invierno: 30 grados Celsius máximo, calidad de verano: 30 grados Celsius máximo	Punto de fluidez (superior) calidad de invierno: 30 grados Celsius máximo, calidad de verano: 30 grados Celsius máximo	Punto de fluidez (superior) calidad de invierno: 30 grados Celsius máximo, calidad de verano: 30 grados Celsius máximo	Punto de fluidez (superior) calidad de invierno: 30 grados Celsius máximo, calidad de verano: 30 grados Celsius máximo
Agua: 0,5% máximo	Agua: 0,5% máximo	Agua: 0,5% máximo	Agua: 0,5% máximo

Ceniza: 0,10% máximo	Ceniza: 0,07% máximo	Ceniza: 0,10% máximo	Ceniza: 0,10% máximo
Vanadio: máximo 350 mg / kg	Vanadio: máximo 150 mg / kg	Vanadio: máximo 350 mg / kg	Vanadio: máximo 350 mg / kg
Sodio: máximo 100 mg / kg	Sodio: máximo 50 mg / kg	Sodio: máximo 100 mg / kg	Sodio: máximo 100 mg / kg
Aluminio más Silicio: 60 mg / kg máximo	Aluminio más Silicio: 50 mg / kg máximo	Aluminio más Silicio: 60 mg / kg máximo	Aluminio más Silicio: 60 mg / kg máximo

**Combustible residual:** Es el residuo que se obtiene del proceso de refino del crudo en refinерías. Se trata del producto de mayor viscosidad que queda después de extraer la gasolina, gasóleo, propano, butano, nafta, aceites lubricantes...etc.

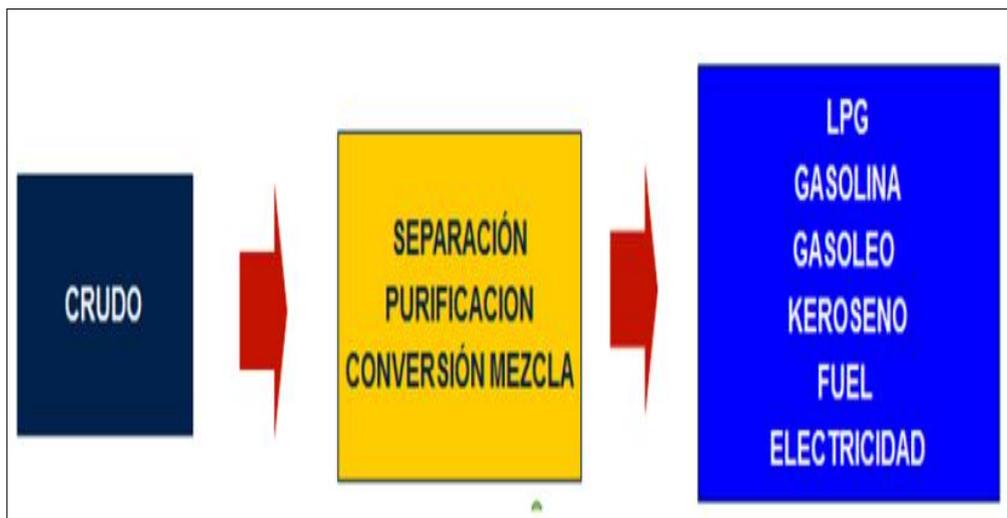


Figura 9: *Proceso de refino general.*

Fuente: Evaluación de las consecuencias de la nueva regulación de la OMI sobre combustibles marinos (Sánchez y Gutiérrez, 2015, p. 70).

Es un combustible negro, pastoso, de olor desagradable, difícil de limpiar y es denominado también como Marine Fuel Oil (MFO). Existen varios tipos de fuel en función de su viscosidad y contenido en azufre. Los más usados son los de 380cst y el 180cst, aunque también existen fueles intermedios (IFO) que se obtienen mezclando fuel con destilados (gasóleos o diesel) de tal manera que según la viscosidad deseada añadiremos al fuel más o menos producto destilado. De esta forma, podemos obtener IFO 30, 40, 60, 80, 100, 120, 150, 240, 280 y 320 cst.

Las especificaciones definen los parámetros mínimos de calidad requeridos

a los combustibles marinos. Comienzan en el año 1982 cuando las refinerías introducen el cracking y se llega por consenso entre suministradores, consumidores y fabricantes de motores a la necesidad de establecer un estándar de calidad.

Es la organización ISO (International Organization for Standardization) con sede en Ginebra la que establece los parámetros mínimos tanto de los combustibles residuales, como de los destilados.

La primera letra del nombre del producto indica el tipo de combustible que es - D es para el destilado y R es para el combustible residual. La segunda letra indica la aplicación - M es para Marina. La tercera letra, X, A, B, C, E, F, etc. indica propiedades particulares del combustible. Para los combustibles marinos residuales, el número después del nombre del producto indica la viscosidad máxima a 50°C y medida en (mm<sup>2</sup> / s), es decir centistokes.

Los cuatro tipos de combustibles marinos más usados en el sector del transporte marítimo son Marine Gasoil (MGO), Marine Diesel Oil (MDO) y los fueles residuales (IFO) 180 cst y 380 cst IFO. Estos se corresponden con los siguientes grados ISO:

- MGO se corresponde con DMA.
- MDO se corresponde con DMB y DMC.
- IFO 180 cSt se corresponde con RME180 y RMF180.
- IFO 380 cSt se corresponde con RMG380, RMH 380 y RMK 380.

### **Tipos de torres de lavado de gases (scrubber)**

#### **Scrubber de tipo abierto**

En este sistema, el cual el agua a utilizar para el tratado de los gases se coge desde el mar, luego es tratado y se descarga de vuelta al mar. Se requiere, que los gases de escape sean mezclados completamente con el agua salada para disolver los óxidos de azufre. El agua de lavado del scrubber después es tratada en la entrada y salida para asegurar que cumple con los criterios de descarga al mar del MEPC. 184 (59), para no provocar efectos dañinos en el medio marino.

#### **Scrubber de tipo cerrado**

El sistema de tipo cerrado es el cual se utiliza agua dulce tratada con un químico Alcalino para neutralizar y eliminar el SO<sub>x</sub>. Dicha agua de lavado se hace recircular y en caso de pérdida de caudal se añade agua dulce adicional. Una parte del agua utilizada para el lavado es purgada hacia la planta de tratamiento para ser descargada al mar. Dichas descargas, mientras se navega o se está fondeado, deben ser almacenadas en un tanque hasta su descarga programada en puerto.

#### **Scrubber de tipo híbrido**

Se trata de un sistema flexible que trabaja tanto en sistema cerrado como

en sistema abierto utilizando agua de mar para la limpieza de los SOx. Cuando se trabaje con el sistema abierto, se mezcla el agua de mar con los gases de escape tal como se ha explicado con anterioridad, a diferencia de cuando se trabaje con el sistema cerrado, donde será necesario un producto alcalino.

-Los combustibles residuales se caracterizan por ser derivados del petróleo crudo, suelen ser de color negro pastoso, difícil de limpiar y olor desagradable.

-Por característica natural suele poseer alta viscosidad, lo que determina que su tránsito desde los tanques de almacenamiento hacia la máquina principal no se dé bajo una condición de bombeo muy favorable a diferencia de los destilados.

-Para su uso en la máquina principal y generadores debe ser calentado a una temperatura de 100 °C a 120 °C aproximadamente.

-De acuerdo a sus características, toman en consideración su viscosidad suele clasificarse en IFO 180 y 380 cSt. Así también si se considera la concentración de azufre se puede clasificar en:

- Heavy Sulphur Heavy Fuel Oil (3.50 % S a más) -HSHFO
- High Sulphur Fuel Oil (3.50 %) - HSFO
- Low Sulphur Fuel Oil (1.50 % S) - LSFO
- Very Low Sulphur Fuel Oil (0.50 % S) - VLSFO
- Ultra Low Sulphur Fuel Oil (0.10 % S) - ULSFO

-De acuerdo con lo que establece la OMI a través del MEPC, se exige considerar las especificaciones en relación con la norma ISO 8217:2017 la cual establece una denominación diferente a lo que se suele conocer pero que guarda cierta relación con las denominaciones convencionales.

-Así mismo, una forma de cómo poder cumplir con la norma es a través del uso de scrubber, los cuales de acuerdo con la información documental se puede establecer que los que pueden ser utilizados a bordo de los buques mercantes son scrubber tipo seco, scrubber de tipo cerrado y scrubber de tipo híbrido.

b) Entrevistas:

Pregunta 1: ¿Qué características poseen los combustibles residuales?	Categorías emergentes
E1: Los combustibles residuales o <u>IFO llamados tradicionalmente contiene mayor a 0.5% m/m de azufre</u> en su composición y que la normativa OMI 2020 ha tenido mayor repercusión a partir de este año. Que entró en Vigor el 1 de enero del 2020.	Combustibles Residuales con mayor a 0.5% m/m de azufre.
E2: Respecto a los combustibles convencionales que se estuvieron utilizando antes del 1 de enero del 2020 teníamos como principales actores <u>al IFO 380 y al IFO 180 los cuales poseían una alta viscosidad y contenido de azufre de aproximadamente 2.6% y 1.4% masa/masa respectivamente</u> , además de las usuales características de estos combustibles que podemos encontrar en los “data sheet” (hoja de especificaciones técnicas) Luego de entrar en vigor la norma optamos por consumir <u>el IFO 180 con bajo contenido de azufre (0.5% masa/masa)</u> el cual presenta características similares, pero con algunas diferencias.	Convencionalmente se usaba IFO 180 y 380 con aproximadamente 2.6% y 1.4% masa/masa respectivamente, luego de entrar en vigor la “OMI 2020” se optó por utilizar el IFO 180 bajo contenido de azufre (0.5% masa/masa).
E3: Por lo general en este buque y en mucho buque que he navegado <u>el IFO siempre ha sido enfocado al uso de la maquina principal</u> hasta antes de la regulación OMI 2020. Y por el momento se usa un IFO con una	El IFO siempre ha sido enfocado al uso de la maquina principal

<p>cantidad de azufre que cumple con la normativa.</p>	
<p>E4: Durante mis años navegando he utilizado <u>el IFO 380 y 180 por lo general, son combustibles viscosos que deben ser calentados hasta un intervalo de 110° y 130° C para su ingreso a la cámara de combustión, por lo general de color negro y fuerte olor, difíciles de limpiar y con un alto poder calorífico que otorga buena potencia para la propulsión, así como buen calor en el caso de las calderas de vapor.</u></p>	<p>Utilizo IFO 380 y 180 que necesitaban ser calentados hasta un intervalo de 110° y 130° C, negro, viscoso, de fuerte olor y alto poder calorífico.</p>
<p>E5: En mi experiencia obtenida navegando en la costa peruana estos combustibles residuales o llamados <u>IFO son de mayor viscosidad ah comparación del MDO o combustibles destilados</u> y el IFO se utiliza en la maquina principal, generadores y calderas.</p>	<p>Los IFO son de mayor viscosidad ah comparación del MDO o combustibles destilados.</p>
<p>E6: Entre las principales cualidades que podemos identificar en los combustibles residuales se encuentra <u>la viscosidad que de la mano con la lubricidad son cualidades fundamentales</u> para la operación de la maquina principal que está diseñada para este tipo de combustibles, otro valor importante a tener en cuenta es <u>la acidez ya que de ella depende el TBN del aceite de camisas</u> que se utilizara para neutralizar la acides debido al alto contenido de azufre en su composición, por otro lado con los nuevos combustibles con bajo contenido de azufre tenemos que volver a considerar el aceite de camisas y tu TBN ya que al haber menos acidez es necesario un aceite menos alcalino para no generar exceso de residuos carbonoso que podrían generar incendios en la cámara de barrido.</p>	<p>Considera importantes la viscosidad, lubricidad y acidez que son cualidades que enmarcan repercusiones importantes en las partes móviles del motor, bombas y en el aceite de camisas a consumir debido a la compatibilidad del TBN.</p>
<p>E7: Los combustibles residuales o conocido tradicionalmente <u>IFO estos combustibles no cumplen con la normativa OMI 2020 con la cantidad de menos del</u></p>	<p>Los IFO o combustibles residuales no cumplen con la normativa de la OMI 2020 del</p>

<p><u>0.5% de azufre en los combustibles marinos,</u> agregando que estos combustibles son de mayor viscosidad.</p>	<p>menos 0.5% de azufre en los combustibles.</p>
<p>E8: Tomando en consideración el nuevo combustible con bajo contenido de azufre que estamos utilizando actualmente en respuesta a <u>“OMI 2020” podemos decir que sus características respecto a la lubricación es mejor que si utilizáramos un MDO,</u> continua teniendo su característico color negro y es también compatible con los generadores y las calderas, tuvimos que <u>adaptar la configuración de los purificadores</u> para poder realizarle un correcto lavado ya que al ser un combustible con bajo contenido de azufre, contiene muchos residuos de el refinado extra que se le debe realizar para lograr esta característica de bajo azufre.</p>	<p>Respecto al combustible residual de uso actual que cumple con “OMI 2020” tiene mejor lubricidad que un MDO, mantiene las características de un fuel convencional, pero hay que configurar los purificadores para purificar este nuevo combustible ya que contiene muchos residuos del refinado que pueden afectar al motor principal y otros equipos.</p>
<p>Interpretación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Por naturaleza los combustibles residuales suelen poseer un alto contenido de azufre a diferencia de los residuales.</li> <li>-A nivel nacional por lo general se han utilizado residuales que oscilaban entre un 2.6% y 1.4% masa/masa respectivamente con respecto al contenido de azufre. Con la entrada en vigor de la norma “OMI 2020” se obligó a que los buques puedan utilizar IFO 180 con un bajo contenido de azufre tomando como referencia el 0.5 % masa/masa.</li> <li>-Se establece que el combustible residual más utilizado a nivel nacional por los buques mercantes que realizan cabotaje han sido los IFO.</li> <li>-Características importantes a considerar en los residuales son la acidez, la viscosidad y la lubricidad, los cuales para efectos de operación de la máquina principal son importantes observar.</li> </ul>	

- **Ventajas**

c) Documentación:

- La principal ventaja respecto al utilizar un IFO con bajo contenido de azufre (menor al 0.5% m/m), sería el poder contar con la lubricidad que

es una característica favorable para las piezas móviles de la bomba de transferencia de combustible, bomba de inyección e inyectores.

- Si se hubiera optado por continuar usando los combustibles convencionales sean IFO 180 o 380 en paralelo al uso de torres de lavado (scrubbers) hubiéramos obviado el cambio de aceite de camisas y ciertas dificultades que genero el IFO con bajo contenido de azufre.
- En aspectos económicos tenemos claro que el precio del IFO con bajo contenido de azufre y más aún los IFO 180 y 380, tienen un menor valor en comparación a los combustibles destilados, lo cual implicaría un ahorro significativo a la empresa.

-Una de las ventajas con respecto al combustible residual tiene que ver con el factor económico, ya que en comparación con los combustibles destilados suelen ser más baratos.

-Por otra parte, si se utiliza combustibles residuales convencionales utilizando “scrubbers” se obvia el cambio de aceites de camisas, lo que a su vez correspondería a enfatizar los costos que se derivarían de la implantación de los “scrubbers”.

-La lubricidad es considerada como una ventaja con respecto al uso de los residuales, lo cual es favorable para las piezas móviles del sistema de combustible, inyectores, bombas de inyección, etc.

Pregunta 6: ¿Qué ventajas se observan con respecto a la utilización de combustibles residuales con bajo contenido de azufre (menor al 0,5% m/m)?	Categorías emergentes
E1: En este tiempo navegando y las pocas ventajas que he observado y vivido <u>con el IFO la maquina principal realiza su</u>	El uso del IFO en la maquina principal realiza su combustión

<p><u>combustión con normalidad y efectividad</u>, comparando con el MDO la maquina principal presenta algunos inconvenientes por el motivo de que ese motor ha sido diseñado esencialmente para el uso de IFO.</p>	<p>con efectividad y normalidad.</p>
<p>E2: A mi parecer la ventaja que ofrece este IFO 180 con 0.5% masa/masa de azufre es que en comparación con el uso de <u>MDO muy aparte de los costos, este tiene una mejor lubricidad que es una cualidad muy importante para la operación de las bombas de transferencia e inyección</u></p>	<p>En comparación con el MDO tiene mejor lubricidad, cualidad fundamental para la operatividad de bombas de combustible y de inyección.</p>
<p>E3: Las ventajas que presenta los combustibles residuales en <u>las bombas y líneas de transferencia de combustible o IFO</u> trabajan con normalidad por el motivo de ser más viscosos a comparación de los MDO ellos son menos viscosas y presentan más filtraciones en la bombas y líneas de combustible.</p>	<p>Las bombas y las líneas de los combustibles residuales trabajan sin filtración con el IFO.</p>
<p>E4: Creo yo que este combustible no presenta mayor ventaja que la de poder cumplir con la normativa que entró en vigor el 1 de enero del 2020 (OMI 2020) <u>sin necesidad de usar MDO o MGO</u> que son combustibles de precios elevados.</p>	<p>Cumplir con la normativa OMI 2020 si tener que recurrir al MDO o MGO.</p>
<p>E5: En la maquina principal <u>el IFO trabaja a 110 ° C de temperatura aproximadamente</u> y no hay mucho inconveniente por el motivo que pasan por calentadores de valor y dichos combustibles están diseñadas para trabajar en altas temperatura.</p>	<p>El IFO trabaja 110 ° C de temperatura aproximadamente y no presenta inconveniente en su desplazamiento</p>
<p>E6: Algo que podría rescatar de este nuevo combustible es su <u>baja dependencia de calefacción en comparación con el IFO 380</u> que utilizábamos anteriormente, este último necesitaba estar a casi 100° C en almacenamiento y para su uso en la combustión debía estar entre los 115° y</p>	<p>No demanda demasiada calefacción a comparación del IFO 380 utilizado con anterioridad.</p>

125° C.	
E7: Los combustibles residuales o llamados IFO en el tiempo navegando como oficial de maquina no he podido observa muchas <u>ventajas por lo que es un combustible residual por no decir lo último de combustible.</u>	Combustible residual con más desventajas que ventajas.
E8: No creo encontrar ventaja alguna en este combustible en comparación con los anteriores, no obstante, es importante reconocer que <u>para fines de cuidado medio ambiental está muy bien y siempre es bueno contribuir con el cuidado de nuestro planeta.</u>	El cuidado medioambiental como única ventaja.
<p>Interpretación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Según lo expuesto por los entrevistados, dicho tipo de combustible residual representa la mejor alternativa en cumplimiento de las normas "OMI 2020".</li> <li>-Posee una mejor lubricidad y funciona eficientemente en la máquina principal y no demanda demasiada calefacción.</li> <li>-Suele ser eco amigable para el medio ambiente y provee al transporte marítimo una alternativa acorde con el cumplimiento de la norma "OMI 2020".</li> </ul>	

Pregunta 7: ¿Qué ventajas se observan con respecto a la utilización de combustibles residuales con alto contenido de azufre (mayor al 0,5% m/m) en paralelo al uso de torres de lavado (scrubbers)?	Categorías emergentes
E1: Al utilizar torres de lavado o depuradoras (scrubbers) una de las ventajas presentadas minimiza el trabajo de cambiar a MDO por lo que las torres del lavado cumplen <u>la función de eliminar o reducir la cantidad de azufre que puede emanar al medio ambiente.</u> Lo cual la OMI 2020 pide como normativa cumplir el 0.5% de azufre en sus combustibles.	Las torres de lavado o depuradoras reducen o minimiza la cantidad de azufre emanada al medio ambiente
E2: Respecto al uso de torres de lavado en paralelo al uso de IFO 180 o 380, presenta una gran ventaja ya que <u>hubiéramos podido seguir utilizando estos combustibles sin necesidad de realizar el</u>	Se hubiera evitado cambiar de combustible, el lavado de tanques, el reconfigurado de

<p><u>lavado de tanques</u> que ya se realizó y también no hubiéramos tenido que realizar los múltiples cambios que ya se han hecho como <u>la configuración de los purificadores o el tener que usar otro aceite de camisas.</u></p>	<p>los purificadores y el cambio de aceite de camisas.</p>
<p>E3: Las torres de lavado. scrubbers o depuradoras una de las ventajas que hay y está más claro es de que el IFO es más económico que el MDO y se puede utilizar IFO en la navegación ya que con <u>la torre de lavado elimina la cantidad de azufre o mejor dicho baja a menos de 0.5% m/m de azufre en los combustibles residuales.</u></p>	<p>Las torres de lavado bajan la cantidad de azufre emanada a la atmosfera. Y reduce costos al no usar el MDO.</p>
<p>E4: En mi opinión el seguir usando <u>el IFO 380</u> en paralelo al uso de la torre de lavado hubiese sido una buena opción ya que la maquina es diseñada para trabajar con este tipo de combustible entonces si lo manteníamos nos asegurábamos de tener <u>los problemas que hemos tenido como la ruptura de anillos o fisuras de las paredes de las camisas.</u></p>	<p>Seguir usando el IFO 380 no hubiera permitido no alterar la operatividad de diseño del motor, evitar rotura de anillos y fisuras de las paredes de a camisa.</p>
<p>E5: En las embarcaciones que tienes instalados <u>las torres de lavado, son eliminadores de cantidad de azufre que emana después de la combustión y se trasladada al medio ambiente.</u> Y una de las ventajas son Asia el medio ambiente que protege la capa de ozono.</p>	<p>Las torres de lavado reducen la cantidad de azufre emanadas por los motores principales.</p>
<p>E6: Creo yo que hubiera sido una muy buena manera de ahorrar horas de trabajo pesado que implico la limpieza de tanques, así como todos los percances que ha ido presentando este nuevo combustible además que <u>las torres de lavado solamente implicarían usar agua de mar, me imagino de una manera muy similar a el scrubber de la planta de gas inerte.</u></p>	<p>A su parecer hubiera sido bueno además que usar agua de mar en la torre de lavado no estaría mal en lo que concierne a lo que él tiene de concepto de scrubber.</p>
<p>E7: En las embarcaciones que he navegado no tienen torre de lavado porque se usaba normalmente el IFO por lo leído y aprendido <u>las torres de lavado cumplen la</u></p>	<p>Según lo leído y aprendido las</p>

<u>función de reducir las cantidades de azufre emanada por los buques mercantes que llega a cumplir el menos 0.5% de azufre en los gases de escape.</u>	torres de lavado reducen la cantidad de azufre emanadas por los buques mercantes.
E8: En lo que a mí respecta el uso de torres de lavado en paralelo al combustible convencional <u>hubiera sido una buena forma de responder a la “OMI 2020”</u> sin embargo no podría decir a que se debe el que no se optara por este camino ya que <u>eso es algo que viene directamente de la compañía.</u>	Desconoce por qué no se implementó ya que es algo de la compañía, pero reconoce que hubiera sido una buena manera de afrontar “OMI 2020”
<p>Interpretación:</p> <p>-De lo manifestado por los entrevistados se pudo conocer que no se tiene un conocimiento cabal acorde con dicha alternativa, ya que se dieron diferentes posturas que inclusive en muchos fueron erróneos.</p> <p>-Dicha situación representa una brecha respecto a las acciones que deben ser consideradas por toda jurisdicción marítima, tomando en cuenta una serie de recomendaciones que han sido dadas por la OMI en los últimos años con el fin de establecer una implementación consistente de la norma en relación con la práctica operativa de los buques mercantes.</p>	

- **Desventajas**

a) Documentación:

- Entre los principales problemas que ha mostrado el uso de los combustibles residuales con bajo contenido de azufre (menor al 0.5 % m/m) podemos señalar:
  - El desgaste abrasivo de las camisas del motor principal y los anillos de pistón a causa de un incorrecto proceso de purificación y filtrado con respecto a este nuevo combustible, ya que presenta un contenido elevado de aluminio y silicio producto de su extra refinado y los cuales son partículas que dañan las piezas móviles del motor.

-El lavado de tanques de almacenamiento de combustible lo cual implicó un arduo trabajo para el personal de la embarcación ya que este fue un proceso largo con muchas horas hombre invertidas.

-El reconfigurado de los parámetros de operación de los purificadores debido a las diferentes características que presenta este combustible con respecto a los que se utilizaban previamente como el IFO 180 y 380.

-El cambio de aceite de camisas por uno compatible con las nuevas características de acidez de este nuevo combustible debido a que el TBN (total base number) debe ser menor ya que la acidez generada por este nuevo producto es menor y de no haber realizado esta adaptación hubiéramos tenido un exceso de residuos carbonosos en los barridos de la máquina principal lo cual supone una situación de alto riesgo ya que estos residuos pueden incendiarse ocasionando problemas mayores .

-Con respecto al uso de los combustibles residuales convencionales en paralelo al uso de torres de lavado podemos decir:

- ✓ Se hubiera necesitado de un espacio considerable para la instalación de las torres de lavado además de tener en cuenta su peso lo cual afectaría la estabilidad de la nave.
- ✓ Se necesitaría un tanque de almacenamiento de agua residual y además se hubiera aumentado la cantidad de lodos generados en la máquina en el caso de una torre de lavado de circuito cerrado.
- ✓ En el caso de un circuito abierto, también hubiera afectado la cantidad de lodos generados y además tendríamos como

principal desventaja de este sistema la acidificación del agua de mar.

- ✓ El buque tendría que parar entre 20 a 30 días para realizar la instalación completa y pruebas de este sistema de lavado de gases.

### Disponibilidad de combustible

La logística y la disponibilidad de combustibles marinos como parte del fallo de la OMI 2020 también son inciertas. Los buques que visitan puertos de todo el mundo requieren la certeza de que podrán adquirir el combustible que necesitan donde quiera que viajen. La práctica más común es que los expedidores firmen contratos de suministro de combustible para búnker con proveedores que tienen operaciones o acuerdos de suministro en muchos puertos. Sin embargo, no está claro cuánto combustible compatible con la OMI frente al combustible no conforme se necesitará o estará disponible en cada puerto después de 2020. Aunque los grandes puertos de abastecimiento de combustible, como Singapur, Fujairah en los Emiratos Árabes Unidos y Rotterdam en los Países Bajos, están es probable que tengan combustibles que cumplen con la OMI y combustibles que no cumplen, los puertos más pequeños y los barcos que los visitan pueden tener dificultades. Además, la posible necesidad de mezclar combustible compatible con la OMI de diferentes productores puede presentar problemas importantes. Un mercado de combustible múltiple para combustible búnker crea desafíos y problemas logísticos que dan como resultado una mayor incertidumbre en la proyección.

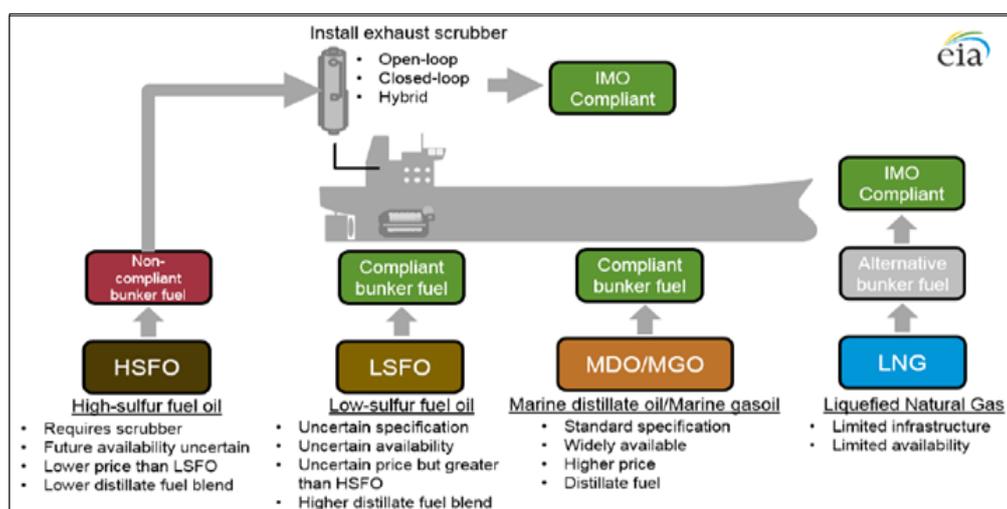


Figura 10: Alternativas de uso de combustibles residuales en cumplimiento con la norma “OMI 2020”

Fuente: El efecto de los cambios en los límites de azufre en el combustible marino en el 2020 en el mercado de energía (EIA, 2019, p. 11).

### **Incertidumbres tanto para refinerías como para expedidores**

Nuevas especificaciones de combustible: la OMI estableció el límite de azufre para los combustibles marinos en 0.5% o menos después de enero de 2020, pero las muchas otras especificaciones necesarias para establecer una especificación de combustible uniforme se dejaron a la Organización Internacional de Normalización y otros participantes de la industria. A marzo de 2019, no se ha completado una especificación final para el nuevo combustible marino (búnker) con bajo contenido de azufre que cumple con las normas; sin embargo, ISO ha emitido una declaración de que la norma 2017 existente puede usarse con el requisito de menor contenido de azufre. Esta falta de certeza significa que las refinerías no saben cómo optimizar sus productos y cuánto costaría producir el combustible compatible. Sin una guía clara sobre cuánto costaría el nuevo combustible compatible y sus especificaciones, los propietarios de barcos no pueden tomar decisiones operativas, de ingeniería y logísticas porque algunos combustibles compatibles pueden no ser compatibles con los motores de sus barcos. Una vez que las nuevas especificaciones de combustibles marinos que cumplan sean definitivas, las refinerías y los transportistas estarán en mejores condiciones de determinar el costo de producción, su precio y cómo hacer que esté ampliamente disponible.

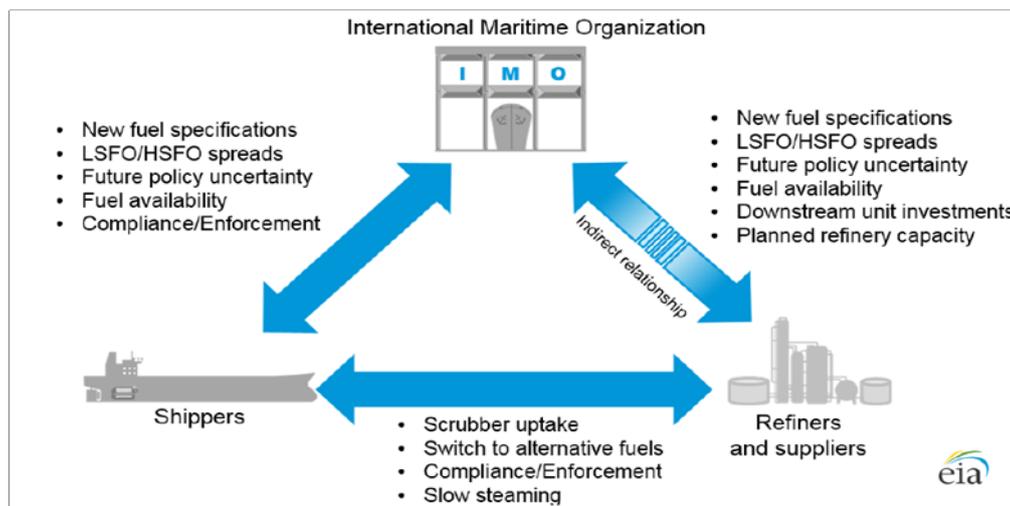


Figura 11: *Relación entre la OMI, Armadores y Refinerías en torno al cumplimiento de las normas "OMI 2020"*

Fuente: El efecto de los cambios en los límites de azufre en el combustible marino en el 2020 en el mercado de energía (EIA, 2019, p. 11).

-Las desventajas que posee el uso de combustibles residuales con uso de scrubber tiene que ver con el uso mismo de las torres de lavado ya que existen 3 tipos las cuales serían las más apropiadas para cumplir con la normativa de reducción de emisiones de óxidos de azufre sin tener que cambiar el tipo de combustible, entre estas podemos puntualizar:

-En caso de scrubbers de tipo abierto la problemática vendría en relación a la acidificación del mar debido a que el agua de mar entraría en contacto con los gases de escape lavando las partículas de azufre en el proceso.

-En el caso de las scrubbers de tipo cerrado ya no habría contacto directo del agua de mar con los gases de escape ya que se usaría un agua alcalina para este fin, sin embargo, se necesitaría de espacio extra que afectaría la estabilidad y diseño de los buques ya que se requiere tanques de almacenamiento para el agua de tratamiento que se desecha en cada proceso.

-El sistema de scrubber tipo híbrido sería el más adecuado, sin embargo, sería un sistema con aun más equipos lo cual implica afectar la estabilidad y diseño original de los espacios en la sala de máquinas.

-Otro punto que abarca los 3 tipos de scrubbers sería su alto costo de implementación y el tiempo de para entre 20 y 30 días en los cuales la nave no operaría, generando pérdidas económicas para la compañía.

<p>Pregunta 8: ¿Qué desventajas se observan con respecto a la utilización de combustibles residuales con bajo contenido de azufre (menor al 0,5% m/m)?</p>	<p>Categorías emergentes</p>
<p>E1: Los combustibles residuales como desventaja podemos decir no cumplen con <u>la normativa OMI 2020 ya que posee más de 0.5% de cantidad de azufre en los combustibles</u> y lo cual no cumple con la norma puesta en vigor desde 1 de enero del 2020.</p>	<p>Los IFO no cumplen con la normativa OMI 2020 ya que posee más de 0.5% de cantidad de azufre.</p>
<p>E2: Este nuevo combustible al inicio de su implementación nos <u>generó problemas en muchos buques ya que tuvimos que realizar cambio de anillos de motor principal en más de un buque</u>, esto debido a las características de alto contenido de</p>	<p>Genero problemas en las paredes de las camisas lo cual ocasiono ruptura de anillos debido a su alto contenido de aluminio y silicio (finos catalíticos), además de otro</p>

<p>aluminio y silicio lo cual produce fracturas en las paredes de la camisa y esto a su vez rompe los anillos, otra cuestión a tomar en cuenta es <u>el cambio de aceite de camisas por uno con una alcalinidad menor que los usados anteriormente.</u></p>	<p>cambio importante respecto a este combustible fue el cambio de aceite de camisas con una alcalinidad menor a la utilizada anteriormente.</p>
<p>E3: Las desventajas en los combustibles residuales, son combustibles que no tienen mucha lubricidad, se dificulta en el traslado en aquel combustible por lo que son muy viscosos y <u>para poder trasladarlo hay que calentarlo a una buena temperatura para que pueda fluir en las líneas y en las bombas de transferencia.</u></p>	<p>Los combustibles residuales necesitan calefacción para poder trasladarlo de tanque a tanque o de buque a buque.</p>
<p>E4: Para poder utilizar este combustible con <u>normalidad debimos reajustar los parámetros de operación de los purificadores</u> ya que este tiene una densidad específica y viscosidad diferente a la que presentaba el IFO 180, de esta manera evitamos problemas que se presentaron en otros buques con respecto a rotura de anillos de pistón y fracturas en las paredes de las camisas, <u>también tuvimos que cambiar el aceite de camisas por uno con un TBN compatible con este combustible de baja acidez.</u></p>	<p>Se debió reajustar los parámetros de operación de los purificadores de FO, además de cambiar el aceite de camisas por uno con un TBN compatible con este nuevo combustible.</p>
<p>E5: En los años navegando en esta compañía por lo general y casi siempre se ha utilizado <u>el IFO como combustible para la maquina principal, generadores y caldera.</u> y una de las desventajas que se me ha presentado en mi tiempo como oficial de máquinas es al realizar mantenimiento a <u>los inyectores de los generadores lo cuales dificulta en la limpieza de dichos inyectores.</u></p>	<p>El IFO como combustible marino, dificulta en el mantenimiento de los generadores en la limpieza de los inyectores.</p>
<p>E6: Nos encontramos <u>utilizando un IFO 180 con un contenido de azufre del 0.5% masa/masa,</u> en respuesta a esta nueva normativa que entró en vigor el 1 de enero del 2020, respecto a los malestares que nos generó podemos enfatizar en el</p>	<p>Utilizan un IFO 180 con menos del 0.5% masa/masa de azufre, respecto a las desventajas que genero este combustible hablo sobre el reajuste de parámetros en</p>

<p>reajuste de <u>los parámetros de operación de los purificadores de F.O</u> ya que por parte de la compañía se nos informó del alto contenido de aluminio y silicio en estos combustibles, valores que implican un desgaste abrasivo en las partes del motor que entran en contacto con el combustible, además este problema afecta tanto al motor principal como a los generadores y calderas, por ello es de suma importancia estar en constante observación del efecto de este combustible en los equipos, por último y de mucha importancia es hablar sobre el <u>cambio del TBN en los aceites de camisas a utilizarse con este nuevo combustible</u> ya que deben tener menor alcalinidad para ser compatibles con este último.</p>	<p>purificadores a fin de un correcto proceso de depuración de impurezas como aluminio y silicio presentes en este nuevo combustible y que son agentes de alto desgaste del motor, otro punto importante es el cambio de aceite de camisas con TBN compatible al nuevo fuel.</p>
<p>E7: En las embarcaciones navegadas todas han utilizado el IFO como combustible para su máquina principal ahora que ha entrado en vigor la regulación OMI 2020 dificulto en las limpiezas de <u>los tanques de almacenamiento ya que desde octubre del 2019 ya se estaban preparando con dichas limpiezas</u> de las cuales eran muy pesadas por lo que se encontrabas muy sucias los tanques.</p>	<p>Realizaron limpieza de los tanques de almacenamiento desde octubre del 2019 con una mira de cambiar el combustible para el 2020.</p>
<p>E8: Hemos recibido el nuevo combustible con bajo contenido de azufre y en comparación con <u>el IFO 380 que era el combustible que utilizábamos antes pues te diré que es mucho menos viscoso</u> y tenemos que tener especial cuidado en su purificación ya que tiene partículas que dañan los anillos del pistón y generan rotura de estos, en la caldera <u>no ha generado mayores percances y en el caso de los filtros no tenemos tanta suciedad como antes pero eso se debe al buen purificado que le realizamos</u>, por otro lado tuvimos que cambiar todo el aceite de</p>	<p>El nuevo combustible con bajo contenido de azufre VLSFO es menos viscoso y se debe utilizar con sumo cuidado sobre todo en el proceso de purificación, si se cumple esto se evitarán problemas en el motor principal, no presenta mayores percances en la caldera y otro aspecto a tener en cuenta es el cambio del aceite de camisas por uno</p>

<p>camisas que teníamos en el tanque de almacenamiento y recibir uno con características compatibles con este nuevo combustible al que llaman "Very Low Sulphure Fuel Oil" (fuel con contenido muy bajo de azufre).</p>	<p>compatible.</p>
<p>Interpretación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Entre las principales desventajas que se pueden recabar es el contenido de aluminio y silicatos que pueden ser introducidos en la maquina principal, los cuales provienen de los catalizadores que suelen ser utilizados en las refinerías.</li> <li>-La baja viscosidad representa otra de las desventajas ya que esta va de la mano con la lubricidad que es una cualidad fundamental para el mantenimiento de las piezas móviles interiores de las bombas de inyección y los propios inyectores.</li> <li>-La necesidad de cambiar la configuración y parámetros de operación de los purificadores de fueloil ya que este nuevo combustible con bajo contenido de azufre tiene diferentes características en comparación a los combustibles residuales convencionales.</li> </ul>	

<p>Pregunta 9: ¿Qué desventajas se observan con respecto a la utilización de combustibles residuales con alto contenido de azufre (mayor que 0,5% m/m) en paralelo al uso de torres de lavado (scrubbers)?</p>	<p>Categorías emergentes</p>
<p>E1: <u>las torres de lavado (scrubbers) son un nuevo sistema que se está implementando respecto a la normativa OMI 2020.</u> Que toda embarcación mercante debe cumplir a partir del 1 de enero del 2020</p>	<p>Las torres de lavado es un sistema nuevo respecto a la normativa OMI 2020</p>
<p>E2: Si hubiéramos optado por la implementación de torres de lavado, esto hubiera implicado ingresar a dique <u>para la instalación de dicho sistema con un plazo como minino de 20 días</u> en los cuales se hubiera dejado de operar <u>y lo cual hubiera generado una pérdida de ingresos para la empresa muy alta</u>, además no teníamos claro el panorama respecto a estos sistemas ya que existen más de 1 clase y no se realizó un estudio adecuado de este mercado.</p>	<p>De forma negativa para la operatividad de los buques esta implementación hubiera tardado alrededor de 20 días lo cual genera pérdidas cuantiosas para la empresa además de la falta de conocimiento del mercado de las torres de lavado.</p>

<p>E3: <u>Las torres de lavado por el conocimiento que tengo son depuradoras o reductores de cantidad de azufre que emana los buques mercantes y no podría darte más detalles de aquella por lo que no he trabajado con ellas, pero ya más adelante tendré la oportunidad de trabajar con las torres de lavado.</u></p>	<p>Las torres de lavado o depuradoras reducen la cantidad de azufre emanadas por los buques mercantes.</p>
<p>E4: <u>A futuro los buques que se construirán a partir de este año vendrán con torres de lavado incluidas en su diseño ya que el instalarlas en buques con muchos años de antigüedad implicaría problemas en la estabilidad que podrían repercutir en la operatividad de la nave, es por esto que no lo considero una opción viable como respuesta a la normativa "OMI 2020".</u></p>	<p>Las torres llegaron de diseño con los nuevos buques construidos a partir del 2020 mas no es recomendable su implementación en buques tan antiguos como los que realizan cabotaje en el Perú.</p>
<p>E5: Los combustibles residuales todos sabemos que contienen muy altas cantidades de azufre y al usar las torres de lavado o scrubbers reduce la cantidad a menos 0.5% de azufre de los combustibles y una desventaja que puede presentar estas torres de lavado puede ser <u>al momento de instalarlo ya que son nuevos para el buque.</u></p>	<p>Los scrubbers, nuevo equipo en los buques.</p>
<p>E6: Con respecto a las torres de lavado con temor a equivocarme podría decir <u>que estas aguas que lavaran los gases de escape al volver al mar podrían acidificar en agua del mar afectando la fauna y flora marina</u> lo cual implica remediar un problema y entrar en otro y no es lo más conveniente ya que lo que se quiere es cuidar el medio ambiente en todos sus aspectos, además de usarse el tipo de scrubber de circuito cerrado según tuve oportunidad de leer en un artículo, esto implicaría tener que almacenar los residuos de lavado los cuales serían considerables cantidades que afectarían <u>la estabilidad del buque y por lo tanto su operatividad y seguridad.</u></p>	<p>Incurrirían en la acidificación de los mares y afectarían la vida en ella, por otro lado, los scrubbers de circuito cerrado implicarían almacenar grandes cantidades de agua que afectarían la estabilidad, operatividad y seguridad del buque.</p>

<p>E7: <u>Las torres de lavado ayudan a proteger el medio ambiente por lo que reduce las cantidades de azufre que emanan lo buques y reduce al menos de 0.5 % de cantidad de azufre estas torres de lavado son nuevas para todo oficial de maquina ya con el tiempo tendrán más experiencia respecto a estos equipos</u></p>	<p>Las torres de lavado protegen al medio ambiente con la reducción de la cantidad de azufre en las buques por los buques.</p>
<p>E8: Estos novedosos sistemas <u>me imagino deben ser muy similares a los utilizados en las plantas de gas inerte</u>, de ser así no estaría mal, solamente me imagino deben ser mucho más grandes ya que deberán abarcar todo el grosor de la chimenea y así lavar los gases de escape no solo de la maquina principal sino también de los gases de escape de los generadores y de las calderas, supongo sería algo muy efectivo si se logra lavar correctamente los gases pero no podría opinar más allá de la vaga idea que tengo de estos.</p>	<p>Se tiene un conocimiento muy corto respecto a estos sistemas de torres de lavado, más que nada una idea basada en el concepto de scrubber que se tiene del sistema de gas inerte.</p>
<p>Interpretación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Con respecto al uso de scrubbers en conjunto al uso de combustibles con alto contenido de azufre estaría relacionado con el espacio requerido para la instalación de esta planta y sus diversos componentes lo cual implicaría un ingreso programado a dique y tardaría entre 20 y 30 días, en los cuales el buque dejaría de operar generando pérdidas económicas en la compañía.</li> <li>-Así mismo, el uso de agua de mar en las scrubbers de tipo abierto implicaría la acidificación del agua de mar o cual trae consecuencias contraproducentes para la vida y fauna marina, por otro lado en caso de scrubber tipo cerrado implicaría la instalación o adaptación de un tanque de almacenamiento para las aguas de tratamiento que se desechan después de cada proceso de lavado de gases, estos tanques y su contenido afectarían la estabilidad de la nave por lo tanto repercutiría en la operatividad de la misma.</li> </ul>	

- **Precios**

a) Documentación:

**Diferenciales de LSFO / HSFO**

El descuento del precio del fueloil con alto contenido de azufre (HSFO) al fueloil con bajo contenido de azufre (LSFO) o al petróleo destilado marino (MDO) determinará las decisiones que tomen las refinerías y los transportistas. Las refinerías solo invertirán para producir más combustibles con bajo contenido de azufre si la diferencia de precio entre los combustibles con bajo y alto contenido de azufre cubre los costos asociados. Sin embargo, si el fueloil con alto contenido de azufre se vende con un descuento significativo en comparación con el fueloil con bajo contenido de azufre o MDO, los transportistas estarían más inclinados a instalar depuradores para ahorrar costos de combustible. A medida que se acerca enero de 2020, el diferencial de precios de LSFO, MDO y HSFO será más seguro, proporcionando señales más claras a los participantes del mercado sobre cómo reaccionar, invertir y planificar.

-El descuento del precio del fueloil con alto contenido de azufre (HSFO) al fueloil con bajo contenido de azufre (LSFO) o al petróleo destilado marino (MDO) determinará las decisiones que tomen las refinerías y los transportistas. Las refinerías solo invertirán para producir más combustibles con bajo contenido de azufre si la diferencia de precio entre los combustibles con bajo y alto contenido de azufre cubre los costos asociados. Sin embargo, si el fueloil con alto contenido de azufre se vende con un descuento significativo en comparación con el fueloil con bajo contenido de azufre o MDO, los transportistas estarían más inclinados a instalar depuradores para ahorrar costos de combustible. A medida que se acerca enero de 2020, el diferencial de precios de LSFO, MDO y HSFO será más seguro, proporcionando señales más claras a los participantes del mercado sobre cómo reaccionar, invertir y planificar.

b) Entrevista:

<p>Pregunta 10: ¿Cuál es el costo de los combustibles residuales?</p>	<p>Categorías emergentes</p>
<p>E1: Los combustibles residuales o llamados IFO nosotros como oficiales de máquinas somos los encargados de revivir dichos combustibles tenemos todas las informaciones de dicho <u>combustible, pero los precios no lo manejamos eso lo maneja la empresa o los de la agencia.</u></p>	<p>Los precios de los combustibles residuales lo manejan la agencia</p>
<p>E2: Respecto al precio de los combustibles residuales o mejor dicho el combustible residual con bajo contenido de azufre puedo decirte que es más elevado <u>en comparación con los IFO 180 y 380 que se utilizaban con anterioridad, por cuestiones de la compañía no puedo detallarte exactamente su precio,</u> pero puedo decirte que su valor es menor al del MDO por lo que es más rentable el utilizarlo.</p>	<p>No detalla precios, pero hace referencia a que el combustible con bajo contenido de azufre tiene mayor precio que los IFO 180 y 380 pero es aún menor al precio del MDO.</p>
<p>E3: El costo de los combustibles residuales o llamados también IFO los precios que manejan la empresa o <u>la oficina nosotros no lo manejamos, pero si tengo una ida de 2 a 1 el MDO y IFO respectivamente.</u></p>	<p>Los precios de los combustibles marinos están en relación de 2 a 1 el MDO y IFO respectivamente</p>
<p>E4: En cuanto a costos nosotros como operarios conocemos las cifras mas no las trabajamos <u>ya que es algo que le concierne más que nada a la compañía.</u></p>	<p>No manejamos los precios, es más algo de compañía.</p>
<p>E5: A bordo de las embarcaciones mercantes los oficiales de máquinas son los encargados de recibir los combustibles y tenemos muy poca información del precio de los combustibles siempre eh querido saber por inquietud mía <u>los precios, pero tengo una idea de 400 a 500 dólares americanos de diferencia de MDO y el IFO.</u></p>	<p>El precio de los combustibles residuales o IFO con el MDO hay una diferencia de 400 a 500 dólares americanos.</p>
<p>E6: Debido a los altos costos que</p>	

<p>implicarían el uso prolongado de MDO o MGO se optó por consumir <u>el combustible con bajo contenido de azufre mejor conocido como “Very Low Sulphur fuel oil” que es más que nada el mismo IFO 180 con un proceso extra de refinado para disminuir su contenido de azufre, los precios en si no los manejamos nosotros ya que el combustible lo provee el fletador que es “Petroperú”.</u></p>	<p>El VLSFO se obtiene a partir del IFO 180 más un proceso extra de refinado, sin embargo, los precios no los maneja por ser cuestión de la compañía y el fletador que es quien provee el combustible.</p>
<p>E7: El tiempo navegando en esta empresa nunca me ha llegado la información <u>de los precios, pero si siempre las características de los combustibles eso es primordial. Sinceramente no tengo claro las cantidades de los precios.</u></p>	<p>Los precios de los combustibles son una duda de todo oficial y también no nos incumbe.</p>
<p>E8: Poco o nada se indago respecto a <u>los precios de las torres de lavado de gases ya que no lo consideramos una opción viable</u> económicamente debido a que implica que la nave en la que se le vaya a instalar dicho equipo tenga una para de 20 días aproximadamente, lo cual generaría una pérdida de dinero cuantiosa a la compañía en términos de flete sin tener en cuenta el costo de inversión que implicara el sistema de torre de lavado en sí.</p>	<p>Poca información sobre precios en torres de lavado ya que no se consideró una opción viable.</p>
<p>Interpretación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Con respecto a los precios los entrevistados señalan no tener un conocimiento cabal de los mismos, lo cual establece un panorama en el cual tomar una decisión con respecto a la implantación de utilizar este tipo de combustibles no sería adecuada.</li> <li>-Así mismo no existe un claro análisis del uso de combustibles residuales con alto contenido de azufre utilizando torres de lavado de gases (scrubbers).</li> <li>-El manejo financiero prácticamente compete a la gestión náutica que es llevada a cabo desde las oficinas de las compañías nacionales, lo que se por si representa una falta de cultura de informacion por parte de los oficiales de máquinas quienes navegan en los buques que realizan cabotaje en el contexto peruano.</li> </ul>	

**Teorización con respecto al objetivo específico 2: Examinar con visión prospectiva el uso de combustibles residuales en concordancia con el**

**cumplimiento de las normas vinculadas a la disminución del contenido de azufre, en buques mercantes que realizan cabotaje en el Perú.**

-En relación al uso de estos nuevos combustibles residuales con un bajo contenido de azufre, el cual cumple con la normativa "OMI 2020", puedo rescatarse que es una forma económica y efectiva para no tener que incurrir en excesivos gastos usando destilados, pero hay que tener en cuenta que este nuevo combustible ha generado muchos problemas en sus primeras etapas de implementación y está constantemente bajo observación, por otro lado el seguir usando residuales convencionales con la ayuda de las torres de lavado de gases sería una opción muy interesante ya que como oficial de máquinas, el tener un equipo nuevo, el cual presenta un nuevo campo de operación y conocimiento es algo que en lo particular motiva mucho a seguir mejorando profesionalmente, además que estos sistemas tienen entre sus tipos 3, los cuales son muy interesantes, cada uno con sus ventajas y desventajas lo cual hubiese sido de gran interés propio ver como respondían las empresas, la capitania y los mismos tripulantes de los buques ante estos interesantes equipos.

-Bajo las consideraciones establecidas, en la actualidad el uso de combustibles residuales es la opción más adecuada dentro del contexto marítimo nacional. En la actualidad se utilizan residuales para la maquina principal los cuales según la perspectiva de los oficiales entrevistados cumplen con los límites establecidos, sin embargo, es importante tomar en cuenta las repercusiones del uso de dicho combustible, lo cual trae como consecuencia la presencia de finos catalíticos en la maquina principal.

-Con respecto al uso de scrubbers no a existido ninguna evaluacion seria, lo que establece un panorama de poca aceptación para poder implantarlos en los buques de bandera peruana que realizan cabotaje en el Perú.,

-Una de las principales razones por el cual no se proyecta el uso de scrubbers tiene que ver con los costos elevados que el sistema representa sin embargo, a la larga podría ser beneficioso lo cual correspondería a un eje temático sobre el cual se pueden seguir formulando procesos investigativos que conlleven a fomentar un conocimiento apropiado para la determinación del combustible más equilibrado tomando en consideración la afectación económica para las compañías y la reducción del contenido de azufre con respecto a garantizar un transporte nacional eco amigable.

Muy a mi pesar tengo que decir que prospectivamente los combustibles residuales quedaran en el olvido ya que llegara un momento en el cual no podrán cumplir con las normativas que la OMI de seguro nos impondrá a futuro en aras de un mejor cuidado del medio ambiente.

### 4.1.3. Uso de gas natural licuado

- **Características**

c) Documentación:

-El principal componente del gas natural licuado (GNL) es el metano (CH<sub>4</sub>), el combustible de hidrocarburos con el menor contenido de carbono y, por lo tanto, con el mayor potencial para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> (reducción máxima: aproximadamente un 26% en comparación con el HFO). El GNL tiene más o menos la misma composición que el gas natural utilizado en los hogares, para la generación de energía y por la industria. El proceso de producción de GNL asegura que esté prácticamente libre de azufre. El uso de GNL como combustible, por lo tanto, no produce emisiones de SOX. Dado que el punto de ebullición del GNL es de aproximadamente -163 ° C a 1 bar de presión absoluta, el GNL debe almacenarse en tanques aislados. La densidad de energía por masa (LHV en MJ / kg) es aproximadamente un 18% más alta que la del HFO, pero la densidad volumétrica es solo del 43% del HFO (kg / m<sup>3</sup>). Esto da como resultado aproximadamente el doble del volumen en comparación con la misma energía almacenada en forma de HFO. Teniendo en cuenta los requisitos de espacio relacionados con la forma, los tanques de GNL cilíndricos suelen ocupar tres a cuatro veces el volumen de una cantidad equivalente de energía almacenada en forma de fueloil. El GNL ha sido utilizado como combustible por los transportistas de GNL desde la década de 1950. En la actualidad, están en funcionamiento aproximadamente 500 transportadores de GNL que utilizan combustible GNL. Desde principios de la década de 2000, otros barcos también han adoptado GNL. En diciembre de 2018, 137 de estos barcos alimentados con GNL estaban en operación, 136 estaban en orden y 135 estaban preparados para su conversión a GNL como combustible.

Cambiar a combustibles alternativos: otra opción para que los operadores de embarcaciones cumplan con la regla IMO 2020 es cambiar a combustibles no derivados del petróleo. El abastecimiento de combustible marino que utiliza GNL a menudo se considera una alternativa potencial. En los últimos años, muchos barcos de nueva construcción se construyeron o se ofrecieron para equiparlos con motores listos para GNL, motores que podrían configurarse para funcionar con GNL en una fecha posterior. Sin embargo, muy pocas embarcaciones consumen GNL como

combustible principal, y la infraestructura para respaldar el GNL como combustible de envío es actualmente limitada tanto en escala como en disponibilidad.

Aunque numerosas alternativas de combustibles marinos a base de petróleo y no a base de petróleo cumplirían con las regulaciones de azufre de la OMI 2020, ninguna se utiliza a gran escala y tiene una infraestructura limitada.

### **¿Petróleo o gas natural?**

Hay muchos tipos de hidrocarburos, con diferencias químicas y propiedades. Sin embargo, hemos utilizado los términos generales "petróleo" y "gas natural" para describir una colección de combustibles. El petróleo (Fueloil) está en forma líquida a temperatura ambiente, mientras que el gas natural es principalmente gas metano. Además del metano, el gas natural crudo también contiene combustibles como líquidos de gas natural (LGN).

Estos incluyen etano, propano, butano (las mezclas de propano y butano también se conocen como gas de petróleo licuado; GLP), pentano, etc. Estos otros combustibles se separan del metano durante el procesamiento del gas natural crudo. En esta Perspectiva, clasificamos todos estos productos secundarios bajo el portador de energía "gas natural", mientras que en otros lugares a veces otros los han clasificado como "petróleo". Tal como se extrae en su forma natural, el petróleo crudo también está compuesto por varios hidrocarburos y también debe procesarse en refinerías para su conversión en "Productos de petróleo" utilizables, como gasolina, diesel, fuel oil, lubricantes o asfalto. Aproximadamente el 6% de la producción de las refinerías son combustibles que se incluyen en nuestra categoría de "gas natural", como el GLP.

### **Combustible gaseoso (0,0% S)**

El gas natural licuado (GNL) y el gas licuado de petróleo (GLP) como combustibles marinos están recibiendo un mayor interés debido a su bajo precio actual y al cumplimiento de los límites de emisiones de la OMI con respecto a SOx y NOx. El GNL prácticamente no contiene azufre y, según el tipo de motor marino, produce poco NOx.

Este combustible contiene 0.0% S y produce poca ceniza. Al usar este combustible más limpio, se requieren volúmenes de aceite más pequeños, menor consumo de aceite y menos esfuerzo de limpieza de aceite en comparación con los motores operados por HFO en la actualidad.

No se comprende completamente si los motores alimentados con GNL pueden producir partículas de hollín más pequeñas, que pueden ser más difíciles de eliminar mediante los sistemas de tratamiento de aceite. Sin embargo, los sistemas de tratamiento de aceite lubricante aún necesitarán eliminar el agua y los contaminantes de oxidación, así como las partículas de desgaste del motor.

d) Entrevistas:

<p>Pregunta 11: ¿Qué características poseen el gas natural licuado como combustible marino?</p>	<p>Categorías emergentes</p>
<p>E1: EL gas natural licuado como combustible marino tiene como una de sus características que son <u>muy ecológicos y al ser consumido por los buques mercantes cumplen con la normativa OMI 2020.</u></p>	<p>El gas natural licuado como combustible marino es muy ecológico y ayudan a cumplir con la regulación OMI 2020.</p>
<p>E2: Con relación al GNL puedo decirte que no lo consideramos viable ya que eso implicaría cambiar toda la propulsión del buque, yo sé que <u>es un gas que se transporta muy frio, pero aquí en el cabotaje nacional no lo transportamos ya que este llega a todo el Perú a través de tuberías subterráneas.</u></p>	<p>Se transporta muy frio, no se consideró viable y no se transporta en el Perú ya que su transporte se da mediante tuberías subterráneas por todo el país.</p>
<p>E3: En lo leído en base al gas natural licuado como combustible marino. El gas natural licuado <u>reduce un aproximando un 90% las emisiones contaminantes</u> que emanan los buques mercantes y los cual ayuda al medio ambiente y por lo general a toda la población.</p>	<p>El GNL reduce un 90% de emisiones contaminantes.</p>
<p>E4: Hubiera sido una <u>buena forma de responder a la “OMI 2020”, es un gas que se licua para reducir su volumen, respecto a su uso en los buques,</u> estos son especiales para este tipo de combustible, por lo general son <u>buques que transportan el gas metano y tienen los sistemas para utilizarlo,</u> por lo general son buques que hacen navegaciones largas y <u>tienen procedencia europea.</u></p>	<p>Buena respuesta a “OMI 2020”, se licua para reducir su volumen, pero respecto a su uso en los buques es algo que se ve en buques que transportan este tipo de combustible por lo general europeos.</p>
<p>E5: El gas natural licuado como combustible marino en la costa peruana no hay hasta donde yo tengo conocimiento. <u>Una de las ventajas que tienen los buques</u></p>	<p>EL gas natural licuado la</p>

<u>que usan el GNL es en su almacenamiento que está en estado líquido y permite un menor tiempo de carga.</u>	ventaja en su almacenamiento en estado líquido y permite un menor tiempo de carga.
E6: Esta clase de <u>motores que usan GNL son teóricos</u> así que no podríamos utilizar este sistema para responder a la normativa OMI 2020.	El uso del GNL como algo teórico más no factible.
E7: El GNL como combustible marino en la poca experiencia que tengo acerca de ese combustible aquellos combustibles <u>tienen un olor desagradable.</u>	El GNL tienes un olor desagradable.
E8: Es un gas que <u>se licua por debajo de los 160° C para reducir su volumen, se obtiene de la explotación de yacimientos en el subsuelo, tiene un olor muy característico similar al huevo podrido</u> y actualmente se usa en automóviles en el Perú pero para el uso de los buques no se ve implementado por ahora si mal no tengo entendido estos buques <u>se están fabricando recién desde el 2010 y los buques que tenemos en la empresa son como mínimo de 12 años de antigüedad así que no hay posibilidad de que alguno de los barcos de la flota tenga esta clase de sistema.</u>	El GNL se licua a temperaturas menores que 160° C para fines de reducir su volumen, se extrae del subsuelo, tiene un olor a huevo podrido y no es factible tenerlo en los buques de la flota ya que estos tienen como mínimo 12 años de antigüedad y los buques que utilizan GNL se empezaron a fabricar a partir del 2010.
<p>Interpretación:</p> <p>-Según la perspectiva, de los entrevistados, se puede evidenciar que no existe un conocimiento acorde con la opción que representa el uso de gas natural licuado en el ámbito nacional.</p> <p>-Así también se puede poner en evidencia que la alternativa del gas natural no a sido un tema de interés sobre el cual se puedan proyectar que lo buques a futuro puedan utilizar dicho combustible considerando que lo buques no disponen del diseño y las gestiones técnicas que son relevantes para que puedan ser viables y eficaces en buques que manejas una antigüedad mayor a 12 años de explotación.</p>	

- **Ventajas**

Si bien aún es limitada, la infraestructura dedicada al abastecimiento

de combustible de GNL para buques está mejorando con bastante rapidez. Una gran parte del abastecimiento de combustible de GNL, así como la distribución de GNL a los lugares de abastecimiento de combustible, todavía se realiza por carretera. La entrega por ferrocarril también sería posible, pero actualmente no se practica. En 2017 y 2018, varios buques de combustible de GNL se entregaron para operar en lugares clave como la región de Ámsterdam, Rotterdam y Amberes (ARA), el Mar del Norte, el Mar Báltico y la costa de Florida. Los buques de combustible para otros lugares clave, como el Mediterráneo occidental, el Golfo de México, Oriente Medio, Singapur, China, Corea del Sur y Japón, se han encargado recientemente o están en desarrollo y probablemente se materializarán en paralelo con pedidos importantes de GNL.

Para obtener información sobre la infraestructura de abastecimiento de combustible de GNL, visite el portal en línea Alternative Fuel Insight (AFI) de DNV GL ([afi.dnvgl.com](http://afi.dnvgl.com)). AFI es de libre acceso y brinda información detallada y continuamente actualizada sobre todos los puntos de abastecimiento de combustible en todo el mundo para combustibles alternativos, incluido el GNL, que están en operación o en desarrollo.

El GNL está esencialmente disponible en todo el mundo (en terminales de importación y exportación a gran escala), y se están realizando inversiones en muchos de estos lugares para que el GNL esté disponible para los barcos. DNV GL espera ver un mayor enfoque en el desarrollo de buques de combustible de GNL para buques de navegación marítima en un futuro próximo. El abastecimiento de combustible por camión y desde depósitos locales permanentes también continuará creciendo para ciertos comercios y segmentos.

La tecnología de motor de combustible dual puede ofrecer cierta flexibilidad y redundancia a medida que evoluciona la red de abastecimiento de combustible de GNL para la flota de aguas profundas.

Pregunta 12: ¿Cuáles serían las ventajas de utilizar gas natural licuado como combustible marino para cumplir con las normas “OMI 2020”?	Categorías emergentes
E1: Una de las ventajas que podemos apreciar en el GNL como combustible marino se <u>transporta a -161°C de temperatura</u> y permite reducir su volumen en aproximadamente en 600 veces su volumen.	El GNL se transporta a -161°C.
E2: Si en caso se pudiera contar con un buque que utilice este combustible <u>las ventajas de ahorro de dinero y cuidado del medio ambiente serian notables</u> ya que	Seria ventajoso en cuestión de ahorro de dinero y cuidado medio ambiental.

este combustible es de bajo precio y es <u>amigable para el medio ambiente.</u>	
E3: El GNL como combustible marino y todos sabemos que es un combustible <u>muy económico a comparación del MDO</u> y por eso desde años muy modernos ya se están construyendo buques con el GNL como combustible marino ya que le genera grandes cantidades de reducción de gastos.	El GNL es mucho más económico que el MDO.
E4: Operativamente no tengo conocimiento amplio de esta clase de motores, pero creo yo que <u>el beneficio medio ambiental</u> sería lo más resaltante de utilizar esta clase de combustible.	El beneficio sería sobre todo medio ambiental.
E5: Respecto a lo leído y aprendido el GNL como combustible marino, <u>El GNL son más económicos a comparación de los MDO.</u> Y en reducir gastos e incrementar los ingresos son el primordial objetivo de toda naviera.	El GNL son más económicos y eso busca las empresas navieras.
E6: Bueno teóricamente creo yo que serían buques con un <u>excelente ahorro de combustible y con un impacto en la contaminación del aire mínimo.</u>	Teóricamente traería beneficios económicos y bajo impacto en la contaminación ambiental.
E7: El GNL como combustible marino es un combustible que se <u>transporta a bajas temperaturas por lo cual ayuda en su traslado porque reduce en 600 veces su volumen</u> y así pueden trasladar más cantidades y así ganar más dinero para la empresa naviera.	EL GNL se transporta a muy bajas temperaturas y reduce en 600 veces su volumen.
E8: De contar con esta clase de motores a GNL tendríamos que <u>puntualizar en uno haber por ejemplo los ME – GI de MAN</u> que son los motores que tienen los buques metaneros que navegan en Europa, en esta clase de motor se puede rescatar que uno <u>puede utilizar cualquier calidad de GNL ya que antes de realizarse la combustión, el gas se presuriza hasta 300 bar</u> lo cual implica una eficiencia en la	Beneficios operativos en los motores ME – GI de MAN que gracias a su presurización previa a la cámara de combustión (300 Bar) puede utilizar cualquier calidad de GNL y así cargar GNL en cualquier parte del mundo.

<p>combustión bastante elevada, el poder utilizar cualquier calidad de GNL es un beneficio grande en cuestiones operativas ya que de esta manera puedes cargar GNL en cualquier parte del mundo y utilizarla para la propulsión sin problema alguno.</p>	
<p>Interpretación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-En primera instancia no existe una apreciación técnica adecuada con respecto a los entrevistados.</li> <li>-Muchas de las apreciaciones que han sido recabadas tiene una orientación totalmente errónea considerando la información técnica que fue recopilada como parte de la investigación documental.</li> <li>-Se establece de manera tímida el beneficio que representa el uso del gas natural como combustible marino.</li> </ul>	

- **Desventajas**

El gas natural o GNL es el combustible fósil más limpio disponible en la actualidad. No hay emisiones de SOX relacionadas, las emisiones de partículas son muy bajas, las emisiones de NOX son más bajas que las de MGO o HFO, y otras emisiones como HC, CO o formaldehído de motores de gas son bajas y pueden ser mitigadas por los gases de escape después con un tratamiento si es necesario. Sin embargo, la liberación de metano (deslizamiento) debe tenerse en cuenta al evaluar el potencial de reducción de CO2 del GNL como combustible para buques (el valor máximo es aproximadamente el 26% en comparación con el HFO).

Los motores de gas de ciclo Otto de baja presión (es decir, todos los motores de cuatro tiempos y todos los de dos tiempos de baja presión) que queman GNL cumplen con el límite de NOX Tier III de la OMI sin requerir tratamiento de gases de escape.

Hoy en día, la mayor parte del consumo de energía de los barcos se produce en motores de dos tiempos, especialmente a bordo de barcos de aguas profundas donde las opciones de tecnología y combustibles alternativos son limitadas. Según los datos de los fabricantes de motores, el deslizamiento de metano es un problema más común en los motores de dos tiempos que en los de cuatro tiempos.

Desde una perspectiva de reducción de GEI, también vale la pena señalar que los fabricantes de motores han probado con éxito el hidrógeno mezclado con gas natural en motores marinos de combustible dual existentes.

Los beneficios combinados de sustituir una cierta parte del metano fósil por hidrógeno renovable, y el efecto secundario positivo que esto puede tener en el proceso de combustión con respecto al deslizamiento de metano, son significativos.

El metano es el componente principal del GNL y del biogás. Por lo tanto, biogás licuado o metano producido de hidrógeno y carbono en un proceso de conversión de energía a combustible, se puede utilizar en combustible de GNL, sistemas y motores de gas sin necesidad de modificaciones.

Los gases causan cualquier emisión de dióxido de carbono de tanque a hélice (emisiones TTP), siempre que se utilice carbono de fuentes renovables; si se utiliza el carbono procedente de la captura y almacenamiento de carbono (CAC), las emisiones de TTP seguirán siendo bastante bajas. Sin embargo, se debe tener en cuenta el posible deslizamiento de metano.

En esta etapa, es difícil concluir si los transportadores de energía más competitivos en costos desde una perspectiva combinada de CAPEX y precio de barco serán diesel renovable o metano líquido renovable, o algo completamente diferente, por ejemplo, hidrógeno o metanol. Para la mayoría de los tipos de barcos y comercios, la tecnología de doble combustible es actualmente la mejor opción de cobertura considerando esta incertidumbre particular y en vista de las regulaciones de GEI más estrictas en general.

En el caso de los motores de gas de ciclo Otto, el escape de metano del proceso de combustión tiene un impacto significativo en el potencial general de reducción de GEI. Los motores de dos tiempos de alta presión requieren tecnología EGR o SCR para lograr el cumplimiento de NOX Tier III, tanto en modo diésel como en modo gas. Al mismo tiempo, el principio de combustión elimina el problema del deslizamiento de metano más o menos por completo. La fuga de metano a lo largo de la cadena de valor también es un problema que debe tenerse en cuenta, ya que solo una pequeña fracción de la fuga lo hará. Anular el efecto GEI positivo logrado.



Figura 12: *El gas natural es uno de los combustibles fósiles más limpios que existen.*

Fuente: Recuperado de <https://www.eleconomista.es/materias-primas/noticias/9324268/08/18/La-UE-esta-incrementado-la-importaciones-de-gas-natural-licuado-de-EEUU-.html>

<p>Pregunta 13: ¿Cuáles serían las desventajas de utilizar gas natural licuado como combustible marino para cumplir con las normas “OMI 2020”?</p>	<p>Categorías emergentes</p>
<p>E1: Una de las desventajas que pueden presentar el gas natural licuado como combustible marino al <u>instalarle el nuevo sistema de GNL en los buques que tenemos en nuestra costa peruana yo creo que es mucha inversión y las empresas lo que desean es gastar menos y no creo que cambie de sistemas hasta el momento.</u></p>	<p>El GNL en la costa peruana no se dará por temas económicos ya que su instalación es muy cara.</p>
<p>E2: Si hubiéramos considerado adquirir este sistema hubiera sido <u>una inversión exorbitante</u> el querer adaptar esta clase de sistema o planta a <u>nuestros barcos que son propulsados por un gran motor de 2 tiempos y que tienen como mínimo 12 años de antigüedad.</u></p>	<p>Inversión exorbitante en buques muy viejos.</p>
<p>E3: Yo creo que no se presentarían muchas desventajas si los buques que naveguen con el <u>GNL como combustible marino ya que viene con el sistema instalado.</u></p>	<p>Los buques que traen el sistema de GNL instalados no presentar desventajas.</p>
<p>E4: Una gran desventaja hubiera sido el <u>adaptar todo el buque para utilizar este combustible lo considero muy poco posible.</u></p>	<p>Difícil adaptación, algo poco posible.</p>
<p>E5: Una gran desventaja sería para la empresa instalar el sistema de GNL en sus embarcaciones ya que son antiguos y le <u>presentaría mucho gasto económico</u>, y de repente la empresa optaría por comprar buque ya con el sistema de GNL instalados.</p>	<p>El GNL en su instalación representaría muchos gastos en la empresa.</p>
<p>E6: No considero desventaja alguna si es que <u>el buque viene diseñado para esta clase de combustible.</u></p>	<p>No hay desventaja alguna siempre y cuando el buque sea así de diseño.</p>
<p>E7: Como oficial de máquinas no he podido apreciar desventajas del gas natural licuado como combustible marino</p>	

<p>porque el en esta naviera <u>no hay embarcaciones con ese sistema de sistema.</u></p>	<p>En la costa peruana no se presentan embarcaciones con este sistema.</p>
<p>E8: En lo que a mi concierne el almacenamiento del GNL es algo complicado ya que tiene que estar a <u>temperaturas menores a 160° C por lo que implicaría un sistema amplio en aras de cumplir con estos requerimientos,</u> además que el espacio requerido para colocar este nuevo tanque de almacenamiento sería algo difícil en los buques que tenemos aquí en la compañía, tendría que ser un buque metanero para que sea lógico utilizar el GNL de los tanques de carga.</p>	<p>Dificultades de almacenamiento debido a las bajas temperaturas de licuado del GNL, poco espacio en los buques viejos de la naviera.</p>
<p>Interpretación: -</p>	

- **Precios**

Los precios de los centros de gas natural en todo el mundo (excepto en ciertas partes del este de Asia) han estado por debajo del precio del petróleo crudo y del HFO durante los últimos diez años. El precio de entrega del combustible GNL a los barcos también debe tener en cuenta el costo de licuefacción o desguace, el costo de distribución y los márgenes de beneficio aplicables. En comparación con otros combustibles alternativos, el GNL parece haber alcanzado históricamente el nivel de precios de materia prima más competitivo entre todos los combustibles alternativos. Actualmente, el nivel de precios es competitivo con MGO, pero la competencia directa con HFO puede ser difícil (consulte el Capítulo 3, Figura 6 y Figura 9).

A partir de 2020, no se permitirá el HFO con alto contenido de azufre sin un sistema de depuración instalado, y se espera que el precio del nuevo combustible de referencia LSFO sea más alto que el HFO. Además, el precio del GNL se espera que sea competitivo con HFO de bajo contenido de azufre. El GNL también tiene el potencial de competir con el alto contenido de azufre HFO y depuradores.

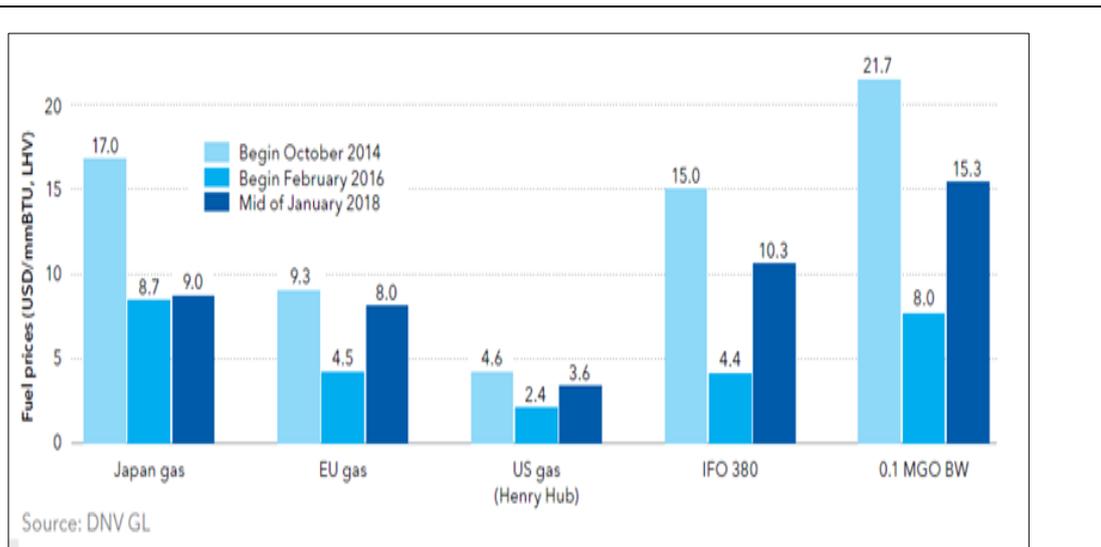


Figura 13: Precios del gas natural.

Fuente: Recuperado de <https://www.eleconomista.es/materias-primas/noticias/9324268/08/18/La-UE-esta-incrementado-la-importaciones-de-gas-natural-licuado-de-EEUU-.html>

La demanda mundial de gas natural crecerá hasta 2035 y, a partir de entonces, disminuirá gradualmente hacia 2050. En 2026, el gas natural superará al petróleo para convertirse en la mayor fuente de energía primaria, posición que mantendrá durante todo el período de pronóstico. El pronóstico de gas natural varía notablemente según la región. En los países de la OCDE, el consumo de gas disminuirá gradualmente. En la Gran China, alcanzará su punto máximo alrededor de 2035 y luego comenzará a disminuir. La demanda de gas natural en el subcontinente indio crecerá rápidamente y alcanzará los 650 Gm<sup>3</sup> / año en 2050, 2,7 veces más que su nivel actual. En la Figura 2.12, mostramos que, si bien el 41% de todo el uso de gas en 2050 será para la generación de energía, los sectores de manufactura y edificios serán responsables de alrededor del 18% y 21%, respectivamente.

Un 7% se utilizará como materia prima y el 10% será para uso propio del sector energético. Parte de este uso en el sector energético será para la licuefacción y regasificación de gas transportado como gas natural licuado. El uso directo de gas en el sector de la construcción (para calefacción) crecerá gradualmente, estabilizándose durante la década de 2030, y luego disminuirá hacia 2050.

La demanda de gas en el sector manufacturero alcanzará su punto máximo en principios de la década de 2040, mientras que el principal usuario de gas, el sector eléctrico, verá un pico de generación de gas natural a principios de la década de 2030, y luego se mantendrá bastante estable hacia 2050. El uso de gas natural en el transporte, principalmente en el transporte marítimo y por carretera subsectores, alcanzará su punto máximo en 2037. La producción de gas deberá mantenerse al día con la demanda. En resumen, la producción de gas aumentará y se trasladará a nuevas ubicaciones en todo el mundo. Aunque ya es pequeña en términos relativos, Europa es la región que experimentará la reducción más dramática de la producción, cayendo un 58% desde ahora hasta 2050. En términos de

producción absoluta, los tres actores dominantes en la actualidad, el noreste de Eurasia, América del Norte, Oriente Medio y África del Norte mantendrán sus niveles actuales de producción durante el período de pronóstico.

Pregunta 14: ¿Cuál es el costo del gas natural licuado como combustible marino?	Categorías emergentes
E1: Considerando los temas del costo el gas natural licuado en el ámbito marítimo peruano <u>no puedo opinar mucho respecto a ese tema</u> por lo mismo que aquí no trabajamos con ese combustible.	El tema del GNL es muy desconocido.
E2: Al no ser considerado como opción viable para este proceso de cambio de combustible, <u>nos es relevante el precio de este producto.</u>	Es algo relevante ya que no lo tienen en cuenta.
E3: Teniendo en cuenta que nunca he navegado en una embarcación que use el gas natural licuado los valores de <u>los precios tengo muy poca información y no podría explayarme respecto al tema.</u>	Sin información de los precios del gas natural licuado
E4: En realidad son valores de los cuales <u>tenemos poca o nula información así que no podría hablarte más de ellos.</u>	Desconoce dichos valores.
E5: Sinceramente <u>el tema de precio del gas natural licuado es un tema muy desconocido</u> por mi persona no sabría darte información adecuada respecto al gas natural licuado	Desconocen el precio del gas natural licuado
E6: La verdad que estos <u>temas de costos escapan de nuestro conocimiento ya que para empezar no es algo que transportemos</u> y mucho menos usemos así que no podría darte un valor exacto de los precios del GNL.	Escapan de su conocimiento y ámbito de operación.
E7: El Tema de los precios del gas natural licuado por lo leído y aprendido tengo conocimiento que <u>el precio es mucho más bajo que el MDO y IFO y aparte que los GNL son más saludables para el medio ambiente.</u>	El gas natural licuado con combustible marino es más económico que el IFO Y MDO.
E8: Bueno en realidad no manejo estos costos, pero si puedo decirte que	

<p>estimando <u>el valor del GNL es mucho menor que el de un MDO y también es más barato que un IFO</u>, así que si implica un ahorro drástico de utilizarse este combustible.</p>	<p>No maneja los precios, pero estima que el GNL es más barato que un IFO y mucho más barato que un MDO.</p>
<p>Interpretación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-No existe una apreciación sobre el precio del GNL, y, por lo tanto, no hay una perspectiva sobre el uso del mismo dentro del contexto marítimo nacional respecto a la operación de los buques que realizan cabotaje.</li> <li>-De manera general se sabe que el GNL podría ser más económica.</li> </ul>	

<p><b>Teorización con respecto al objetivo específico 3: Analizar con visión prospectiva el uso de gas natural licuado como combustible marino alternativo en concordancia con el cumplimiento de las normas vinculadas a la disminución del contenido de azufre en buques mercantes que realizan cabotaje en el Perú.</b></p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>-Con base a la información recopilada, se puede establecer que el gas natural licuado representa una buena alternativa en cumplimiento con los límites de azufre.</li> <li>-El gas natural licuado es un recurso que posee el Perú, sin embargo, no existe la infraestructura adecuada para que se puedan proveer a los buques y por último estos no cuentan con la infraestructura y diseño adecuados para poder prever como una alternativa al corto plazo.</li> <li>-Si bien es cierto, la posibilidad del uso de gas natural licuado en los buques, en el contexto peruano a futuro representaría una fuerte inversión no solo por parte de los proveedores quienes deberán idear nueva infraestructura para poder hacer que el nuevo combustible alternativo pueda llegar a los buques y por la parte de los armadores se puede establecer que deberán contar con naves que cuenten con el diseño e infraestructura acorde para poder utilizar dicho combustible.</li> <li>-Con la rigurosidad de proyección de la norma, probablemente muy a futuro podría optarse por usar el gas natural licuado como combustible marino, pero es obvio que existen diferentes escenarios los cuales serían sujeto a analizar para poder tomarse las decisiones más coherentes y lógicas con respecto a cumplir equilibradamente con la norma.</li> </ul>

#### 4.1.4. Uso de metanol

- **Características**

a) Documentación:

##### **Generalidades**

El metanol, con la estructura química CH<sub>3</sub>OH, es el alcohol más simple con el contenido de carbono más bajo y el contenido de hidrógeno más alto de cualquier combustible líquido. El metanol es un líquido entre 176 y 338 Kelvin (−93 ° C a + 65 ° C) a presión atmosférica. Es un componente básico para cientos de productos químicos esenciales que contribuyen a nuestra vida diaria, como materiales de construcción, envases de plástico, pinturas y recubrimientos. También es un combustible de transporte y un portador de hidrógeno para pilas de combustible. El metanol se puede producir a partir de varias materias primas, principalmente gas natural o carbón, pero también a partir de recursos renovables como el licor negro de las fábricas de pulpa y papel, el aclareo de bosques o los desechos agrícolas, e incluso directamente del CO<sub>2</sub> que se captura en las centrales eléctricas. Cuando se produce a partir de gas natural, se aplica típicamente una combinación de reformado con vapor y oxidación parcial, con una eficiencia energética de hasta aproximadamente el 70 por ciento (definida como energía almacenada en el metanol frente a energía proporcionada por el gas natural).

El metanol producido a partir de la gasificación del carbón depende de un recurso barato y ampliamente disponible, pero las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) son aproximadamente el doble que las del gas natural. Debido a su densidad y menor valor calorífico (19,5 MJ / kg), los tanques de combustible de metanol tienen un tamaño aproximadamente 2,5 más grande que los tanques de aceite para el mismo contenido energético. El metanol tiene un punto de inflamación de 11 ° C a 12 ° C y se considera un combustible de bajo punto de inflamación. También se puede convertir en dietiléter (DME), que se puede utilizar como combustible para motores Diesel.

##### **¿Cuál es la relevancia del metanol para IMO2020?**

Un combustible transparente, incoloro, líquido a temperatura ambiente, miscible en agua, lo cual suele ser más benigno para el medio ambiente que los combustibles marinos convencionales (HFO, MGO, MDO).

Ya se utiliza como combustible de transporte en todo el mundo.

El metanol se encuentra entre los combustibles de menor emisión para motores marinos.

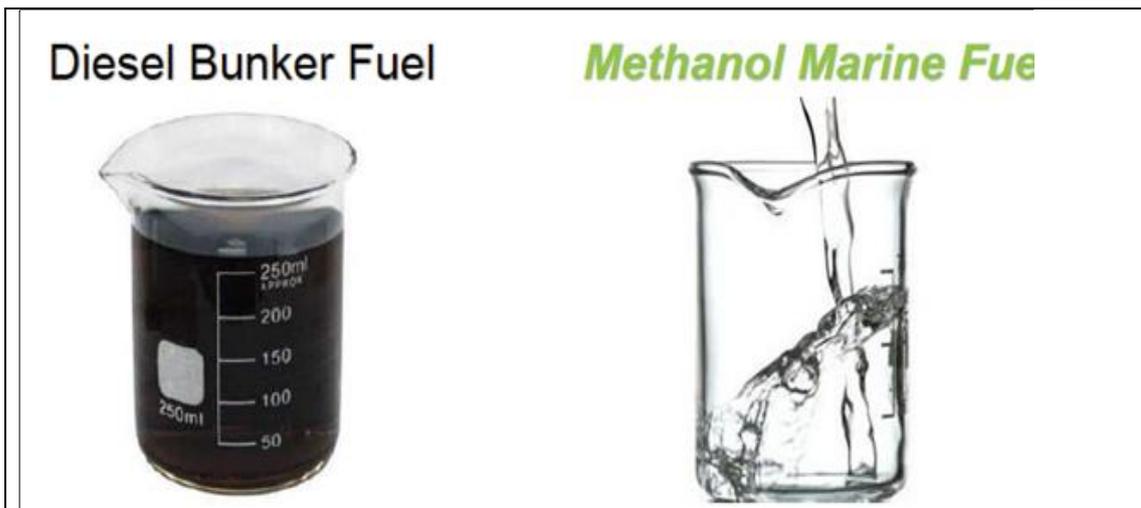


Figura 14: *Diferencias entre el combustible marino convencional y el metanol.*  
 Fuente: Recuperado de [www.methanol.org](http://www.methanol.org) › marine-fuel



Figura 15: *El metanol se encuentra los combustibles de menor emisión para motores marinos.*  
 Fuente: Recuperado de [www.methanol.org](http://www.methanol.org) › marine-fuel

### ¿Cómo aborda el metanol la estrategia provisional de la OMI?

En funcionamiento, el metanol convencional ofrece emisiones de CO<sub>2</sub> significativamente más bajas en comparación con el combustible marino convencional.

Si se produce a partir de una de las numerosas vías renovables, como la biomasa o la electricidad renovable combinada con dióxido de carbono reciclado, el metanol tiene el potencial de reducir significativamente las emisiones de CO<sub>2</sub> de pozo a hélice.

b) Entrevistas:

Pregunta 15: ¿Qué características poseen el Metanol como combustible marino?	Categorías emergentes
E1: El metanol como combustible marino muy poco lo he escuchado por no decir que <u>no he escuchado nada</u> y no podría opinar respecto a ese nuevo combustible.	Desconoce la existencia del metanol
E2: <u>Muy poco o nada he escuchado respecto</u> al uso de metanol como combustible marino, en algún artículo pude leer algo al respecto, pero no le di mucha importancia ya que es algo fuera de lo común para mí y en respuesta al “OMI 2020” no lo hemos tenido en consideración.	No sé a considerado ya que muy poco o nada sabe al respecto.
E3: Respecto a mi experiencia como oficial de máquinas el tema del metanol como combustible marino por lo leído eh estudiado también <u>viene a ser un gas, pero ese combustible por ahora no se usa.</u>	Metanol como combustible marino aún no se usa.
E4: La verdad que estos combustibles <u>no dejan de ser un gas por lo que implica un proceso de manipulación tedioso</u> , después de eso no podría opinar más al respecto.	Al ser un gas implica un proceso de manipulación tedioso.
E5: Yo creo que el metanol como <u>combustible marino podría ser muy rentable para las empresas navieras</u> por el tema del costo.	Metanol como combustible marino sería muy económico para las empresas navieras
E6: <u>sinceramente no he oído de este producto como combustible marino</u> , tal vez para otros fines, pero nunca como combustible.	Con sinceridad admite no conocer del tema.
E7: No podría opinar respecto al metanol <u>no tengo ideas claras respecto al metano como combustible marino.</u>	Tiene muy poco conocimiento del metanol como combustible marino
E8: <u>Si es factible el uso de este gas como combustible, pero debe hacerse un análisis a fondo del mercado y su viabilidad</u>	Es un gas y si podría utilizarse como combustible, pero haciendo un análisis del mercado.
Interpretación:	

- **Ventajas**

La combustión de metanol en un motor de combustión interna reduce las emisiones de CO<sub>2</sub> (tanque a hélice [TTP] valor) en aproximadamente un 10 por ciento en comparación con el petróleo. El valor exacto puede diferir dependiendo de si el metanol se compara con HFO o combustible destilado. Al considerar el ciclo de vida completo (pozo a tanque [WTT] y TTP), incluida la producción del combustible a partir de gas natural, las emisiones totales de CO<sub>2</sub> son equivalentes o ligeramente superiores (del orden del 5%) que las emisiones correspondientes de combustibles a base de aceite. Las emisiones WTT de metanol de fuentes renovables (biomasa) son significativamente menores en comparación con la producción a partir de gas natural. El uso de metanol prácticamente elimina las emisiones de azufre y cumple con el límite de emisión de azufre.

También se espera que las emisiones de material particulado (PM) sean significativamente menores. La reducción de NO<sub>x</sub> las emisiones dependen de la tecnología utilizada. En el caso de un motor diesel de dos tiempos, las emisiones de NO<sub>x</sub> se puede esperar que sea aproximadamente un 30 por ciento más bajo que los de HFO, mientras que en el caso de un cuatro tiempos Motor de ciclo Otto, la reducción esperada es del orden del 60 por ciento, pero no por debajo de los límites de NO<sub>x</sub> del Nivel III.

Para cumplir con estos estándares, se deben utilizar sistemas EGR o SCR. Ambas soluciones son comercialmente disponibles.

Se encuentra disponible en puntos estratégicos a nivel internacional, sin embargo hasta el momento no está en todos los puertos del mundo.

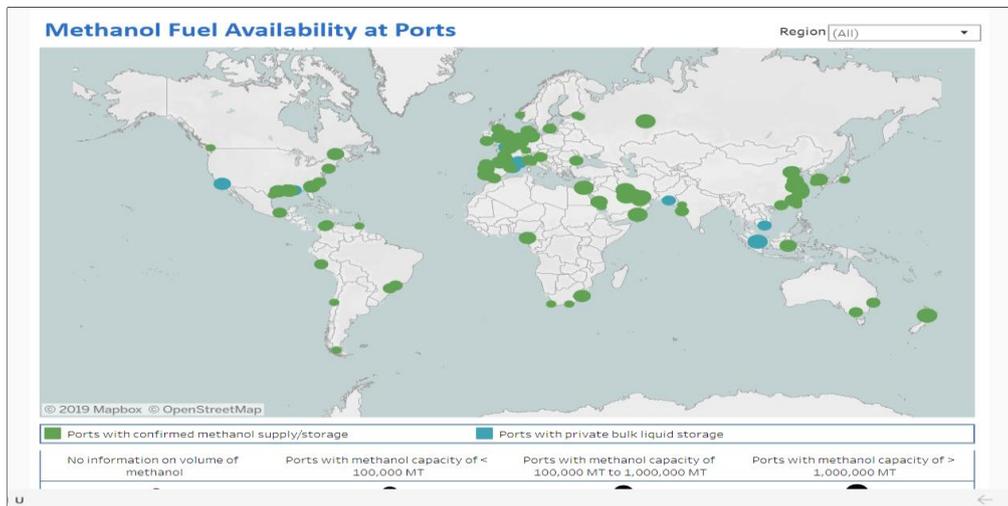


Figura 16: *Disponibilidad del metanol como combustible marino.*

Fuente: Recuperado de [www.methanol.org](http://www.methanol.org) › marine-fuel

<p>Pregunta 16: ¿Cuáles serían las ventajas de utilizar de metanol como combustible marino para cumplir con las normas “OMI</p>	<p>Categorías emergentes</p>
---	------------------------------

2020”?	
E1: Sinceramente no te puedo brindar ventajas del metano como combustible marino <u>desconozco del tema.</u>	Desconoce del tema.
E2: No podría hablar de tales ventajas ya que no tengo mucho conocimiento al respecto lo único que podría decir que si es un <u>combustible eco-amigable siempre será bueno para el medio ambiente.</u>	Es un combustible eco-amigable y es todo lo que podría mencionar como ventaja.
E3: No puedo brindarte información respecto al metanol porque <u>no tengo conocimientos básico respeto al tema.</u>	Desconoces del nuevo combustible metanol.
E4: La única ventaja que podría rescatar sería que es un <u>combustible limpio el cual contribuiría enormemente con el cuidado del medio ambiente.</u>	Es un combustible limpio el cual cuidaría el medio ambiente.
E5: El metanol como combustible marino <u>no he trabajado con dicho combustible como combustible marino</u> para motor principal, pero sería interesante trabajar con ese sistema.	No cuenta con experiencia con el metanol como combustible marino.
E6: <u>No puedo hablar de ventaja alguna ya que ignoro sobre el tema.</u>	No opina por no saber sobre el tema.
E7: Una de las ventajas que puede brindarles por lo que eh estudia y leído <u>son combustibles limpios y ligeros.</u>	El metanol es un combustible ligero.
E8: Yo creo que una de las principales ventajas de este combustible si es que se llegara a implementar sería el hecho de que <u>se puede obtener de diferentes formas, del carbón, del gas metano, de la madera, caña de azúcar, etc.</u>	Se podría obtener de diferentes fuentes lo cual será muy ventajoso.
<p>Interpretación:</p> <p>-A manera inicial los entrevistados consideran que el metanol es una alternativa ecoamigable respecto a los límites establecidos. Por otra parte existe desconocimiento a nivel nacional dentro del sector de la operación de los buques mercantes dentro del contexto nacional vinculado a la operación de los buques mercantes que realizan cabotaje en el Perú.</p>	

- **Desventajas**

La combustión de metanol en un motor de combustión interna reduce las emisiones de CO<sub>2</sub> (tanque a hélice [TTP] valor) en aproximadamente un 10 por ciento en comparación con el petróleo. El valor exacto puede diferir dependiendo de si el metanol se compara con HFO o combustible destilado. Al considerar el ciclo de vida completo (pozo a tanque [WTT] y TTP), incluida la producción del combustible a partir de gas natural, las emisiones totales de CO<sub>2</sub> son equivalentes o ligeramente superiores (del orden del 5%) que las emisiones correspondientes de combustibles a base de aceite. Las emisiones WTT de metanol de fuentes renovables (biomasa) son significativamente menores en comparación con la producción a partir de gas natural. El uso de metanol prácticamente elimina las emisiones de azufre y cumple con el límite de emisión de azufre. También se espera que las emisiones de material particulada (PM) sean significativamente menores. La reducción de NO<sub>x</sub> las emisiones dependen de la tecnología utilizada. En el caso de un motor diesel de dos tiempos, las emisiones de NO<sub>x</sub> se puede esperar que sea aproximadamente un 30 por ciento más bajo que los de HFO, mientras que en el caso de un cuatro tiempos Motor de ciclo Otto, la reducción esperada es del orden del 60 por ciento, pero no por debajo de los límites de NO<sub>x</sub> del Nivel III. Para cumplir con estos estándares, se deben utilizar sistemas EGR o SCR. Ambas soluciones son comercialmente disponibles.

Pregunta 16: ¿Cuáles serían las desventajas de utilizar de metanol como combustible marino para cumplir con las normas “OMI 2020”?	Categorías emergentes
E1: Las desventajas que le puedo brindar hacia el metanol como combustible marino son la <u>falta de conocimiento respecto a dicho combustible nuevo.</u>	La desventaja que tienen bajo conocimiento del metanol.
E2: Al respecto la desventaja sería que se conoce muy poco de este combustible, además que <u>no tenemos claras sus características y que no sabemos si podemos abastecernos de este producto con normalidad.</u>	Abastecimiento, características no claras y poco conocimiento en genera de mismo.
E3: <u>No tengo los conocimientos claros y precisos</u> hacia el metanol y no podría opinar más al respecto.	Desconoce el metanol como combustible marino.
E4: Como desventaja podría decirse que su almacenamiento es un tema inquietante además de que no sabemos si aporta el	

suficiente <u>poder calorífico para la combustión y propulsión de la máquina.</u>	Desconocer su poder calorífico y su efecto en la propulsión de la nave.
E5: Una de las desventajas para la compañía sería que tendría que cambiar todo el sistema del barco y ellos <u>no creo que inviertan tanto en un buque.</u>	La compañía no invertiría en sus buques antiguos.
E6: Como mencione anteriormente <u>no tengo conocimientos respecto al tema.</u>	No conoce del tema.
E7: El metanol como combustible marino es un tema muy nuevo y <u>mis conocimientos respecto al tema son muy bajos.</u>	Desconoce del uso del metanol.
E8: como principal desventaja podría decir que tiene <u>un bajo punto de inflamación aproximadamente 12°C lo cual implica riesgos respecto a su almacenamiento y uso.</u>	Su bajo "flash point" aproximadamente 12°C es un factor de cuidado respecto a su almacenamiento y uso.
<p>Interpretación:</p> <p>-No existe conocimiento sobre lo que presenta el metanol como combustible alternativo para su uso en el ámbito vinculado a la operación de los buques mercantes.</p>	

- **Precios**

De 2010 a 2013, los precios del metanol por unidad de contenido energético estuvieron entre los precios europeos de HFO y MGO. Desde entonces, los precios del metanol han aumentado ligeramente (y ahora han vuelto a los niveles de 2013) y, al mismo tiempo, la caída de los precios del petróleo ha encarecido el metanol que los combustibles marinos destilados. Dado que el metanol se produce normalmente a partir del gas natural, su precio por unidad de masa suele estar acoplado a los precios del gas natural y es más alto en relación con el contenido de energía. La producción de metanol a partir del carbón puede reducir el precio, pero aumenta drásticamente las emisiones de GEI. El metanol es fácil de producir a partir de hidrógeno y CO<sub>2</sub>. Por lo tanto, la producción de metanol a partir de la energía renovable lo convierte en un combustible ecológico para barcos. Los costos son actualmente más altos que los costos de la síntesis de metanol a partir de metano.

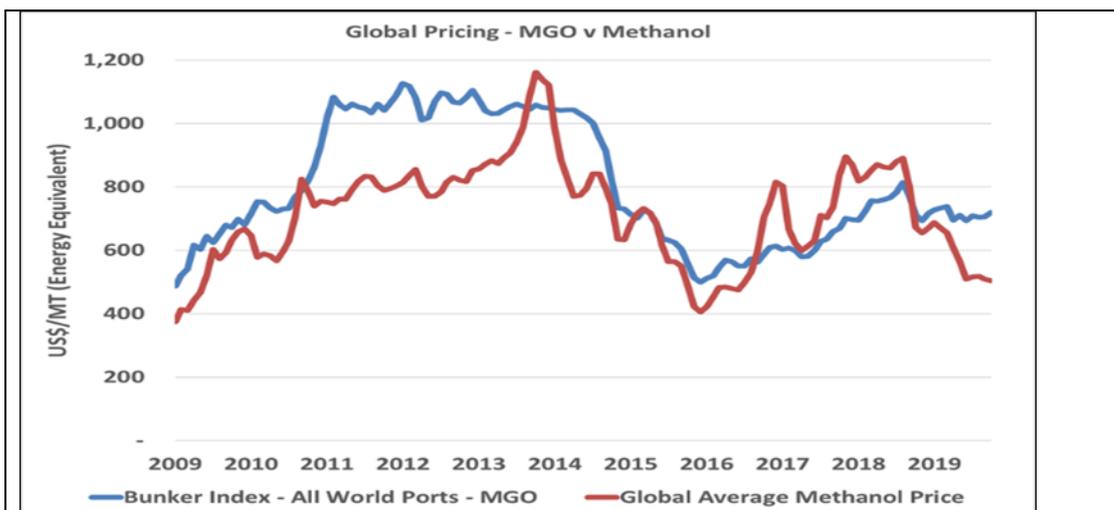


Figura 17: Diferencias de precio entre el metanol y los combustibles marinos convencionales.

Fuente: Recuperado de [www.methanol.org](http://www.methanol.org) › marine-fuel

Pregunta 18: ¿Cuál es el costo del metanol como combustible marino?	Categorías emergentes
E1: <u>Si desconozco las ventajas de estos combustibles</u> , mucho menos tendría conocimiento de los precios del metanol.	Desconoce el precio del metanol.
E2: No puedo hablar de precios con respecto a este producto ya que no lo tenemos en cuenta y <u>no tenemos estudios sobre el mercado de este producto.</u>	No se tiene conocimiento de estos costos.
E3: El tema de los precios de este nuevo combustible <u>no tengo la menor idea del precio.</u>	No tiene idea del precio del metanol.
E4: Los precios es algo que <u>escapa de mi entendimiento</u> ya que poco se sabe de este tipo de combustible.	Escapa de su entendimiento.
E5: Lo poco que he leído he estudiado respecto al <u>metanol no he podido apreciar respecto al tema.</u>	No sabe del tema metanol.
E6: <u>No tengo idea al respecto</u> ni de su valor como producto o como combustible marino.	No tiene idea al respecto.
E7: No puedo brindarte información de los precios los <u>oficiales no manéjanos los temas de los precios.</u>	Desconocen el tema del precio.
E8: En realidad sobre lo poco que pude leer respecto a este combustible, <u>no encontré nada relacionado a precios.</u>	No encontró nada durante la lectura del tema.

Interpretación:

-No existe un conocimiento en el medio local sobre los precios que se manejan con respecto al uso de metanol como combustible marino alternativo.

**Teorización con respecto al objetivo específico 4: Examinar con visión prospectiva el uso de metanol como combustible marino alternativo en concordancia con el cumplimiento de las normas vinculadas a la disminución del contenido de azufre, en buques mercantes que realizan cabotaje en el Perú.**

-Con base a la información recopilada se puede establecer que el metanol es un producto ecológico y de adquisición diversa. Existen muchos puntos disponibles a nivel internacional lo que facilita la posibilidad de utilizarse como combustible alternativo en cumplimiento con las normas "OMI 2020". Por otra parte, se puede establecer que al momento existe un desconocimiento en el contexto peruano para ser pensado como una opción en tiempos venideros.

-Otro aspecto a considerar tiene que ver con las cuestiones de diseño que los buques necesitan para poder utilizar dicho combustible, lo cual representa una desventaja que define un panorama negativo con respecto a su implantación.

-En la actualidad existen buques mercantes que utilizan el metanol como combustible marino, pero que, sin embargo, determina que transporten dicho producto, lo que respecto a un buque convencional de querer aplicarse habría que cambiar el sistema de propulsión.

-El uso de metanol establece un cumplimiento con normas no solo referidas al contenido de azufre, sino también a lo referido con la descarbonización del transporte marítimo.

-En el contexto nacional es muy poco probable que a futuro se pueda utilizar el metanol como combustible marino, ya que trae consecuencias económicas mayores que a la implantación o uso del gas natural licuado, por lo tanto, se deriva como una de las alternativas más alejadas a ser utilizadas dentro del contexto marítimo vinculado a la operación de los buques mercantes que realizan cabotaje en el contexto peruano.

**Teorización final: Analizar con visión prospectiva el uso de combustibles marinos en concordancia con el cumplimiento de las normas vinculadas a la disminución del contenido de azufre.**

-De acuerdo con las teorizaciones parciales se puede sostener que en el contexto peruano vinculado a la operación de buques que realizan cabotaje en el contexto peruano no existe información técnica adecuada en los operadores de buques, lo que determina una falta de difusión de la información vinculada a un tema de actualidad como son las respuestas o alternativas que son necesarios o que deben ser analizadas para responder de manera eficiente dentro del transporte marítimo.

-En la actualidad el combustible que se utiliza en el contexto peruano de los buques en referencia son los residuales que acorde con las percepciones de los entrevistados se sabe que cumple con los niveles de concentración establecidos por las normas "OMI 2020".

-A futuro, realizando un análisis sobre las características, ventajas, desventajas, y precios, de los combustibles tales como los destilados, residuales, gas natural licuado y metanol, se puede establecer que la mejor opción va a ser el uso de los residuales, y si la norma se pone más rigurosa otra alternativa podría ser el uso de combustibles residuales con alto contenido de azufre pero que deba depender de un sistema de lavado de gases de escape que ayude a reducir los límites que son considerados.

-El uso del gas natural licuado y metanol, en un corto plazo serían alternativas idóneas y muy viables, pero que, sin embargo, traerían consigo una reestructuración del diseño de los buques para que puedan albergar dichos combustibles y fuertes inversiones por los proveedores para hacer llegar tales combustibles.

-Por otra parte, considerando que en el ámbito peruano no existe investigación, ni mucho menos estrategias que plasmen panoramas futuros, se puede establecer que no existe una preocupación por un asunto de actualidad y determinara una revolución en los años venideros.

-Así también, en las compañías nacionales, no existen mayor interés por las estrategias, a menos con alcances teóricos que pueden evaluarse para poder responder a los límites establecidos no solo respecto al azufre, sino también con respecto a las normas que buscan descarboxar el transporte marítimo.

## **CAPÍTULO V: DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1. Discusión**

Los resultados de la presente investigación fueron obtenidos a través de entrevistas estructuradas aplicadas a muestras de característica documental y sujetos con experiencia en la operación de buques que realizan cabotaje a nivel nacional.

Las unidades documentales que sirvieron de soporte para buscar información coherente en las unidades de información correspondiente con los sujetos entrevistados fueron sometidas a una evaluación por jueces expertos en temas que se vinculan con la línea de investigación, quienes dieron su apreciación positiva correspondiente a la fase empírica que busca recabar la información que se someterá a análisis para responder a los objetivos de estudio.

Los resultados del presente estudio son válidos para el contexto en donde se formulan las consideraciones teóricas que buscan explicar los diferentes escenarios posibles con respecto al uso de combustibles marinos en el contexto particular sobre la operación de buques que realizan cabotaje en el Perú, cuyas categorías de análisis partieron de las recomendaciones presentadas por OMI en relación con el cumplimiento de las normas internacionales.

Así también, se puede establecer que, de haber jurisdicciones marítimas de características similares, los resultados pueden ser tomados de punto de referencia y comparación, pero no para ser considerados como objetivos para lograr constituir teorías en otros contextos ajenos en donde se desarrolla el estudio.

Tomando en consideración que el tema de estudio es nuevo en el ámbito nacional, la metodología cualitativa fue la adecuada, ya que, partiendo de las técnicas de la documentación y la entrevista, los cuales caracterizan a un estudio que busca profundidad en el análisis, se pudieron recabar aspectos técnicos sobre el uso de los combustibles y se pudo recoger percepciones, creencias y opiniones de las unidades de información sobre diversos aspectos que son importantes respecto al objetivo de estudio presentado.

Los resultados obtenidos del análisis en el presente estudio en comparación con la postura establecida por Quispe y Castrejón (2018), quienes buscaron analizar la importancia de la regulación OMI sobre emisiones de óxidos de azufre en el transporte marítimo en el Perú, señalando que el gas natural podría ser el camino

más viable, lo cual no sería adecuado ya que los buques mercantes a nivel nacional no cuentan con el diseño requerido para poder propulsar con tal combustible y mucho menos existen infraestructuras para poder proveer a los buques con tal combustible. Existen coherencias metodológicas sobre el enfoque, ya que fue desarrollado en un enfoque cualitativo.

Con la investigación de Hernández,(2020) se avala la postura la cual señala que en la actualidad los buques que utilizan residuales se han adaptado a las normas que establecen los nuevos límites de azufre, pero que sin embargo, poniendo énfasis en las problemáticas que conllevan a minimizar el azufre en los combustibles trae consigo nuevas problemáticas en la operación de la máquina principal a causa de los aluminosilicatos que son utilizados en el proceso de minimizar el azufre de los combustibles. El autor desarrolló su investigación bajo una perspectiva metodológica en coherencia con el presente trabajo de investigación.

Con la investigación establecida por García (2019), existen similitudes metodológicas con respecto al enfoque de investigación las técnicas que se utilizaron para responder a su objetivo de estudio. Por otra parte, se avala la expectativa de que en los años venideros la OMI irá poniendo mayor rigor a las normas que tienen que ver con la emisión de gases contaminantes, en particular las que están referidas a los óxidos de azufre, ya que representa un grave daño al medio ambiente y la salud de las personas quienes viven en costas aledañas en donde se desarrolla el tráfico marítimo.

Sobre lo expresado por Saavedra (2018), la cual tiene características metodológicas similares al presente trabajo de investigación, se puede avalar su postura sobre la cual establece que si bien es cierto el acondicionar un buque para que pueda propulsar con gas natural licuado representa una fuerte inversión económico en el largo plazo puede ser beneficioso ya que es un combustible barato y que garantiza el cumplimiento de las normas medioambientales en el transporte marítimo, sin embargo, hay que considerar la infraestructura y puntos de abastecimiento necesarios los cuales hasta el día de hoy no se encuentran en todos los puertos del mundo, sino específicamente en los terminales de gaseros.

Con lo expresado por Ayala (2019) en su investigación es preciso resaltar la conclusión sobre la cual señaló que en la actualidad el uso de Scrubbers con combustible con alto contenido de azufre es una alternativa poca aceptada por los armadores, ya que se prefiere comprar combustible con contenidos bajos de azufre, los cuales no determinan la instalación de un Scrubbers para poder cumplir con la regulación sobre las emisiones de gases contaminantes. En tal sentido, se reafirma de que el combustible residual con bajo contenido de azufre representa para muchos buques la alternativa más viable, mientras que el uso de Scrubbers podría ser útil a largo plazo. Fue un estudio de enfoque cualitativo de características similares al proceso desarrollado para efectos del presente trabajo de investigación.

Con respecto a lo que estableció Llop (2017) en un estudio de características similares al utilizado en el presente trabajo de investigación se puede resaltar que el análisis con respecto al uso de combustible marino en concordancia con el

cumplimiento de las normas que buscan minimizar los límites de azufre deben ser investigados en contextos muy particulares respecto a cada buque mercante, lo que establecerá decisiones con mayor acierto en beneficio de las compañías, sin embargo, se puede considerar que dicha postura es muchas veces no tomada en cuenta ya que no existe cultura investigativa a bordo de los buques mercantes.

Con respecto al estudio realizado por López (2015) la cual tiene características metodológicas similares de carácter cualitativo se puede establecer concordancias con la postura que se establece sobre las repercusiones del nuevo combustible en el transporte marítimo, ya que trae consecuencias que deben ser analizadas en lo económico, operativo y financiero, cuya perspectiva tiene una orientación de carácter similar al que se desarrolló en el presente trabajo de investigación lo cual además consideró las características generales de cada uno de los combustibles residuales convencionales y lo alternativos propuestos por la OMI.

Por último, con el trabajo realizado de Cortés (2014) se pone atención a los elementos que se utilizan en las refinerías para minimizar el porcentaje del contenido de azufre en el combustible, lo cual trae consecuencias que deberían ser investigadas como los finos catalíticos que suelen poseer dicho tipo de combustibles introducidos en el proceso de refinación que llegado al buque puede producir desgaste a partes importantes del motor principal. Respecto a la metodología existieron concordancias respecto al enfoque, tipo y nivel explicativo, estableciendo diferencias correspondientes al diseño ya que fue narrativo a diferencia del diseño fenomenológico utilizado para efectos del presente trabajo de investigación.

## 5.2. Conclusiones

1. En la actualidad el combustible utilizado en el contexto nacional vinculado a la operación de buques mercantes que realizan cabotaje en el Perú son los residuales con bajo contenido de azufre, lo que prospectivamente se puede establecer que seguirá siendo en años venideros el más ideal desde el punto de vista del diseño de los buques, el aspecto económico y las regulaciones que han sido establecidas por las normas “OMI 2020”.

2. El uso de combustibles destilados cumplen con la normativa “OMI 2020”, sin embargo, existen algún punto a considerar tales como la baja viscosidad y repercusiones como la necesidad de cambiar el aceite de las camisas a uno compatible con el TBN que requieren dichos combustibles. Actualmente no se utiliza para la propulsión principal de los buques que realizan cabotaje en el Perú, sin embargo, a futuro podría ser una alternativa ideal considerando la rigurosidad de los estándares, la antigüedad de los buques, y el precio con lo cual se compra.

3. Los combustibles residuales en la actualidad son utilizados para la propulsión de los buques que realizan cabotaje en el contexto peruano, lo cual constituye un combustible con bajo contenido de azufre, lo cual nos permite cumplir con los límites permitidos. Al ser un combustible económico se puede predecir que su uso seguirá en los años venideros. Ya que, según la información recopilada, las refinerías que proveen dicho combustible cumplen con las especificaciones “OMI 2020”. Sobre el uso de combustibles residuales con scrubbers, no existe ninguna

planeación por el cual a futuro se implante dichos sistemas en los buques antes mencionados, por lo que su implantación en años venideros sería una opción no acorde con la operación de los buques.

4. El gas natural licuado, considerado como un combustible alternativo, representa una alternativa ecoamigable para con el medio ambiente, abundante, y hasta económico, sin embargo, estableciendo una proyección futura sobre el uso del mismo en buques de marina mercante que realizan cabotaje dentro del contexto peruano, su uso no sería la alternativa más viable, ya que los buques no cuentan con el diseño pertinente y a nivel local no se cuenta con proveedores quienes cuenten con tal infraestructura para proveerlos a bordo de los buques. El uso vista a futuro en el contexto peruano caracterizaría una fuerte inversión por parte de las compañías y proveedores, lo cual podría ser beneficiosa al largo plazo. En tal sentido, no se visualiza como una alternativa pronta en virtud del cumplimiento de las normas “OMI 2020”.

5. Con respecto al uso del metanol, se puede establecer que funciona como un combustible alternativo que cumple con las regulaciones “OMI 2020” así como las que tienen que ver con los objetivos que buscan descarbonizar el transporte marítimo. En la actualidad los buques que utilizan el metanol para propulsar son aquellos que transportan dicho producto. En vinculación prospectiva en el contexto peruano respecto a la operación de buques mercantes que realizan cabotaje en el Perú representaría una alternativa lejana tanto desde el punto de vista del diseño de los buques y los aspectos económicos que se derivan de la misma.

### 5.3. Recomendaciones

1. Se recomienda a las compañías y refinerías en el ámbito nacional a realizar procesos investigativos que conlleven a establecer panoramas futuros sobre el uso más adecuado de combustibles marinos, enfatizando en los convencionales y los alternativos, de tal manera de que la industria nacional se encuentre dispuesto a establecer respuestas coherentes con respecto a las regulaciones a nivel internacional referido a los gases contaminantes que provienen de los buques.
2. Con respecto a los combustibles residuales, es importante elaborar estudios que establezcan de forma particular las características en el plano local, vinculado a la operación de los buques, de tal manera que se provea mayor conocimiento en las figuras operativas con el fin de establecer su adecuado uso y determinación tanto desde el punto de vista técnico como económico.
3. Establecer estrategias que determinen procedimientos y acciones a ser tomadas en cuenta respecto al uso de combustibles residuales con bajo contenido de azufre y la repercusión que tiene que ver con la presencia de finos catalíticos los cuales pueden desgastar a la máquina principal, ya que, dicho combustible que se proyecta como de uso masivo, probablemente traiga consecuencias que afecten a los sistemas de combustible de los buques, la camisa del pistón, los anillos, etc.

4. Evaluar la opción del gas natural licuado, ya que el Perú al ser un país productor de dicho producto, podría ser beneficioso en un largo plazo, para lo cual se hace necesario poner atención en las ventajas y desventajas con criterios científico de tal manera que sirva para tomar decisiones pertinentes en las figuras operativas que se vinculan con la industria dedicada a la operación de los buques que realizan cabotaje en la jurisdicción marítima nacional.

5. Poner mayor interés en el metanol como combustible alternativo que puede ser utilizado en buques mercantes en el contexto nacional, lo que, si bien es cierto, no respondería a una decisión que se pueda establecer en el corto plazo, en el largo plazo podría representar la mejor alternativa viable respecto al cumplimiento de las normas de emisiones de gases contaminantes y las que correspondan con la descarbonización del transporte marítimo. Recae en las navieras, los centros de formación marítima, autoridad marítima, proveedores de combustibles marinos el trabajar en conjunto para establecer un conocimiento sólido que responda a exigencias que se establecerán con mayor riguridad en un contexto internacional.

## FUENTES DE INFORMACIÓN

### Referencias bibliográficas

Ayala, J., (2019). *Estudio comparativo de sistemas de gases de exhaustación (Scrubbers). Diseño de un procedimiento de selección y evaluación económica para su aplicación en buques existentes* (Tesis de pregrado). Universidad de Politécnica de Catalunya , España.

Bernal, C. (2016). *Metodología de la investigación* (4ª ed.). México: Pearson.

Cortez, A., (2014) *Proceso de refino del petróleo para la obtención de combustibles marinos*. Universidad Politécnica de Catalunya, España.

Egüen, J. (2015). *Estudio técnico del cambio de combustible HSFO/LSFO en un buque petrolero debido a navegación en zona seca* (Tesis de pregrado). Escuela Técnica Superior de Náutica de la Universidad de Cantabria, España.

García, C., (2019). *Reto OMI 2020 ¿Estamos preparados?* (Tesis de pregrado).Universidad de Laguna, España.

Gonzalez, J. (2005). *Obtención, recepción, manejo y consumo de combustibles a bordo*. Universidad Austral de Chile, Chile.

Hernández, A., (2020). *Implantación de la normativa IMO 2020 y su consecuencia en los buques mercantes* (Tesis de pregrado).Universidad de Laguna, España.

- Hernández, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación – Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. México: Mc Graw Hill.
- ISO. (2017). *Productos del Petróleo – Combustibles (Clase F) – Especificaciones de combustibles marinos*. Suiza: CPI.
- Llop, J., (2017). *Adaptación de un buque para consumir fueloil de bajo contenido en azufre* (Tesis de pregrado).Universidad de Politecnica de Catalunya , España.
- Lopez, F., (2015). *Evaluacion de las consecuencias de la nueva regulación de la OMI sobre combustibles marinos* (Tesis doctoral). Escuela Técnica Superior de Ingenieros Navales
- Pelayo, J. (2017). *Adaptación de un buque para consumir fuel-oil de bajo contenido de azufre*. Universidad Politécnica de Catalunya, España.
- Quispe, L., & Castejron, M. (2018). *Importancia de la regulación OMI sobre emisiones de SO<sub>x</sub> en el transporte marítimo en el Perú para el año 2020* (Tesis de pregrado ) Escuela Nacional de Marina Mercante “Almirante Miguel Grau”, Perú.
- Saavedra, D., (2018). *El gas natural como combustible marino y el ejemplo del Ro-Pax “Abel Matutes”*. (Tesis de pregrado).Universidad de Laguna, España.

## Referencias electrónicas

Alfa Laval. (2018). *Lubricación de los motores marinos después del 2020 – Lo que se espera en las próximas décadas*. Recuperado de <https://seatracker.ru/>

Instituto para la Salud Geoambiental. (2019). *El dióxido de azufre SO<sub>2</sub>*. Recuperado de <https://www.saludgeoambiental.org/dioxido-azufre-so2>

ISO. (2019). *Productos del Petróleo – Combustibles (Clase F) – Especificaciones de combustibles marinos*. Recuperado de <https://www.iso.org/standard/64247.html>

MEPC. (2018). *Enmiendas al Anexo del Protocolo de 1997 que enmienda el Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques, 1973, modificado por el protocolo de 1978*. Recuperado de <https://docs.imo.org/>

MEPC. (2019). *Directrices de 2019 para la implantación uniforme del límite del contenido de azufre del 0.50 % en virtud del anexo VI del Convenio MARPOL*. Recuperado de <https://docs.imo.org/>

OMI. (2019). *Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques (MARPOL)*. Recuperado de [https://www.imo.org/es/About/Conventions/Paginas/International-Convention-for-the-Prevention-of-Pollution-from-Ships-\(MARPOL\).aspx](https://www.imo.org/es/About/Conventions/Paginas/International-Convention-for-the-Prevention-of-Pollution-from-Ships-(MARPOL).aspx)

OMI. (2019). *Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques (MARPOL)*. Recuperado de [https://www.imo.org/es/About/Conventions/Paginas/International-Convention-for-the-Prevention-of-Pollution-from-Ships-\(MARPOL\).aspx](https://www.imo.org/es/About/Conventions/Paginas/International-Convention-for-the-Prevention-of-Pollution-from-Ships-(MARPOL).aspx)

## **ANEXOS**

## ANEXO 1

### MATRIZ DE CONSISTENCIA

**TITULO:** VISIÓN PROSPECTIVA SOBRE EL USO DE COMBUSTIBLES MARINOS EN CONCORDANCIA CON EL CUMPLIMIENTO DE LAS NORMAS VINCULADAS A LA DISMINUCIÓN DEL CONTENIDO DE AZUFRE, EN BUQUES MERCANTES QUE REALIZAN CABOTAJE EN EL PERÚ, 2020.

**AUTORES:** Bachiller en Ciencias Marítimas: ASMAT Castro, Kevin Ricardo – Bachiller en Ciencias Marítimas YUPANQUI Cárdenas, Samuel

PROBLEMA	OBJETIVOS	CATEGORÍA DE ANÁLISIS
<p><b><u>Problema general</u></b> ¿Cuál es la visión prospectiva sobre el uso de combustibles marinos en concordancia con el cumplimiento de las normas vinculadas a la disminución del contenido de azufre, en los buques mercantes que realizan cabotaje en el Perú, 2020?</p> <p><b>Problemas específicos</b></p> <p>¿Cuál es la visión prospectiva sobre el uso de combustibles destilados en concordancia con el cumplimiento de las normas vinculadas a la disminución del contenido de azufre, en buques mercantes que realizan cabotaje en el Perú?</p> <p>¿Cuál es la visión prospectiva sobre el uso de combustibles residuales en concordancia con el cumplimiento de las normas vinculadas a la disminución del contenido de azufre, en buques mercantes que realizan cabotaje en el Perú?</p> <p>¿Cuál es la visión prospectiva sobre el uso de gas natural licuado como combustible marino alternativo en</p>	<p><b><u>Objetivo general</u></b> Analizar con visión prospectiva el uso de combustibles marinos en concordancia con el cumplimiento de las normas vinculadas a la disminución del contenido de azufre, en los buques mercantes que realizan cabotaje en el Perú, 2020.</p> <p><b>Objetivos específicos</b></p> <p>Analizar con visión prospectiva el uso de combustibles destilados en concordancia con el cumplimiento de las normas vinculadas a la disminución del contenido de azufre, en buques mercantes que realizan cabotaje en el Perú.</p> <p>Examinar con visión prospectiva el uso de combustibles residuales en concordancia con el cumplimiento de las normas vinculadas a la disminución del contenido de azufre, en buques mercantes que realizan cabotaje en el Perú.</p> <p>Analizar con visión prospectiva el uso de gas natural licuado como combustible marino</p>	<p>Uso de combustibles marinos</p>
		<p><b>SUBCATEGORÍAS DE ANÁLISIS</b></p>
		<p>-Combustibles destilados -Combustibles residuales -Uso de gas natural licuado -Uso de metanol</p>
		<p><b>MUESTRA</b></p>
		<p>-No probabilística intencional: Documentos relacionados con el uso de combustibles marinos y alternativos (15 unidades de información).</p> <p>-No probabilística por rastreo: 2 superintendentes de flota de navieras peruanas y 6 jefes de máquinas de buques mercantes quienes realizan cabotaje en el Perú.</p> <p>Total de unidades de información: 23.</p>
		<p><b>METODOLOGÍA</b></p>
		<p>Enfoque: Cualitativo Tipo: Básica Nivel: Exploratorio Diseño: Fenomenológico</p>

<p>concordancia con el cumplimiento de las normas vinculadas a la disminución del contenido de azufre, en buques mercantes que realizan cabotaje en el Perú?</p>	<p>alternativo en concordancia con el cumplimiento de las normas vinculadas a la disminución del contenido de azufre, en buques mercantes que realizan cabotaje en el Perú.</p>	<p>Hernández, Fernández y Baptista (2014); Martínez (2004)</p>
<p>¿Cuál es la visión prospectiva sobre el uso de metanol como combustible marino alternativo en concordancia con el cumplimiento de las normas vinculadas a la disminución del contenido de azufre, en buques mercantes que realizan cabotaje en el Perú?</p>	<p>Examinar con visión prospectiva el uso de metanol como combustible marino alternativo en concordancia con el cumplimiento de las normas vinculadas a la disminución del contenido de azufre, en buques mercantes que realizan cabotaje en el Perú.</p>	<p style="text-align: center;"><b>PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN</b></p> <p>Se aplicaron técnica de palabras clave en contexto, análisis taxonómico y análisis documental. Se utilizaron los programas Microsoft Word, Lucidchart y Atlas.ti, con lo cual se pudo establecer las segmentaciones correspondientes para responder al objetivo de estudio.</p>

## ANEXO 2

### GUÍAS DE ENTREVISTAS APLICADOS A LA MUESTRA

#### GUÍA DE ENTREVISTA

Fecha: \_\_\_\_\_

Lugar: \_\_\_\_\_

Entrevistadores: \_\_\_\_\_

Entrevistado: \_\_\_\_\_

#### PREGUNTAS

##### COMBUSTIBLES DESTILADOS

1. ¿Qué características poseen los combustibles destilados?
2. ¿Cuáles serán las ventajas de utilizar combustibles destilados para cumplir con las Normas "OMI 2020"?
3. ¿Qué desventajas se observan con respecto a la utilización de combustibles destilados?
4. ¿Cuál es el costo de combustible destilado?

##### COMBUSTIBLES RESIDUALES

5. ¿Qué características poseen los combustibles residuales?
6. ¿Qué ventajas se observan con respecto a la utilización de combustibles residuales al con bajo contenido de azufre (¿menor que 0.5% m/m)?
7. ¿Qué ventajas se observan con respecto a la utilización de combustibles residuales con alto contenido de azufre (mayor al lavado m/m) en paralelo al uso de torres de lavado (scrubbers)?
8. ¿Qué desventajas se observan con respecto a la utilización de combustibles residuales con bajo contenido de azufre por el uso (mayor que 0.5% m/m) en paralelo a las torres de lavado (scrubbers)?
9. ¿Qué desventajas se observan con respecto a la utilización de combustibles residuales con alto contenido (mayor que 0,5% m/m) en paralelo al uso de torres de lavado (scrubbers) ?
10. ¿Cuál es el costo de los combustibles residuales?

## **COMBUSTIBLES RESIDUALES**

10. ¿Qué características poseen el gas natural licuado como combustible marino?
11. ¿Cuáles serían las ventajas de utilizar gas natural licuado como combustible marino para cumplir con las normas “OMI 2020”?
12. ¿Cuáles serían las ventajas de utiliza el gas natural licuado como combustible marino para cumplir con las normas “OMI 2020” ?
13. ¿Cuáles serías las desventajas de utilizar gas natural licuado como combustible marino para cumplir con las norma “OMI 2020”?
14. ¿Cual es el costo del gas natural licuado como combustible marino?

## **USO DE METANOL**

15. ¿Qué características poseen el Metanol como combustible marino?
16. ¿Cuáles serían las ventajas de utilizar metanol como combustible marino para cumplir con las normas “OMI 2020”?
17. ¿Cuáles serían las desventajas de utilizar de metanol como combustible marino para cumplir con las normas “OMI 2020”?
18. ¿Cuál es el costo del metanol como combustible marino?

## ANEXO 3

### VALIDACIÓN DE TÉCNICAS Y HERRAMIENTA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DEL PRESENTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN



ESCUELA NACIONAL DE MARINA  
MERCANTE "ALMIRANTE MIGUEL  
GRAU"

PROGRAMA ACADÉMICO DE MARINA MERCANTE:  
ESPECIALIDAD DE MÁQUINAS

#### VISIÓN PROSPECTIVA SOBRE EL USO DE COMBUSTIBLES MARINOS EN CONCORDANCIA CON EL CUMPLIMIENTO DE LAS NORMAS VINCULADAS A LA DISMINUCIÓN DEL CONTENIDO DE AZUFRE, EN BUQUES MERCANTES QUE REALIZAN CABOTAJE EN EL PERÚ, 2020

**"Guía para evaluar la validez de contenido de las fuentes documentales  
y herramienta para recolección de información (Guía de entrevista)"**

#### Instrucciones generales:

A continuación, se plantean una serie de preguntas, las cuales se corresponden con los objetivos específicos contenidos en el informe de tesis.

Para establecer la validez de contenido de las unidades documentales y la guía de entrevista los cuales dan mayor soporte de acuerdo a cada subcategoría de análisis establecida apriorísticamente se le ha suministrado un mapa de la categoría de análisis, en la cual se especifica la relación entre cada objetivo, subcategoría e indicadores,

Para emitir su juicio encontrará tablas de evaluación específica, tanto para las fuentes documentales que se sometieron a análisis, como de los ítems que definen la guía de entrevista, dentro de la cual se establecieron un conjunto de parámetros o criterios de evaluación que permitirán dar un punto de vista sobre la información recopilada.

Luego, encontrará la evaluación general donde debe señalar todos aquellos aspectos que a su juicio son relevantes para el desarrollo de la investigación.

Coloque por favor todas las observaciones que pueda tener y recuerde evaluar tomando en cuenta los objetivos que se pretenden lograr.

*Muchas gracias por su colaboración*  
*Bachiller en Ciencias Marítimas Asmat Castro, Kevin Ricardo*  
*Bachiller en Ciencias Marítimas Yupanqui Cardenas, Samuel*

### Operacionalización de la categoría

**Objetivo general:** Analizar con visión prospectiva el uso de combustibles marinos en concordancia con el cumplimiento de las normas vinculadas a la disminución del contenido de azufre, en buques mercantes que realizan cabotaje en el Perú, 2020.

Objetivos específicos	Categoría de análisis	Subcategorías	Indicadores	DOCUMENTACIÓN Fuentes	ENTREVISTAS Items
<p>Analizar con visión prospectiva el uso de combustibles destilados en concordancia con el cumplimiento de las normas vinculadas a la disminución del contenido de azufre, en buques mercantes que realizan cabotaje en el Perú.</p>		<p>Combustibles destilados</p>	<p>Características</p> <p>Ventajas</p> <p>Desventajas</p> <p>Precios</p>	<p>1. Guía de especificaciones – Combustibles marinos globales - www.spglobal.com/platts (2018)</p> <p>2. Evaluación de las consecuencias de la nueva regulación de la OMI sobre combustibles marinos – Escuela Técnica Superior de Ingenieros Navales (2015)</p> <p>3. Directrices para la operación de combustibles destilados para el Club Suizo - swedish.club@swedishclub.com (2019)</p> <p>4. Evaluación de selección de combustibles alternativos y tecnologías - DNV GL (2019)</p> <p>5. Guía de especificaciones – Combustibles marinos globales - www.spglobal.com/platts (2018)</p> <p>6. Implantación de la normativa IMO 2020 y su consecuencia en los buques mercantes – Escuela Politécnica Superior de Ingeniería (2020)</p> <p>7. Proceso de refinación de petróleo para la obtención de combustibles marinos – Universidad Politécnica de Catalunya (2018)</p> <p>8. Ingeniería marina: Medidas para la reducción de gases contaminantes en motores marinos – Universidad de Coruña (2019)</p>	<p>1. ¿Qué características poseen los combustibles destilados?</p> <p>2. ¿Cuáles serían las ventajas de utilizar combustibles destilados para cumplir con las normas "OMI 2020"?</p> <p>3. ¿Qué desventajas se observan con respecto a la utilización de combustibles destilados?</p> <p>4. ¿Cuál es el costo del combustible destilado?</p>
<p>Examinar con visión prospectiva el uso de combustibles residuales en concordancia con el cumplimiento de las normas vinculadas a la disminución del contenido de azufre, en buques mercantes que realizan cabotaje en el Perú.</p>	<p>Uso de combustibles marino</p>	<p>Combustibles residuales</p>	<p>Características</p> <p>Ventajas</p> <p>Desventajas</p> <p>Precios</p>	<p>9. El efecto de los cambios en los límites de azufre en el combustible marino en el 2020 en el mercado de energía – Administración de Información y Energía de los Estados Unidos (2020)</p> <p>10. Evaluación de selección de combustibles alternativos</p>	<p>5. ¿Qué características poseen los combustibles residuales?</p> <p>6. ¿Qué ventajas se observan con respecto a la utilización de combustibles residuales con bajo contenido de azufre (menor al 0,5% m/m)?</p> <p>7. ¿Qué ventajas se observan con respecto a la utilización de combustibles residuales con alto contenido de azufre (mayor al 0,5% m/m) en paralelo al uso de torres de lavado (scrubbers)?</p> <p>8. ¿Qué desventajas se observan con respecto a la utilización de combustibles residuales con bajo contenido de azufre (menor al 0,5% m/m)?</p> <p>9. ¿Qué desventajas se observan con respecto a la utilización de combustibles residuales con alto contenido de azufre (mayor que 0,5% m/m) en paralelo al uso de torres de lavado (scrubbers)?</p> <p>10. ¿Cuál es el costo de los combustibles residuales?</p> <p>11. ¿Qué características poseen el gas</p>

<p>Análisis con visión prospectiva el uso de gas natural licuado como combustible marino alternativo en concordancia con el cumplimiento de las normas vinculadas a la disminución del contenido de azufre, en buques mercantes que realizan cabotaje en el Perú.</p>	<p>natural licuado</p>	<p>y tecnologías - DNV GL – (2019)  11. Una mirada a la energía de transición – DNV GL (2019)  12. Buques impulsados por gas natural licuado. Entrada en vigor del Código IGF (2017)</p>	<p>natural licuado como combustible marino?</p>
<p>Examinar con visión prospectiva el uso de metanol como combustible marino alternativo en concordancia con el cumplimiento de las normas vinculadas a la disminución del contenido de azufre, en buques mercantes que realizan cabotaje en el Perú.</p>	<p>uso de metanol</p>	<p>13. Reto OMI 2020. ¿Estamos preparados? – Universidad de la Laguna (2020)</p> <p>14. Metanol como combustible marino – Instituto de Metanol (2020)</p> <p>15. IMO 2020: El metanol es prometedor <a href="http://es.maritimeprofessional.com/news/imo2020-metanol-prometedor-290209">http://es.maritimeprofessional.com/news/imo2020-metanol-prometedor-290209</a> (2020)</p>	<p>¿Cuáles serían las ventajas de utilizar gas natural licuado como combustible marino para cumplir con las normas "OMI 2020"?</p> <p>¿Cuáles serían las desventajas de utilizar gas natural licuado como combustible marino para cumplir con las normas "OMI 2020"?</p> <p>¿Cuál es el costo del gas natural licuado como combustible marino?</p>

**VISIÓN PROSPECTIVA SOBRE EL USO DE COMBUSTIBLES MARINOS EN  
CONCORDANCIA CON EL CUMPLIMIENTO DE LAS NORMAS VINCULADAS A  
LA DISMINUCIÓN DEL CONTENIDO DE AZUFRE, EN BUQUES MERCANTES  
QUE REALIZAN CABOTAJE EN EL PERÚ, 2020**

Evaluación Específica de fuentes de información documental

**Criterios de evaluación:**

1. Es acorde, se recomienda su uso.
2. No es del todo acorde, pero puede ayudar con información.
3. No es acorde, se recomienda restringir su uso.

Fuente	1	2	3
1. Guía de especificaciones – Combustibles marinos globales - <a href="http://www.spglobal.com/platts">www.spglobal.com/platts</a> (2018)	✓		
2. Evaluación de las consecuencias de la nueva regulación de la OMI sobre combustibles marinos – Escuela Técnica Superior de Ingenieros Navales (2015)	✓		
3. Directrices para la operación de combustibles destilados – Club Suizo - <a href="mailto:swedish.club@swedishclub.com">swedish.club@swedishclub.com</a> (2019)	✓		
4. Evaluación de selección de combustibles alternativos y tecnologías - DNV GL (2019)	✓		
5. Guía de especificaciones – Combustibles marinos globales - <a href="http://www.spglobal.com/platts">www.spglobal.com/platts</a> (2018)	✓		
6. Implantación de la normativa IMO 2020 y su consecuencia en los buques mercantes – Escuela Politécnica Superior de Ingeniería (2020)	✓		
7. Proceso de refino de petróleo para la obtención de combustibles marinos – Universidad Politécnica de Catalunya (2018)	✓		
8. Ingeniería marina: Medidas para la reducción de gases contaminantes en motores marinos – Universidad de la Coruña (2019)	✓		
9. El efecto de los cambios en los límites de azufre en el combustible marino en el 2020 en el mercado de energía – Administración de Información y Energía de los Estados Unidos (2020)	✓		
10. Evaluación de selección de combustibles alternativos y tecnologías - DNV GL – (2019)	✓		
11. Una mirada a la energía de transición – DNV GL (2019)	✓		
12. Buques impulsados por gas natural licuado. Entrada en vigor del Código IGF (2017)	✓		
13. Reto OMI 2020. ¿Estamos preparados? – Universidad de la Laguna (2020)	✓		
14. Metanol como combustible marino – Instituto de Metanol (2020)	✓		
15. IMO 2020: El metanol es prometedor <a href="http://es.maritimeprofessional.com/news/imo2020-metanol-prometedor-290209">http://es.maritimeprofessional.com/news/imo2020-metanol-prometedor-290209</a> (2020)	✓		

Acotaciones: La información es acorde con los objetivos

---



---



---



---



---



---

Evaluación Específica de guía de entrevista

**Criterios de evaluación:**

1. La redacción del ítem induce y sugiere la respuesta del mismo.
2. No es pertinente con el objeto formulario.
3. No presenta congruencia con la unidad de análisis.
4. Presenta confusión en su contenido.
5. Presenta demasiada información.
6. Su contenido es repetitivo.
7. Presenta una secuencia inadecuada.
8. Se recomienda su eliminación.
9. Es pertinente.

Ítem	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1									✓
2									✓
3									✓
4									✓
5									✓
6									✓
7									✓
8									✓
9									✓
10									✓
11									✓
12									✓
13									✓
14									✓
15									✓
16									✓
17									✓
18									✓

Observaciones:

S/N

---

---

---

---

---

### Evaluación General

1. ¿La búsqueda de la información se corresponden con la categoría de análisis?

Si

2. ¿Las fuentes documentales y la guía de entrevista establecidas permiten alcanzar el objetivo de la investigación?

Efectivamente

3. Recomendaciones para mejorar la guía de entrevista

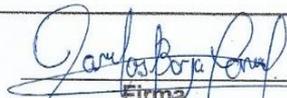
Profundizar en el análisis con la intención de seleccionar los fuertes necesarios.

4. Recomendaciones generales para la investigación que se realiza

Captar la información pertinente.

Nombre completo : CARLOS BORTA GARCIA  
Profesión : OFICIAL DE MARINA MERLANTE  
Grado académico : DOCTOR EN CIENCIAS MARITIMAS  
Características que lo determinan como experto:

Oficial de Marina Mercante con 32 años de experiencia  
en el rubro Marítimo y Portuario, Docente Universitario  
con el grado de Magister y Doctor en Ciencias Marítimas.  
Actualmente Director de Programa de ENAMM.

  
Firma

DNI 08538452

Fecha: 13-07-20



**ESCUELA NACIONAL DE MARINA  
MERCANTE "ALMIRANTE MIGUEL  
GRAU"**

**PROGRAMA ACADÉMICO DE MARINA MERCANTE:  
ESPECIALIDAD DE MÁQUINAS**

**VISIÓN PROSPECTIVA SOBRE EL USO DE COMBUSTIBLES MARINOS  
EN CONCORDANCIA CON EL CUMPLIMIENTO DE LAS NORMAS  
VINCULADAS A LA DISMINUCIÓN DEL CONTENIDO DE AZUFRE, EN  
BUQUES MERCANTES QUE REALIZAN CABOTAJE EN EL PERÚ, 2020**

**"Guía para evaluar la validez de contenido de las fuentes documentales  
y herramienta para recolección de información (Guía de entrevista)"**

**Instrucciones generales:**

A continuación, se plantean una serie de preguntas, las cuales se corresponden con los objetivos específicos contenidos en el informe de tesis.

Para establecer la validez de contenido de las unidades documentales y la guía de entrevista los cuales dan mayor soporte de acuerdo a cada subcategoría de análisis establecida apriorísticamente se le ha suministrado un mapa de la categoría de análisis, en la cual se especifica la relación entre cada objetivo, subcategoría e indicadores,

Para emitir su juicio encontrará tablas de evaluación específica, tanto para las fuentes documentales que se sometieron a análisis, como de los ítems que definen la guía de entrevista, dentro de la cual se establecieron un conjunto de parámetros o criterios de evaluación que permitirán dar un punto de vista sobre la información recopilada.

Luego, encontrará la evaluación general donde debe señalar todos aquellos aspectos que a su juicio son relevantes para el desarrollo de la investigación.

Coloque por favor todas las observaciones que pueda tener y recuerde evaluar tomando en cuenta los objetivos que se pretenden lograr.

***Muchas gracias por su colaboración  
Bachiller en Ciencias Marítimas Asmat Castro, Kevin Ricardo  
Bachiller en Ciencias Marítimas Yupanqui Cardenas, Samuel***

### Operacionalización de la categoría

**Objetivo general:** Analizar con visión prospectiva el uso de combustibles marinos en concordancia con el cumplimiento de las normas vinculadas a la disminución del contenido de azufre, en buques mercantes que realizan cabotaje en el Perú, 2020.

Objetivos específicos	Categoría de análisis	Subcategorías	Indicadores	DOCUMENTACIÓN		ENTREVISTAS	
				Fuentes	Ítems		
Analizar con visión prospectiva el uso de combustibles destilados en concordancia con el cumplimiento de las normas vinculadas a la disminución del contenido de azufre, en buques mercantes que realizan cabotaje en el Perú.	Combustibles destilados	Características	Ventajas	1. Guía de especificaciones – Combustibles marinos globales - <a href="http://www.spglobal.com/platts">www.spglobal.com/platts</a> (2018)	1. ¿Qué características poseen los combustibles destilados?		
				2. Evaluación de las consecuencias de la nueva regulación de la OMI sobre combustibles marinos – Escuela Técnica Superior de Ingenieros Navales (2015)	2. ¿Cuáles serían las ventajas de utilizar combustibles destilados para cumplir con las normas "OMI 2020"?		
				3. Directrices para la operación de combustibles destilados – Club Suizo <a href="mailto:swedishclub.com">swedishclub.com</a> (2019)	3. ¿Qué desventajas se observan con respecto a la utilización de combustibles destilados?		
				4. Evaluación de selección de combustibles alternativos y tecnologías - DNV GL (2019)	4. ¿Cuál es el costo del combustible destilado?		
Examinar con visión prospectiva el uso de combustibles residuales en concordancia con el cumplimiento de las normas vinculadas a la disminución del contenido de azufre, en buques mercantes que realizan cabotaje en el Perú.	Combustibles residuales	Características	Precios	5. Guía de especificaciones – Combustibles marinos globales - <a href="http://www.spglobal.com/platts">www.spglobal.com/platts</a> (2018)	5. ¿Qué características poseen los combustibles residuales?		
				6. Implantación de la normativa IMO 2020 y su consecuencia en los buques mercantes – Escuela Politécnica Superior de Ingeniería (2020)			
				7. Proceso de refino de petróleo para la obtención de combustibles marinos – Universidad Politécnica de Catalunya (2018)			
				8. Ingeniería marina: Medidas para la reducción de gases contaminantes en motores marinos – Universidad de la Coruña (2019)			
Uso de combustibles marino	Uso de gas	Ventajas	Desventajas	9. El efecto de los cambios en los límites de azufre en el combustible marino en el 2020 en el mercado de energía – Administración de Información y Energía de los Estados Unidos (2020)	6. ¿Qué ventajas se observan con respecto a la utilización de combustibles residuales con bajo contenido de azufre (menor al 0,5% m/m)?		
				7. ¿Qué ventajas se observan con respecto a la utilización de combustibles residuales con alto contenido de azufre (mayor al 0,5% m/m) en parateib al uso de torres de lavado (scrubbers)?	7. ¿Qué ventajas se observan con respecto a la utilización de combustibles residuales con alto contenido de azufre (mayor que 0,5% m/m) en parateib al uso de torres de lavado (scrubbers)?		
				8. ¿Qué desventajas se observan con respecto a la utilización de combustibles residuales con bajo contenido de azufre (menor al 0,5% m/m)?	8. ¿Qué desventajas se observan con respecto a la utilización de combustibles residuales con bajo contenido de azufre (menor al 0,5% m/m)?		
				9. ¿Qué desventajas se observan con respecto a la utilización de combustibles residuales con alto contenido de azufre (mayor que 0,5% m/m) en parateib al uso de torres de lavado (scrubbers)?	9. ¿Qué desventajas se observan con respecto a la utilización de combustibles residuales con alto contenido de azufre (mayor que 0,5% m/m) en parateib al uso de torres de lavado (scrubbers)?		
							10. ¿Cuál es el costo de los combustibles residuales?
							11. ¿Qué características poseen el gas

<p>Analizar con visión prospectiva el uso de gas natural licuado como combustible marino alternativo en concordancia con el cumplimiento de las normas vinculadas a la disminución del contenido de azufre, en buques mercantes que realizan cabotaje en el Perú.</p>	<p>natural licuado</p>	<p>Y tecnologías - DNV GL - (2019)</p> <p>11. Una mirada a la energía de transición - DNV GL (2019)</p> <p>12. Buques impulsados por gas natural licuado. Entrada en vigor del Código IGF (2017)</p>	<p>natural licuado como combustible marino?</p>
		<p>13. Reto OMI 2020. ¿Estamos preparados? - Universidad de la Laguna (2020)</p>	<p>12. ¿Cuáles serían las ventajas de utilizar gas natural licuado como combustible marino para cumplir con las normas "OMI 2020"?</p> <p>13. ¿Cuáles serían las desventajas de utilizar gas natural licuado como combustible marino para cumplir con las normas "OMI 2020"?</p> <p>14. ¿Cuál es el costo del gas natural licuado como combustible marino?</p> <p>15. ¿Qué características poseen el Metanol como combustible marino?</p> <p>16. ¿Cuáles serían las ventajas de utilizar de metanol como combustible marino para cumplir con las normas "OMI 2020"?</p> <p>17. ¿Cuáles serían las desventajas de utilizar de metanol como combustible marino para cumplir con las normas "OMI 2020"?</p> <p>18. ¿Cuál es el costo del metanol como combustible marino?</p>
<p>Examinar con visión prospectiva el uso de metanol como combustible marino alternativo en concordancia con el cumplimiento de las normas vinculadas a la disminución del contenido de azufre, en buques mercantes que realizan cabotaje en el Perú.</p>	<p>Uso de metanol</p>	<p>14. Metanol como combustible marino - Instituto de Metanol (2020)</p>	<p>14. Metanol como combustible marino - Instituto de Metanol (2020)</p>
		<p>15. IMO 2020: El metanol es prometedor <a href="http://es.maritimeprofessional.com/news/imo2020-metanol-prometedor-290209">http://es.maritimeprofessional.com/news/imo2020-metanol-prometedor-290209</a> (2020)</p>	<p>15. IMO 2020: El metanol es prometedor <a href="http://es.maritimeprofessional.com/news/imo2020-metanol-prometedor-290209">http://es.maritimeprofessional.com/news/imo2020-metanol-prometedor-290209</a> (2020)</p>
		<p>Ventajas</p>	
		<p>Desventajas</p>	
		<p>Precios</p>	
		<p>Características</p>	
		<p>Ventajas</p>	
		<p>Desventajas</p>	
		<p>Precios</p>	

**VISIÓN PROSPECTIVA SOBRE EL USO DE COMBUSTIBLES MARINOS EN  
CONCORDANCIA CON EL CUMPLIMIENTO DE LAS NORMAS VINCULADAS A  
LA DISMINUCIÓN DEL CONTENIDO DE AZUFRE, EN BUQUES MERCANTES  
QUE REALIZAN CABOTAJE EN EL PERÚ, 2020**

Evaluación Específica de fuentes de información documental

**Criterios de evaluación:**

1. Es acorde, se recomienda su uso.
2. No es del todo acorde, pero puede ayudar con información.
3. No es acorde, se recomienda restringir su uso.

Fuente	1	2	3
1. Guía de especificaciones – Combustibles marinos globales - <a href="http://www.spglobal.com/platts">www.spglobal.com/platts</a> (2018)	x		
2. Evaluación de las consecuencias de la nueva regulación de la OMI sobre combustibles marinos – Escuela Técnica Superior de Ingenieros Navales (2015)	x		
3. Directrices para la operación de combustibles destilados – Club Suizo - <a href="mailto:swedish.club@swedishclub.com">swedish.club@swedishclub.com</a> (2019)	x		
4. Evaluación de selección de combustibles alternativos y tecnologías - DNV GL (2019)	x		
5. Guía de especificaciones – Combustibles marinos globales - <a href="http://www.spglobal.com/platts">www.spglobal.com/platts</a> (2018)	x		
6. Implantación de la normativa IMO 2020 y su consecuencia en los buques mercantes – Escuela Politécnica Superior de Ingeniería (2020)	x		
7. Proceso de refinado de petróleo para la obtención de combustibles marinos – Universidad Politécnica de Catalunya (2018)	x		
8. Ingeniería marina: Medidas para la reducción de gases contaminantes en motores marinos – Universidad de la Coruña (2019)	x		
9. El efecto de los cambios en los límites de azufre en el combustible marino en el 2020 en el mercado de energía – Administración de Información y Energía de los Estados Unidos (2020)	x		
10. Evaluación de selección de combustibles alternativos y tecnologías - DNV GL – (2019)	x		
11. Una mirada a la energía de transición – DNV GL (2019)	x		
12. Buques impulsados por gas natural licuado. Entrada en vigor del Código IGF (2017)	x		
13. Reto OMI 2020. ¿Estamos preparados? – Universidad de la Laguna (2020)	x		
14. Metanol como combustible marino – Instituto de Metanol (2020)	x		
15. IMO 2020: El metanol es prometedor <a href="http://es.maritimeprofessional.com/news/imo2020-metanol-prometedor-290209">http://es.maritimeprofessional.com/news/imo2020-metanol-prometedor-290209</a> (2020)	x		

Acotaciones: S/N

---



---



---



---



---



---



---



---

Evaluación Específica de guía de entrevista

**Criterios de evaluación:**

1. La redacción del ítem induce y sugiere la respuesta del mismo.
2. No es pertinente con el objeto formulario.
3. No presenta congruencia con la unidad de análisis.
4. Presenta confusión en su contenido.
5. Presenta demasiada información.
6. Su contenido es repetitivo.
7. Presenta una secuencia inadecuada.
8. Se recomienda su eliminación.
9. Es pertinente.

Ítem	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1									X
2									X
3									X
4									X
5									X
6									X
7									X
8									X
9									X
10									X
11									X
12									X
13									X
14									X
15									X
16									X
17									X
18									X

Observaciones: *Las preguntas de exámenes bien formuladas*

---



---



---



---



---

**Evaluación General**

1. ¿La búsqueda de la información se corresponden con la categoría de análisis?

SI.

2. ¿Las fuentes documentales y la guía de entrevista establecidas permiten alcanzar el objetivo de la investigación?

ES PERTINENTE.

3. Recomendaciones para mejorar la guía de entrevista

NINGUNA.

4. Recomendaciones generales para la investigación que se realiza

BUSCAR CAPTAR LAS CATEGORIAS EMERGENTES QUE EXPLIQUEN LA REALIDAD.

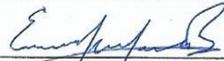
Nombre completo : EDUARDO FRANCO CAPACYACHI YERVA

Profesión : OFICIAL DE MARINA MERCANTE

Grado académico : SUPERIOR

Características que lo determinan como experto:

• 15 AÑOS DE EXPERIENCIA A BORDO DE BUQUES TANQUE PETROLEROS Y GASEROS, ACTUALMENTE DESEMPEÑÁNDOSE COMO JEFE DE MARINAS DE UN BUQUE TANQUE PETROLERO.



Firma

DNI 43142769

Fecha: 18-07-2020



**ESCUELA NACIONAL DE MARINA  
MERCANTE "ALMIRANTE MIGUEL  
GRAU"**

**PROGRAMA ACADÉMICO DE MARINA MERCANTE:  
ESPECIALIDAD DE MÁQUINAS**

**VISIÓN PROSPECTIVA SOBRE EL USO DE COMBUSTIBLES MARINOS  
EN CONCORDANCIA CON EL CUMPLIMIENTO DE LAS NORMAS  
VINCULADAS A LA DISMINUCIÓN DEL CONTENIDO DE AZUFRE, EN  
BUQUES MERCANTES QUE REALIZAN CABOTAJE EN EL PERÚ, 2020**

**"Guía para evaluar la validez de contenido de las fuentes documentales  
y herramienta para recolección de información (Guía de entrevista)"**

**Instrucciones generales:**

A continuación, se plantean una serie de preguntas, las cuales se corresponden con los objetivos específicos contenidos en el informe de tesis.

Para establecer la validez de contenido de las unidades documentales y la guía de entrevista los cuales dan mayor soporte de acuerdo a cada subcategoría de análisis establecida apriorísticamente se le ha suministrado un mapa de la categoría de análisis, en la cual se especifica la relación entre cada objetivo, subcategoría e indicadores,

Para emitir su juicio encontrará tablas de evaluación específica, tanto para las fuentes documentales que se sometieron a análisis, como de los ítems que definen la guía de entrevista, dentro de la cual se establecieron un conjunto de parámetros o criterios de evaluación que permitirán dar un punto de vista sobre la información recopilada.

Luego, encontrará la evaluación general donde debe señalar todos aquellos aspectos que a su juicio son relevantes para el desarrollo de la investigación.

Coloque por favor todas las observaciones que pueda tener y recuerde evaluar tomando en cuenta los objetivos que se pretenden lograr.

***Muchas gracias por su colaboración  
Bachiller en Ciencias Marítimas Asmat Castro, Kevin Ricardo  
Bachiller en Ciencias Marítimas Yupanqui Cardenas, Samuel***

### Operacionalización de la categoría

**Objetivo general:** Analizar con visión prospectiva el uso de combustibles marinos en concordancia con el cumplimiento de las normas vinculadas a la disminución del contenido de azufre, en buques mercantes que realizan cabotaje en el Perú, 2020.

Objetivos específicos	Categoría de análisis	Subcategorías	Indicadores	DOCUMENTACIÓN Fuentes	ENTREVISTAS ítems
Analizar con visión prospectiva el uso de combustibles destilados en concordancia con el cumplimiento de las normas vinculadas a la disminución del contenido de azufre, en buques mercantes que realizan cabotaje en el Perú.		Combustibles destilados	Características	1. Guía de especificaciones – Combustibles marinos globales - <a href="http://www.spglobal.com/platts">www.spglobal.com/platts</a> (2018)	1. ¿Qué características poseen los combustibles destilados?
			Ventajas	2. Evaluación de las consecuencias de la nueva regulación de la OMI sobre combustibles marinos – Escuela Técnica Superior de Ingenieros Navales (2015)	2. ¿Cuáles serían las ventajas de utilizar combustibles destilados para cumplir con las normas "OMI 2020"?
			Desventajas	3. Directrices para la operación de combustibles destilados – Club Suizo <a href="mailto:swedishclub.com">swedishclub.com</a> (2019)	3. ¿Qué desventajas se observan con respecto a la utilización de combustibles destilados?
			Precios	4. Evaluación de selección de combustibles alternativos y tecnologías - DNV GL (2019)	4. ¿Cuál es el costo del combustible destilado?
Examinar con visión prospectiva el uso de combustibles residuales en concordancia con el cumplimiento de las normas vinculadas a la disminución del contenido de azufre, en buques mercantes que realizan cabotaje en el Perú.	Uso de combustibles marino	Combustibles residuales	Características	5. Guía de especificaciones – Combustibles marinos globales - <a href="http://www.spglobal.com/platts">www.spglobal.com/platts</a> (2018) 6. Implantación de la normativa IMO 2020 y su consecuencia en los buques mercantes – Escuela Politécnica Superior de Ingeniería (2020) 7. Proceso de refinado de petróleo para la obtención de combustibles marinos – Universidad Politécnica de Catalunya (2018) 8. Ingeniería marina: Medicas para la reducción de gases contaminantes en motores marinos – Universidad de la Coruña (2019)	5. ¿Qué características poseen los combustibles residuales?
			Ventajas	9. El efecto de los cambios en los límites de azufre en el combustible marino en el 2020 en el mercado de energía – Administración de Información y Energía de los Estados Unidos (2020)	6. ¿Qué ventajas se observan con respecto a la utilización de combustibles residuales con bajo contenido de azufre (menor al 0,5% m/m)? 7. ¿Qué ventajas se observan con respecto a la utilización de combustibles residuales con alto contenido de azufre (mayor al 0,5% m/m) en paralelo al uso de torres de lavado (scrubbers)?
		Uso de gas	Desventajas		8. ¿Qué desventajas se observan con respecto a la utilización de combustibles residuales con bajo contenido de azufre (menor al 0,5% m/m)? 9. ¿Qué desventajas se observan con respecto a la utilización de combustibles residuales con alto contenido de azufre (mayor que 0,5% m/m) en paralelo al uso de torres de lavado (scrubbers)?
			Precios	10. Evaluación de selección de combustibles alternativos	10. ¿Cuál es el costo de los combustibles residuales?
			Características		11. ¿Qué características poseen el gas

<p>Análisis con visión prospectiva el uso de gas natural licuado como combustible marino alternativo en concordancia con el cumplimiento de las normas vinculadas a la disminución del contenido de azufre, en buques mercantes que realizan cabotaje en el Perú.</p>	<p>natural licuado</p>	<p>Y tecnologías - DNV GL - (2019)  11. Una mirada a la energía de transición - DNV GL (2019)  12. Buques impulsados por gas natural licuado. Entrada en vigor del Código IGF (2017)</p>	<p>natural licuado como combustible marino?</p>
		<p>13. Reo OMI 2020. ¿Estamos preparados? - Universidad de la Laguna (2020)</p>	<p>12. ¿Cuáles serían las ventajas de utilizar gas natural licuado como combustible marino para cumplir con las normas "OMI 2020"?</p> <p>13. ¿Cuáles serían las desventajas de utilizar gas natural licuado como combustible marino para cumplir con las normas "OMI 2020"?</p> <p>14. ¿Cuál es el costo del gas natural licuado como combustible marino?</p> <p>15. ¿Qué características poseen el Metanol como combustible marino?</p>
<p>Examinar con visión prospectiva el uso de metanol como combustible marino alternativo en concordancia con el cumplimiento de las normas vinculadas a la disminución del contenido de azufre, en buques mercantes que realizan cabotaje en el Perú.</p>	<p>Uso de metanol</p>	<p>14. Metanol como combustible marino - Instituto de Metanol (2020)</p>	<p>16. ¿Cuáles serían las ventajas de utilizar de metanol como combustible marino para cumplir con las normas "OMI 2020"?</p> <p>17. ¿Cuáles serían las desventajas de utilizar de metanol como combustible marino para cumplir con las normas "OMI 2020"?</p>
		<p>15. IMO 2020: El metanol es prometededor <a href="http://es.maritimeprofessional.com/news/imo2020-metanol-prometedor-250209">http://es.maritimeprofessional.com/news/imo2020-metanol-prometedor-250209</a> (2020)</p>	<p>18. ¿Cuál es el costo del metanol como combustible marino?</p>
	<p>Ventajas</p> <p>Desventajas</p> <p>Precios</p> <p>Características</p> <p>Ventajas</p> <p>Desventajas</p> <p>Precios</p>		

**VISIÓN PROSPECTIVA SOBRE EL USO DE COMBUSTIBLES MARINOS EN  
CONCORDANCIA CON EL CUMPLIMIENTO DE LAS NORMAS VINCULADAS A  
LA DISMINUCIÓN DEL CONTENIDO DE AZUFRE, EN BUQUES MERCANTES  
QUE REALIZAN CABOTAJE EN EL PERÚ, 2020**

Evaluación Específica de fuentes de información documental

**Criterios de evaluación:**

1. Es acorde, se recomienda su uso.
2. No es del todo acorde, pero puede ayudar con información.
3. No es acorde, se recomienda restringir su uso.

Fuente	1	2	3
1. Guía de especificaciones – Combustibles marinos globales - <a href="http://www.spglobal.com/platts">www.spglobal.com/platts</a> (2018)	✓		
2. Evaluación de las consecuencias de la nueva regulación de la OMI sobre combustibles marinos – Escuela Técnica Superior de Ingenieros Navales (2015)	/		
3. Directrices para la operación de combustibles destilados – Club Suizo - <a href="mailto:swedish.club@swedishclub.com">swedish.club@swedishclub.com</a> (2019)	/		
4. Evaluación de selección de combustibles alternativos y tecnologías - DNV GL (2019)	✓		
5. Guía de especificaciones – Combustibles marinos globales - <a href="http://www.spglobal.com/platts">www.spglobal.com/platts</a> (2018)	✓		
6. Implantación de la normativa IMO 2020 y su consecuencia en los buques mercantes – Escuela Politécnica Superior de Ingeniería (2020)	✓		
7. Proceso de refinación de petróleo para la obtención de combustibles marinos – Universidad Politécnica de Catalunya (2018)	/		
8. Ingeniería marina: Medidas para la reducción de gases contaminantes en motores marinos – Universidad de la Coruña (2019)	✓		
9. El efecto de los cambios en los límites de azufre en el combustible marino en el 2020 en el mercado de energía – Administración de Información y Energía de los Estados Unidos (2020)	/		
10. Evaluación de selección de combustibles alternativos y tecnologías - DNV GL – (2019)	/		
11. Una mirada a la energía de transición – DNV GL (2019)	/		
12. Buques impulsados por gas natural licuado. Entrada en vigor del Código IGF (2017)	/		
13. Reto OMI 2020. ¿Estamos preparados? – Universidad de la Laguna (2020)	/		
14. Metanol como combustible marino – Instituto de Metanol (2020)	/		
15. IMO 2020: El metanol es prometedor <a href="http://es.maritimeprofessional.com/news/imo2020-metanol-prometedor-290209">http://es.maritimeprofessional.com/news/imo2020-metanol-prometedor-290209</a> (2020)	✓		

Acotaciones: S/N

---



---



---



---



---



---



---

Evaluación Específica de guía de entrevista

**Criterios de evaluación:**

1. La redacción del ítem induce y sugiere la respuesta del mismo.
2. No es pertinente con el objeto formulario.
3. No presenta congruencia con la unidad de análisis.
4. Presenta confusión en su contenido.
5. Presenta demasiada información.
6. Su contenido es repetitivo.
7. Presenta una secuencia inadecuada.
8. Se recomienda su eliminación.
9. Es pertinente.

Ítem	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1									✓
2									✓
3									✓
4									✓
5									✓
6									✓
7									✓
8									✓
9									✓
10									✓
11									✓
12									✓
13									✓
14									✓
15									✓
16									✓
17									✓
18									✓

Observaciones: SIN.

---



---



---



---



---



---

### Evaluación General

1. ¿La búsqueda de la información se corresponden con la categoría de análisis?

TOTALMENTE DE ACUERDO

2. ¿Las fuentes documentales y la guía de entrevista establecidas permiten alcanzar el objetivo de la investigación?

ES CONFORTTE

3. Recomendaciones para mejorar la guía de entrevista

PEDIR INFORMACION A PROFUNDIDAD

4. Recomendaciones generales para la investigación que se realiza

LA INVESTIGACION APUNTA A VER LA SITUACION Y REALIDAD PERUANA CON RESPETO A LA NORMATIVA DEL COMBUSTIBLE Y LA CONTAMINACION AMBIENTAL PARA LOS BUQUES MERCANTES

Nombre completo : JOSE ANTONIO BEGAZO BEDOYA

Profesión : JEFE DE MAQUINAS MNN - ABOGADO

Grado académico : DOCTOR EN CIENCIAS MARITIMAS

Características que lo determinan como experto:

40 AÑOS COMO OFICIAL DE MARINA MERCANTE

06 AÑOS DOCENTE DE PREGRADO Y POSTGRADO

MAESTRIA EN ADMINISTRACION MARITIMA, PORTUARIA Y PESQUERA

DOCTORADO EN CIENCIA MARITIMA

Firma

DN 25540235

Fecha: 10-07-2020



**ESCUELA NACIONAL DE MARINA  
MERCANTE "ALMIRANTE MIGUEL  
GRAU"**

**PROGRAMA ACADÉMICO DE MARINA MERCANTE:  
ESPECIALIDAD DE MÁQUINAS**

**VISIÓN PROSPECTIVA SOBRE EL USO DE COMBUSTIBLES MARINOS  
EN CONCORDANCIA CON EL CUMPLIMIENTO DE LAS NORMAS  
VINCULADAS A LA DISMINUCIÓN DEL CONTENIDO DE AZUFRE, EN  
BUQUES MERCANTES QUE REALIZAN CABOTAJE EN EL PERÚ, 2020**

**"Guía para evaluar la validez de contenido de las fuentes documentales  
y herramienta para recolección de información (Guía de entrevista)"**

**Instrucciones generales:**

A continuación, se plantean una serie de preguntas, las cuales se corresponden con los objetivos específicos contenidos en el informe de tesis.

Para establecer la validez de contenido de las unidades documentales y la guía de entrevista los cuales dan mayor soporte de acuerdo a cada subcategoría de análisis establecida apriorísticamente se le ha suministrado un mapa de la categoría de análisis, en la cual se especifica la relación entre cada objetivo, subcategoría e indicadores,

Para emitir su juicio encontrará tablas de evaluación específica, tanto para las fuentes documentales que se sometieron a análisis, como de los ítems que definen la guía de entrevista, dentro de la cual se establecieron un conjunto de parámetros o criterios de evaluación que permitirán dar un punto de vista sobre la información recopilada.

Luego, encontrará la evaluación general donde debe señalar todos aquellos aspectos que a su juicio son relevantes para el desarrollo de la investigación.

Coloque por favor todas las observaciones que pueda tener y recuerde evaluar tomando en cuenta los objetivos que se pretenden lograr.

***Muchas gracias por su colaboración  
Bachiller en Ciencias Marítimas Asmat Castro, Kevin Ricardo  
Bachiller en Ciencias Marítimas Yupanqui Cardenas, Samuel***

### Operacionalización de la categoría

**Objetivo general:** Analizar con visión prospectiva el uso de combustibles marinos en concordancia con el cumplimiento de las normas vinculadas a la disminución del contenido de azufre, en buques mercantes que realizan cabotaje en el Perú, 2020.

Objetivos específicos	Categoría de análisis	Subcategorías	Indicadores	DOCUMENTACIÓN		ENTREVISTAS	
				Fuentes	Ítems		
Analizar con visión prospectiva el uso de combustibles destilados en concordancia con el cumplimiento de las normas vinculadas a la disminución del contenido de azufre, en buques mercantes que realizan cabotaje en el Perú.	Combustibles destilados		Características	1. Guía de especificaciones – Combustibles marinos globales - <a href="http://www.spglobal.com/platts">www.spglobal.com/platts</a> (2018)	1. ¿Qué características poseen los combustibles destilados?		
			Ventajas	2. Evaluación de las consecuencias de la nueva regulación de la OMI sobre combustibles marinos – Escuela Técnica Superior de Ingenieros Navales (2015)	2. ¿Cuáles serían las ventajas de utilizar combustibles destilados para cumplir con las normas "OMI 2020"?		
			Desventajas	3. Directrices para la operación de combustibles destilados – Club Suizo <a href="mailto:swedish.club@swedishclub.com">swedish.club@swedishclub.com</a> (2019)	3. ¿Qué desventajas se observan con respecto a la utilización de combustibles destilados?		
			Precios	4. Evaluación de selección de combustibles alternativos y tecnologías – DNV GL (2019)	4. ¿Cuál es el costo del combustible destilado?		
Examinar con visión prospectiva el uso de combustibles residuales en concordancia con el cumplimiento de las normas vinculadas a la disminución del contenido de azufre, en buques mercantes que realizan cabotaje en el Perú.	Combustibles residuales		Características	5. Guía de especificaciones – Combustibles marinos globales - <a href="http://www.spglobal.com/platts">www.spglobal.com/platts</a> (2018) 6. Implantación de la normativa IMO 2020 y su consecuencia en los buques mercantes – Escuela Politécnica Superior de Ingeniería (2020) 7. Proceso de refino de petróleo para la obtención de combustibles marinos – Universidad Politécnica de Catalunya (2018) 8. Ingeniería marina: Medidas para la reducción de gases contaminantes en motores marinos – Universidad de la Coruña (2019)	5. ¿Qué características poseen los combustibles residuales?		
			Ventajas	9. El efecto de los cambios en los límites de azufre en el combustible marino en el 2020 en el mercado de energía – Administración de Información y Energía de los Estados Unidos (2020)	6. ¿Qué ventajas se observan con respecto a la utilización de combustibles residuales con bajo contenido de azufre (menor al 0,5% m/m)? 7. ¿Qué ventajas se observan con respecto a la utilización de combustibles residuales con alto contenido de azufre (mayor al 0,5% m/m) en paralelo al uso de torres de lavado (scrubbers)?		
			Desventajas		8. ¿Qué desventajas se observan con respecto a la utilización de combustibles residuales con bajo contenido de azufre (menor al 0,5% m/m)? 9. ¿Qué desventajas se observan con respecto a la utilización de combustibles residuales con alto contenido de azufre (mayor que 0,5% m/m) en paralelo al uso de torres de lavado (scrubbers)?		
			Precios	10. Evaluación de selección de combustibles alternativos	10. ¿Cuál es el costo de los combustibles residuales?		
	Uso de gas		Características	11. ¿Qué características poseen el gas			

<p>Análisis con visión prospectiva el uso de gas natural licuado como combustible marino alternativo en concordancia con el cumplimiento de las normas vinculadas a la disminución del contenido de azufre, en buques mercantes que realizan cabotaje en el Perú.</p>	<p>natural licuado</p>	<p>Y tecnologías - DNV GL - (2019)</p> <p>11. Una mirada a la energía de transición - DNV GL (2019)</p> <p>12. Buques impulsados por gas natural licuado. Entrada en vigor del Código IGF (2017)</p>	<p>natural licuado como combustible marino?</p>
		<p>13. Reto OMI 2020. ¿Estamos preparados? - Universidad de la Laguna (2020)</p>	<p>12. ¿Cuáles serían las ventajas de utilizar gas natural licuado como combustible marino para cumplir con las normas "OMI 2020"?</p> <p>13. ¿Cuáles serían las desventajas de utilizar gas natural licuado como combustible marino para cumplir con las normas "OMI 2020"?</p> <p>14. ¿Cuál es el costo del gas natural licuado como combustible marino?</p> <p>15. ¿Qué características poseen el Metanol como combustible marino?</p> <p>16. ¿Cuáles serían las ventajas de utilizar de metanol como combustible marino para cumplir con las normas "OMI 2020"?</p> <p>17. ¿Cuáles serían las desventajas de utilizar de metanol como combustible marino para cumplir con las normas "OMI 2020"?</p> <p>18. ¿Cuál es el costo del metanol como combustible marino?</p>
<p>Examinar con visión prospectiva el uso de metanol como combustible marino alternativo en concordancia con el cumplimiento de las normas vinculadas a la disminución del contenido de azufre, en buques mercantes que realizan cabotaje en el Perú.</p>	<p>Uso de metanol</p>	<p>Características</p>	
		<p>Precios</p>	
		<p>14. Metanol como combustible marino - Instituto de Metanol (2020)</p>	
		<p>15. IMO 2020: El metanol es prometededor <a href="http://es.maritimeprofessional.com/news/imo2020-metanol-prometedor-290209">http://es.maritimeprofessional.com/news/imo2020-metanol-prometedor-290209</a> (2020)</p>	

**VISION PROSPECTIVA SOBRE EL USO DE COMBUSTIBLES MARINOS EN  
CONCORDANCIA CON EL CUMPLIMIENTO DE LAS NORMAS VINCULADAS A  
LA DISMINUCIÓN DEL CONTENIDO DE AZUFRE, EN BUQUES MERCANTES  
QUE REALIZAN CABOTAJE EN EL PERÚ, 2020**

Evaluación Específica de fuentes de información documental

**Criterios de evaluación:**

1. Es acorde, se recomienda su uso.
2. No es del todo acorde, pero puede ayudar con información.
3. No es acorde, se recomienda restringir su uso.

Fuente	1	2	3
1. Guía de especificaciones – Combustibles marinos globales - <a href="http://www.spglobal.com/platts">www.spglobal.com/platts</a> (2018)			X
2. Evaluación de las consecuencias de la nueva regulación de la OMI sobre combustibles marinos – Escuela Técnica Superior de Ingenieros Navales (2015)			X
3. Directrices para la operación de combustibles destilados – Club Suizo - <a href="mailto:swedish.club@swedishclub.com">swedish.club@swedishclub.com</a> (2019)			X
4. Evaluación de selección de combustibles alternativos y tecnologías - DNV GL (2019)			X
5. Guía de especificaciones – Combustibles marinos globales - <a href="http://www.spglobal.com/platts">www.spglobal.com/platts</a> (2018)			X
6. Implantación de la normativa IMO 2020 y su consecuencia en los buques mercantes – Escuela Politécnica Superior de Ingeniería (2020)			X
7. Proceso de refinado de petróleo para la obtención de combustibles marinos – Universidad Politécnica de Catalunya (2018)			X
8. Ingeniería marina: Medidas para la reducción de gases contaminantes en motores marinos – Universidad de la Coruña (2019)			X
9. El efecto de los cambios en los límites de azufre en el combustible marino en el 2020 en el mercado de energía – Administración de Información y Energía de los Estados Unidos (2020)			X
10. Evaluación de selección de combustibles alternativos y tecnologías - DNV GL – (2019)			X
11. Una mirada a la energía de transición – DNV GL (2019)			X
12. Buques impulsados por gas natural licuado. Entrada en vigor del Código IGF (2017)			X
13. Reto OMI 2020. ¿Estamos preparados? – Universidad de la Laguna (2020)			X
14. Metanol como combustible marino – Instituto de Metanol (2020)			X
15. IMO 2020: El metanol es prometedor <a href="http://es.maritimeprofessional.com/news/imo2020-metanol-prometedor-290209">http://es.maritimeprofessional.com/news/imo2020-metanol-prometedor-290209</a> (2020)			X

**Acotaciones:**

(A INFORMACION ES PERTINENTE)

Evaluación Específica de guía de entrevista

**Criterios de evaluación:**

1. La redacción del ítem induce y sugiere la respuesta del mismo.
2. No es pertinente con el objeto formulario.
3. No presenta congruencia con la unidad de análisis.
4. Presenta confusión en su contenido.
5. Presenta demasiada información.
6. Su contenido es repetitivo.
7. Presenta una secuencia inadecuada.
8. Se recomienda su eliminación.
9. Es pertinente.

13

Ítem	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1									x
2									x
3									x
4									x
5									x
6									x
7									x
8									x
9									x
10									x
11									x
12									x
13									x
14									x
15									x
16									x
17									x
18									x

Observaciones: S/N

---



---



---



---



---

### Evaluación General

1. ¿La búsqueda de la información se corresponden con la categoría de análisis?

Si

2. ¿Las fuentes documentales y la guía de entrevista establecidas permiten alcanzar el objetivo de la investigación?

LA GUIA DE ENTREVISTA SI CUMPLE CON LOS OBJETIVOS DEL PRESENTE ESTUDIO

3. Recomendaciones para mejorar la guía de entrevista

PROFUNDIZAR CONOCIMIENTO CON TODO LA INFORMACION ACTUAL

4. Recomendaciones generales para la investigación que se realiza

REALIZAR UN ANALISIS PROFUNDO DE TODA LA REGISTRO DE RENOVACION VIGENTE Y SU COMPLEMENTO A BORDO DE LOS BUQUES DE BANDEIRA EXTRANJERA QUE ARRIBAN EN PUERTO PERUANO

Nombre completo : YNOCCENCIO GONZALES GORDOVA

Profesión : JEFE DE INGENIERIA DE LA MARINA MERCANTE NACIONAL

Grado académico : SUPERIOR

Características que lo determinan como experto:

29 AÑOS COMO OFICIAL DE LA MARINA MERCANTE NACIONAL,

16 AÑOS COMO JEFE DE INGENIERIA A BORDO DE BUQUE

TANQUES PETROLEROS, BUQUES BASEROS Y QUIMICUERS

Firma

DNI 32902121

Fecha: 10-07-2020



**ESCUELA NACIONAL DE MARINA  
MERCANTE "ALMIRANTE MIGUEL  
GRAU"**

**PROGRAMA ACADEMICO DE MARINA MERCANTE:  
ESPECIALIDAD DE MÁQUINAS**

**VISIÓN PROSPECTIVA SOBRE EL USO DE COMBUSTIBLES MARINOS  
EN CONCORDANCIA CON EL CUMPLIMIENTO DE LAS NORMAS  
VINCULADAS A LA DISMINUCIÓN DEL CONTENIDO DE AZUFRE, EN  
BUQUES MERCANTES QUE REALIZAN CABOTAJE EN EL PERÚ, 2020**

**"Guía para evaluar la validez de contenido de las fuentes documentales  
y herramienta para recolección de información (Guía de entrevista)"**

**Instrucciones generales:**

A continuación, se plantean una serie de preguntas, las cuales se corresponden con los objetivos específicos contenidos en el informe de tesis.

Para establecer la validez de contenido de las unidades documentales y la guía de entrevista los cuales dan mayor soporte de acuerdo a cada subcategoría de análisis establecida apriorísticamente se le ha suministrado un mapa de la categoría de análisis, en la cual se especifica la relación entre cada objetivo, subcategoría e indicadores,

Para emitir su juicio encontrará tablas de evaluación específica, tanto para las fuentes documentales que se sometieron a análisis, como de los ítems que definen la guía de entrevista, dentro de la cual se establecieron un conjunto de parámetros o criterios de evaluación que permitirán dar un punto de vista sobre la información recopilada.

Luego, encontrará la evaluación general donde debe señalar todos aquellos aspectos que a su juicio son relevantes para el desarrollo de la investigación.

Coloque por favor todas las observaciones que pueda tener y recuerde evaluar tomando en cuenta los objetivos que se pretenden lograr.

***Muchas gracias por su colaboración  
Bachiller en Ciencias Marítimas Asmat Castro, Kevin Ricardo  
Bachiller en Ciencias Marítimas Yupanqui Cardenas, Samuel***

### Operacionalización de la categoría

**Objetivo general:** Analizar con visión prospectiva el uso de combustibles marinos en concordancia con el cumplimiento de las normas vinculadas a la disminución del contenido de azufre, en buques mercantes que realizan cabotaje en el Perú, 2020.

Objetivos específicos	Categoría de análisis	Subcategorías	Indicadores	DOCUMENTACIÓN		ENTREVISTAS	
				Fuentes	Ítems		
Analizar con visión prospectiva el uso de combustibles destilados en concordancia con el cumplimiento de las normas vinculadas a la disminución del contenido de azufre, en buques mercantes que realizan cabotaje en el Perú.	Combustibles destilados	Características		1. Guía de especificaciones – Combustibles marinos globales - www.sgloboai.com/platts (2018)	1. ¿Qué características poseen los combustibles destilados?		
		Ventajas		2. Evaluación de las consecuencias de la nueva regulación de la OMI sobre combustibles marinos – Escuela Técnica Superior de Ingenieros Navales (2015)	2. ¿Cuáles serían las ventajas de utilizar combustibles destilados para cumplir con las normas "OMI 2020"?		
		Desventajas		3. Directrices para la operación de combustibles destilados – Club Suizo swedish.club@swedishclub.com (2019)	3. ¿Qué desventajas se observan con respecto a la utilización de combustibles destilados?		
Examinar con visión prospectiva el uso de combustibles residuales en concordancia con el cumplimiento de las normas vinculadas a la disminución del contenido de azufre, en buques mercantes que realizan cabotaje en el Perú.	Combustibles residuales	Precios		4. Evaluación de selección de combustibles alternativos y tecnologías - DNV GL (2019)	4. ¿Cuál es el costo del combustible destilado?		
		Características		5. Guía de especificaciones – Combustibles marinos globales - www.sgloboai.com/platts (2018)	5. ¿Qué características poseen los combustibles residuales?		
				6. Implantación de la normativa IMO 2020 y su consecuencia en los buques mercantes – Escuela Politécnica Superior de Ingeniería (2020)			
Uso de combustibles marino	Uso de gas.			7. Proceso de refino de petróleo para la obtención de combustibles marinos – Universidad Politécnica de Catalunya (2018)	6. ¿Qué ventajas se observan con respecto a la utilización de combustibles residuales con bajo contenido de azufre (menor al 0,5% m/m)?		
		Ventajas		8. Ingeniería marina: Medidas para la reducción de gases contaminantes en motores marinos – Universidad de la Coruña (2019)	7. ¿Qué ventajas se observan con respecto a la utilización de combustibles residuales con alto contenido de azufre (mayor al 0,5% m/m) en paralelo al uso de torres de lavado (scrubbers)?		
		Desventajas		9. El efecto de los cambios en los límites de azufre en el combustible marino en el 2020 en el mercado de energía – Administración de Información y Energía de los Estados Unidos (2020)	8. ¿Qué desventajas se observan con respecto a la utilización de combustibles residuales con bajo contenido de azufre (menor al 0,5% m/m)?		
					9. ¿Qué desventajas se observan con respecto a la utilización de combustibles residuales con alto contenido de azufre (mayor que 0,5% m/m) en paralelo al uso de torres de lavado (scrubbers)?		
					10. ¿Cuál es el costo de los combustibles residuales?		
					11. ¿Qué características poseen el gas		

<p>Analizar con visión prospectiva el uso de gas natural licuado como combustible marino alternativo en concordancia con el cumplimiento de las normas vinculadas a la disminución del contenido de azufre, en buques mercantes que realizan cabotaje en el Perú.</p>		<p>natural licuado</p>	<p>Ventajas</p> <p>Desventajas</p> <p>Precios</p> <p>Características</p> <p>Ventajas</p> <p>Desventajas</p> <p>Precios</p>	<p>Tecnologías - DNV GL - (2019)</p> <p>1. Una mirada a la energía de transición - DNV GL (2019)</p> <p>12. Buques impulsados por gas natural licuado. Entrada en vigor del Código IGF (2017)</p> <p>13. Reto OMI 2020 ¿Estamos preparados? - Universidad de la Laguna (2020)</p>	<p>natural licuado como combustible marino?</p> <p>12. ¿Cuáles serían las ventajas de utilizar gas natural licuado como combustible marino para cumplir con las normas "OMI 2020"?</p> <p>13. ¿Cuáles serían las desventajas de utilizar gas natural licuado como combustible marino para cumplir con las normas "OMI 2020"?</p> <p>14. ¿Cuál es el costo del gas natural licuado como combustible marino?</p> <p>15. ¿Qué características poseen el Metanol como combustible marino?</p> <p>16. ¿Cuáles serían las ventajas de utilizar de metanol como combustible marino para cumplir con las normas "OMI 2020"?</p> <p>17. ¿Cuáles serían las desventajas de utilizar de metanol como combustible marino para cumplir con las normas "OMI 2020"?</p> <p>18. ¿Cuál es el costo del metanol como combustible marino?</p>
<p>Examinar con visión prospectiva el uso de metanol como combustible marino alternativo en concordancia con el cumplimiento de las normas vinculadas a la disminución del contenido de azufre, en buques mercantes que realizan cabotaje en el Perú.</p>		<p>Uso de metanol</p>		<p>14. Metanol como combustible marino - Instituto de Metanol (2020)</p> <p>15. IMO 2020: El metanol es prometededor <a href="http://es.maritimeprofessional.com/news/imo2020-metanol-prometedor-260209">http://es.maritimeprofessional.com/news/imo2020-metanol-prometedor-260209</a> (2020)</p>	

**VISIÓN PROSPECTIVA SOBRE EL USO DE COMBUSTIBLES MARINOS EN  
CONCORDANCIA CON EL CUMPLIMIENTO DE LAS NORMAS VINCULADAS A  
LA DISMINUCIÓN DEL CONTENIDO DE AZUFRE, EN BUQUES MERCANTES  
QUE REALIZAN CABOTAJE EN EL PERÚ, 2020**

**Evaluación Específica de fuentes de información documental**

**Criterios de evaluación:**

1. Es acorde, se recomienda su uso.
2. No es del todo acorde, pero puede ayudar con información.
3. No es acorde, se recomienda restringir su uso.

Fuente	1	2	3
1. Guía de especificaciones – Combustibles marinos globales - <a href="http://www.spglobal.com/platts">www.spglobal.com/platts</a> (2018)			X
2. Evaluación de las consecuencias de la nueva regulación de la OMI sobre combustibles marinos – Escuela Técnica Superior de Ingenieros Navales (2015)			X
3. Directrices para la operación de combustibles destilados – Club Suizo - <a href="mailto:swedish.club@swedishclub.com">swedish.club@swedishclub.com</a> (2019)			X
4. Evaluación de selección de combustibles alternativos y tecnologías - DNV GL (2019)			X
5. Guía de especificaciones – Combustibles marinos globales - <a href="http://www.spglobal.com/platts">www.spglobal.com/platts</a> (2018)			X
6. Implantación de la normativa IMO 2020 y su consecuencia en los buques mercantes – Escuela Politécnica Superior de Ingeniería (2020)			X
7. Proceso de refinado de petróleo para la obtención de combustibles marinos – Universidad Politécnica de Catalunya (2018)			X
8. Ingeniería marina: Medidas para la reducción de gases contaminantes en motores marinos – Universidad de la Coruña (2019)			X
9. El efecto de los cambios en los límites de azufre en el combustible marino en el 2020 en el mercado de energía – Administración de Información y Energía de los Estados Unidos (2020)			X
10. Evaluación de selección de combustibles alternativos y tecnologías - DNV GL – (2019)			X
11. Una mirada a la energía de transición – DNV GL (2019)			X
12. Buques impulsados por gas natural licuado. Entrada en vigor del Código IGF (2017)			X
13. Reto OMI 2020. ¿Estamos preparados? – Universidad de la Laguna (2020)			X
14. Metanol como combustible marino – Instituto de Metanol (2020)			X
15. IMO 2020: El metanol es prometedor <a href="http://es.maritimeprofessional.com/news/imo2020-metanol-prometedor-290209">http://es.maritimeprofessional.com/news/imo2020-metanol-prometedor-290209</a> (2020)			X

Acotaciones:

*S/N*

---



---



---



---



---



---



---

**Evaluación Específica de guía de entrevista**

**Criterios de evaluación:**

1. La redacción del ítem induce y sugiere la respuesta del mismo.
2. No es pertinente con el objeto formulario.
3. No presenta congruencia con la unidad de análisis.
4. Presenta confusión en su contenido.
5. Presenta demasiada información.
6. Su contenido es repetitivo.
7. Presenta una secuencia inadecuada.
8. Se recomienda su eliminación.
9. Es pertinente.

Ítem	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1									X
2									X
3									X
4									X
5									X
6									X
7									X
8									X
9									X
10									X
11									X
12									X
13									X
14									X
15									X
16									X
17									X
18									X

Observaciones: NINGUNA

---



---



---



---



---

### Evaluación General

1. ¿La búsqueda de la información se corresponden con la categoría de análisis?

SI

2. ¿Las fuentes documentales y la guía de entrevista establecidas permiten alcanzar el objetivo de la investigación?

EFFECTIVAMENTE

3. Recomendaciones para mejorar la guía de entrevista

BUSCAR PROFUNDIZAR EN LA INFORMACION QUE PUEDE SER RECAADA DE LAS UNIDADES DE INFORMACION.

4. Recomendaciones generales para la investigación que se realiza

COMPARAR LAS CATEGORIAS FINALES DE MANERA RIGUROSA.

Nombre completo : WALTER CASTRO RIVERO

Profesión : OFICIAL MARINA MORGANTE

Grado académico : JEFE MAQUINAS

Características que lo determinan como experto:

- 16 AÑOS COMO JEFE DE MAQUINAS EN BUQUES PETROLEROS QUIMICUEROS EN COMPANIAS EUROPEAS.

- DOCESTE ENAMM ESPECIALIDAD DE MAQUINAS.

Firma

DNI 07807594

Fecha: 17-07-2020

## **ANEXO 4**

### **CONSENTIMIENTO INFORMADO APLICADO ANTES DE REALIZAR ENTREVISTAS A LA MUESTRA DE ESTUDIO**

#### **CONSENTIMIENTO INFORMADO**

Visión prospectiva sobre el uso de combustibles marinos en concordancia con el cumplimiento de las normas vinculadas a la disminución del contenido de azufre, en buques mercantes que realizan cabotaje en el Perú, 2020

Yo, \_\_\_\_\_, identificado con el número de DNI que aparece al pie de mi firma, acepto participar de manera voluntaria del proceso de recolección de datos e información para el trabajo de investigación en mención, realizado por los investigadores:

-Bachiller en Ciencias Marítimas Asmat Castro, Kevin Ricardo.

-Bachiller en Ciencias Marítimas Yupanqui Cárdenas, Samuel.

Accedo a participar y me comprometo a responder las preguntas que se me hagan de la forma más honesta posible, así como de participar en caso de ser requerido en actividades propias del proceso. Autorizo a que lo hablado durante las entrevistas o sesiones de trabajo sea grabado en video o en audio, así como también autorizo a que los datos que se obtengan del proceso de investigación sean utilizados, para efectos de sistematización y publicación del resultado final de la investigación.

Las personas que realizan el estudio garantizan que, en todo momento, la información recogida a los participantes será confidencial y sus datos serán tratados de forma anónima

Expreso que los investigadores me han explicado con antelación el objetivo y alcances de dicho proceso.

Firma: \_\_\_\_\_

DNI:

Cargo u ocupación:

Fecha: