ESCUELA NACIONAL DE MARINA MERCANTE

“ALMIRANTE MIGUEL GRAU”

Programa Académico de Marina Mercante

Especialidad de Máquinas

FINOS CATALÍTICOS Y SU INFLUENCIA EN EL DESGASTE DE LOS COMPONENTES DE LA MÁQUINA PRINCIPAL DE UN BUQUE MERCANTE: UNA APROXIMACIÓN CUALITATIVA DESDE LA PERSPECTIVA DE PROVEEDORES Y USUARIOS FINALES DE COMBUSTIBLES MARINOS RESIDUALES INTERMEDIOS VINCULADOS AL TRANSPORTE MARÍTIMO PERUANO

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

PRESENTADA POR:

GUTIERREZ NAVARRO, LUIS ALBERTO

MONTES QUISPE, CRISTHIAN JOSEPH

CALLAO, PERÚ

2020

FINOS CATALÍTICOS Y SU INFLUENCIA EN EL DESGASTE DE LOS COMPONENTES DE LA MÁQUINA PRINCIPAL DE UN BUQUE MERCANTE: UNA APROXIMACIÓN CUALITATIVA DESDE LA PERSPECTIVA DE PROVEEDORES Y USUARIOS FINALES DE COMBUSTIBLES MARINOS RESIDUALES INTERMEDIOS VINCULADOS AL TRANSPORTE MARÍTIMO PERUANO

DEDICATORIA

Principalmente a Dios, por haberme dado la vida.

Dedico la siguiente tesis a mis padres LUIS RUBEN GUTIERREZ AGUILAR y ROCIO NAVARRO ORELLANA; quienes, con su amor, paciencia y esfuerzo, así como la excelente formación que han hecho de mí una gran persona y estoy donde estoy logrando mis sueños y objetivos gracias a ellos. A mi hermano MIGUEL ADRIAN GUTIERREZ NAVARRO por su cariño y

sus palabras de motivación durante todo el proceso.

Quiero expresar un inmenso agradecimiento a la familia GONZALES PATRICIO por haberme apoyado a lo largo de este tiempo.

Gutierrez Navarro, Luis Alberto.

DEDICATORIA

A Dios, por ser el forjador de mí camino.

A mis Padres Blas y Rosa, por brindarme su apoyo incondicional, que me motivan a que nunca me rinda ante cualquier obstáculo, gracias por los esfuerzos que han realizado, los amo.

A mis hermanos y mi novia, por sus consejos, motivación constante y de quienes aprendo a ser una mejor cada día.

Montes Quispe, Cristhian Joseph

AGRADECIMIENTO

A mi alma mater la Escuela Nacional de Marina Mercante “Almirante Miguel Grau” quien nos entregó los conocimientos necesarios para desarrollarnos profesionalmente.

A nuestros profesores y asesores Dr. Jose Antonio Begazo Bedoya y Mg. José Martin Gil López.

ÍNDICE

Pág.

Portada…….. i
Título…….. ii
Dedicatoria…… iii
Agradecimientos…….. vi
ÍNDICE…… vii
LISTA DE FIGURAS…….. x
RESUMEN…… xi
ABSTRACT…… xiv
INTRODUCCIÓN…… xvi

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática…… 1
1.2. Formulación del problema…… 5
1.2.1. Problema general…… 5
1.2.2. Problema específico…… 5
1.3. Objetivos de la investigación …… 6
1.3.1. Objetivo general…… 6
1.3.2. Objetivos específicos…… 6
1.4. Justificación de la investigación…….. 7
1.5. Limitaciones de la investigación…….. 8
1.6. Viabilidad de la investigación…….. 9

CAPÍTULO II: MARCO REFERENCIAL

2.1. Antecedentes de las investigación …… 11
2.2. Marco normativo…… 16
2.2.1. Base legal…… 16
A. Anexo VI del Convenio MARPOL…….. 17
B. Instrumento OMI relevantes sobre la regulación de los límites de

azufre dentro del transporte marítimo…… 20
C. Directrices y recomendaciones que se desprenden de las circulares OMI sobre los límites de azufre permitidos y otros en relación con la problemática evidenciada sobre los finos catalíticos…….. 29
2.3 Marco teórico……. 33
2.3.1. Combustibles marinos residuales …… 33
A. Características de los combustibles residuales…….. 34
B. Principales combustibles residuales intermedios utilizados a Bordo de buques mercantes……. 38
C. Proceso de refinado de combustible residual…… 39
2.3.2 Finos catalíticos……. 47
2.3.3 Afectación en la maquina principal por la presencia de finos Catalíticos…… 54
A. Sistema de combustible…….. 54
B. Principales afectaciones…….. 57
2.3. Marco conceptual…….. 60

CAPÍTULO III: DISEÑO METODOLÓGICO

3.1. Diseño de la Investigación…….. 63
3.2. Muestreo…….. 66
3.3. Sistema de categorías……. 68
3.4. Técnica para la recolección de datos…….. 69
3.4.1 Técnica…… 69
3.4.2 Instrumentos……. 70
3.5. Técnica para el procesamiento y análisis de los datos…… 70
3.6. Rigor Cualitativo……. 71
3.7. Aspectos éticos…….. 72

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1 Conocer la acción de los finos catalíticos en el desgaste de los componentes de la maquina de un buque mercante desde la perspectiva de proveedores y usuarios finales de combustibles marinos residuales intermedios vinculados al transporte marítimo peruano……. 74
4.1.1 Conocer bajo que condiciones se producen combustibles marinos Residuales intermedios en las refinerías del Perú …… …… 74
4.1.2 Comprender como se producen los finos catalíticos en el combustible marino residuales intermedios en las refinerías de Perú……. 87
4.1.3 Conocer como es la trazabilidad respecto a las medidas que se establecen para garantizar la calidad del combustible marino residual Intermedio desde el proveedor al comprador/usuario final en cumplimiento con la normativa de azufre OMI 2020…….. 108
4.1.4 Identificar que acciones se toman en cuenta para disminuir y/o eliminar la presencia de finos catalíticos en la maquinaria principal…… 121

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Discusión…….. 138

5.2. Conclusiones…….…… 144
5.3. Recomendaciones…….. 148

FUENTES DE INFORMACIÓN

Referencias bibliográficas ……..…… 150
Referencias hemerográficas……..…… 152

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia……..……..…… 156
Anexo 2. Guías de entrevistas aplicados a muestra por rastreo compuesto por sujetos…….…… 158
Anexo 3. Validez del proceso investigativo a cargo de jueces expertos…….. 162
Anexo 4. Consentimiento informado aplicado antes de realizar entrevistas a la muestra de estudio…… 192

LISTA DE FIGURAS

Pág.

Figura 1: Los buques emiten óxidos de azufre los cuales son regulados por el convenio MARPOL en el transporte marítimo…… 20

Figura 2: Suministro de combustibles a un buque petrolero……. 24

Figura 3: Principales empresas proveedoras de combustibles marinos en el mercado peruano …….. 27

Figura 4: La circular MEPC.1/Circ.882 establece consideraciones los cuales forman parte de enmiendas respecto a la verificación de las muestras de combustible llevadas a bordo de los buques……. 29

Figura 5: Estándares para combustibles residuales según Norma ISO 8217:2017……... 30

Figura 6: Logo del Consejo internacional de motores de combustión…… 31

Figura 7: Proceso general de refino……. 34

Figura 8: Propiedades de los combustibles residuales……. 37

Figura 9: Desaladora…….. 40

Figura 10: Torre de destilación…….. 41

Figura 11: Unidad de vacío…….. 42

Figura 12: Craqueo térmico y torre de fraccionamiento…….. 43

Figura 13: Craqueo catalítico…….. 44

Figura 14: Estructura de la Zeolita, en la cual se quedan atrapadas las moléculas de gas carbónico…… 45

Figura 15: Distribución de centros ácidos y relación Si/Al…… 47

Figura 16: Estructura del fraccionador catalítico fluidizado(FCC)…….. 48
Figura 17: Fino catalítico…… 49
Figura 18: Tamaño de los finos catalíticos……..... 50
Figura 19: Afectación a la camisa del cilindro por abrasión en relación de los finos catalíticos…….. 52
Figura 20: Los finos catalíticos causan severos daños a la maquina principal si no es detectado a tiempo…….. 53
Figura 21: Demanda de combustibles marinos en los próximos años…… 53
Figura 22: Sistema de combustibles a bordo del buque…….. 56
Figura 23: Afectación a la camisa del cilindro……. 59
Figura 24: Daños a los motores Marinos debido a finos catalíticos en el combustible…….. 59
Figura 25: Tanque de servicio de combustible…… 99
Figura 26: Daño ocasionado por finos catalíticos en la camisa del cilindro…. 100
Figura 27: Desgaste abrasivo ocasionado por los polvos catalíticos……..... 101
Figura 28: Daños en el anillo del pistón ocasionado por los finos catalíticos.. 102
Figura 29: Iron Test realizado debido al incremento del contenido de polvos catalíticos…… 103
Figura 30: Sistema de combustible en relación al tanque de servicio……. 104

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo conocer la acción de los finos catalíticos en el desgaste de los componentes de la máquina principal de un buque mercante desde la perspectiva de proveedores y usuarios finales de combustibles marinos residuales intermedios vinculados al transporte marítimo peruano. Fue una investigación de ruta cualitativa, tipo básica, nivel exploratorio, diseño fenomenológico. Se aplicó un muestreo no probabilístico por rastreo la cual estuvo constituía por Ingenieros petroquímicos (04) quienes laboran en refinerías peruanas; Jefes de máquinas (06) y un (01) Superintendente de Flota quienes laboran en buques que se dedican al cabotaje en la jurisdicción marítima peruana; así como por unidades documentales referente al tema y objetivo de estudio. Los resultados permitieron establecer teorizaciones sobre las condiciones en las cuales se producen los combustibles marinos residuales intermedios; presencia de finos catalíticos en el combustible marino y su afectación con el desgaste de la máquina principal, trazabilidad respecto a las medidas que garantizan la calidad del combustible; y las acciones para disminuir y/o eliminar la presencia de finos catalíticos en la máquina

principal. Se concluyó estableciendo que no existe un conocimiento idóneo sobre las repercusiones de los finos catalíticos en el desgaste de los componentes de la máquina principal en las figuras más importantes que se vinculan con el transporte marítimo peruano, y que las concentraciones de finos catalíticos continuarán aumentando debido a que se seguirán utilizando catalizadores para disminuir la concentración de contenidos de azufre en los combustibles marinos.

Palabras clave: Finos, Catalíticos, Máquina, Principal, Proveedores, Usuarios, Finales, Transporte, Marítimo, Peruano.

ABSTRACT

The objective of this research was to know the action of catalytic fines in the wear of the components of the main machine of a merchant ship from the perspective of suppliers and end users of intermediate residual marine fuels linked to Peruvian maritime transport. It was a qualitative path investigation, basic type, exploratory level, phenomenological design. A non-probabilistic sampling was applied by tracing, which consisted of petrochemical engineers (04) who work in Peruvian refineries; Chief Engineers (06) and one (01) Fleet Superintendent who work on ships engaged in cabotage in the Peruvian maritime jurisdiction; as well as by documentary units regarding the subject and study objective. The results allowed to establish theorizations about the conditions in which the intermediate residual marine fuels are produced; presence of catalytic fines in marine fuel and its effect on the wear of the main machine, traceability regarding the measures that guarantee the quality of the fuel; and actions to decrease and / or eliminate the presence of catalytic fines in the main machine. It was concluded by establishing that there is no suitable knowledge on the impact of catalytic fines on the wear of the main machine components in the

most important figures that are linked to Peruvian maritime transport, and that the concentrations of catalytic fines will continue to increase due to that catalysts will continue to be used to reduce the concentration of sulfur content in marine fuels.

Keywords: Fine, Catalytic, Machine, Main, Suppliers, Users, End, Transportation, Maritime, Peruvian.

INTRODUCCIÓN

La presente investigación se refiera al tema de los finos catalíticos y su influencia en el desgaste de los componentes de la máquina principal de un buque mercante considerando la perspectiva de los proveedores y usuarios finales de combustibles residuales intermedios vinculados al transporte marítimo, en particular los buques mercantes que realizan cabotaje en la jurisdicción marítima nacional.

Los finos catalíticos forman parte de sólidos compuestos de aluminosilicatos los cuales se introducen en el combustible en el proceso de craqueo catalítico llevado a cabo en las refinerías, con el objetivo de poder reducir el contenido de azufre en el mismo.

Al llegar el suministro de combustibles, dichos sólidos ingresan al sistema de combustible en la cual la purificadora deberá minimizar su concentración antes de llegar al motor principal, ya que no hacerlo podría traer graves consecuencias que afectan principalmente a la camisa del cilindro, pistón, anillos del pistón, y otros

componentes, repercutiendo económicamente en la compañía propietaria de los buques.

La presente investigación se realizó con la intención de corroborar si la problemática es de conocimiento idóneo en el contexto peruano por lo que se tomaron las perspectivas de Ingenieros Petroquímicos que laboran en las refinerías y Oficiales de Máquinas quienes navegan en buques mercantes que realizan cabotaje en el Perú.

Los aspectos que formaron parte para ser analizados en correspondencia con el objetivo general del presente estudio se basó conocer las condiciones de producción de combustibles marinos residuales intermedios; presencia de finos catalíticos en el combustible marino residual y su afectación en el desgaste de los componentes de la máquina principal; la trazabilidad respecto a las medidas que garantizar la calidad del combustible y las acciones para disminuir y/o eliminar la presencia de finos catalíticos en la máquina principal.

Para el desarrollo de la investigación, se recopilaron además fuentes de información documentales respecto a la problemática evidenciada con tal de lograr teorizaciones concretas que ayuden a explicar los diversos aspectos que giran en torno de los finos catalíticos en los buques mercantes, lo cual enmarca fuentes de información los cuales no suelen ser documentadas en el plano nacional.

Para la recolección de datos se aplicaron entrevistas estructuradas y fuentes documentales, cuya información se realizó a través de técnicas de corte y clasificación, así como análisis documental, herramientas cualitativas sobre las cuales se extrajeron las ideas finales que dieron pie a las teorizaciones según cada objetivo específico en correspondencia con el objetivo general del presente trabajo de investigación.

En este sentido, desde una ruta cualitativa, el presente estudio busca conocer la acción de los finos catalíticos en el desgaste de los componentes de la maquina principal de un buque mercante tomando las perspectivas de las figuras antes mencionadas perteneciente a las refinerías y buques mercantes que realizan cabotaje en el Perú, y de esta manera difundir conocimiento sobre una temática actual que se desprende del cumplimiento de las normas vinculadas a la contaminación ocasionada por los buques mercantes correspondiente al Anexo VI del Convenio internacional para prevenir la contaminación por lo buques, llamado también Convenio MARPOL. Por consiguiente, el presente trabajo de investigación se halla dividido de la siguiente manera:

CAPITULO I: PLANTEMIENTO 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 normativo, el marco legal y el marco conceptual.

CAPITULO III: DISEÑO METODOLÓGICO, Se presenta el diseño de investigación, su muestreo, sistema de categorías, las técnicas de recolección de

datos, el rigor cualitativo, técnicas para el procesamiento/análisis de datos, y se mencionan los aspectos éticos.

CAPITULO V: RESULTADOS, Se presentan los resultados en función a los objetivos específicos sobre los aspectos que corresponden a las subcategorías de análisis que dan respuesta en conjunto al objetivo general del presente estudio a partir de las teorizaciones establecidas.

CAPITULO VI: DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**,** Se formulan las discusiones, 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 finos catalíticos, llamados también polvos catalíticos, son partículas sólidas de alta dureza los cuales suelen ser producidos en el proceso de refinación del petróleo en donde se elaboran los combustibles residuales intermedios para los buques mercantes con menor concentración de azufre, y al llegar a la maquina principal suelen causar daños a la camisa del cilindro, pistones, anillos, etc. durante su existencia ya sea en pocas semanas o alrededor cien horas de trabajo.

A nivel internacional, durante más de cinco décadas, los ingenieros y operarios vinculados al combustible residual han sido cada vez más conscientes del daño potencial causado por un alto contenido de finos catalíticos en los motores de los buques mercantes, lo que ha traído consecuencias en relación con las aseguradoras sobre el desgaste excesivo evidenciado en el motor principal a causa del combustible de mala calidad particularizando en el alto contenido de finos catalíticos (El Comité Joint Hull, 2013).

Con la implantación de las normativas en relación con los límites mínimos establecidos en el Anexo VI del Convenio MARPOL respecto a la concentración de azufre en el combustible marino (0.50 % masa/masa), los cuales entraron en vigor el 1 de enero del presente año, la OMI responde a la preocupación mundial que existe sobre el efecto de los gases contaminantes y su efecto en la salud humana.

El impacto generado por la industria marítima en razón del cumplimiento de dicha regulación, recae principalmente sobre las refinerías encargadas de elaborar los combustibles marinos que son utilizados por los buques, ya que utilizan catalizadores (finos catalíticos) para disminuir el porcentaje de azufre en los combustibles residuales a través del proceso de craqueo catalítico llevado a cabo en el fraccionador catalítico fluidizado (FCC), lo cual trae consigo la introducción de materia particulada conformado por los finos catalíticos determinados como contaminantes en el motor principal del buque.

Según la Organización de Países Exportadores de Petróleo (2019) pronostica que 138 millones de toneladas anuales serán agregadas a la capacidad de craqueo en las refinerías hasta el año 2022 tomando como punto de referencia el año 2017, por lo que existirá una mayor existencia de polvos catalíticos en el combustible utilizado por los buques, y en consecuencia dentro de la máquina principal.

Así también según lo estipulado por Alfa Laval (2019) la falta de conocimiento y familiarización sobre buenas prácticas que deben ser adoptadas por los operadores de motores marinos podría repercutir en daños extremadamente costosos para los armadores de buques, por lo que exhorta a poner mayor atención a dicha problemática lo cual es un asunto coyuntural en relación con la nueva normativa, con el uso de los combustibles marinos en la nueva era de azufre dentro del transporte marítimo.

Así también la Resolución MEPC.320 (74), adoptado el 17 de mayo de 2019 postula posibles repercusiones para la seguridad señaladas en relación con la utilización de combustibles reglamentarios en 2020, manifestando en relación con los finos catalíticos lo siguiente:

> Los finos catalíticos provocarán el desgaste abrasivo de las camisas interiores del cilindro, los anillos del pistón y el equipo de inyección del combustible si el sistema de tratamiento del combustible no los reduce suficientemente. Puede producirse un desgaste elevado en la cámara de combustión (MEPC, 2019, p. 20).

Bajo lo antes expuesto, señala además como observación que los principales fabricantes de motores recomienden que el contenido de finos catalíticos en el combustible no exceda de 10 mg/kg (ppm) en la entrada del motor, llevada a cabo a través del suministro rutinario de combustible que se suele proveer a los buques mercantes.

Dicho panorama es de repercusión internacional, donde la jurisdicción marítima peruana no es ajena, ya que el Perú, como Estado Parte firmante del Protocolo de 1997 sobre el cual se añade el Anexo VI del Convenio MARPOL debe dar fiel cumplimiento a las disposiciones establecidas respecto al cumplimiento con los límites de azufre en el combustible para los buques mercantes, lo cual trae en consecuencia de manera específica el impacto que relaciona a proveedores y usuarios finales de combustibles marinos residuales en el contexto nacional.

De acuerdo a la revisión bibliográfica en el contexto nacional, no existe información pertinente que contribuya con asentar una base informativa respecto a una problemática que podría repercutir con mayor afectación en la industria naviera del transporte marítimo que se desarrolla localmente, lo cual crea una brecha de conocimiento y formación particularmente para las figuras operativas quienes se encuentran involucrados en la operación de buques mercantes que realizan cabotaje en el Perú, y en consecuencia perjuicios para los armadores de dichos buques.

Ante lo expuesto, el presente trabajo de investigación pretende establecer una aproximación cualitativa tomando en cuenta la perspectiva de proveedores, en los que destacan personas relacionadas al ámbito de las refinerías en el Perú y usuarios finales, quienes se encuentran representados por Superintendentes de Flota y Jefes de Máquinas que operan buques que realizan cabotaje en el contexto local sobre los finos catalíticos y su influencia en el desgaste de la máquina principal de los buques.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuál es la acción de los finos catalíticos en el desgaste de los componentes de la máquina principal de un buque mercante desde la perspectiva de proveedores y usuarios finales de combustibles marinos residuales intermedios vinculados al transporte marítimo peruano?

1.2.2. Problemas específicos

-¿En qué condiciones se producen los combustibles marinos residuales intermedios en las refinerías del Perú?

-¿Cómo se producen los finos catalíticos en el combustible marino residual intermedio que consumen los buques mercantes y qué afectación tiene en razón con el desgaste de los componentes de la máquina principal?

-¿Cómo es la trazabilidad respecto a las medidas que se establecen para garantizar la calidad de combustible marino residual intermedio desde el proveedor al comprador/usuario final en cumplimiento con la normativa de azufre OMI 2020?

-¿Cuáles son las acciones que se toman en cuenta para disminuir y/o eliminar la presencia de finos catalíticos en la máquina principal?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

Conocer la acción de los finos catalíticos en el desgaste de los componentes de la máquina principal de un buque mercante desde la perspectiva de proveedores y usuarios finales de combustibles marinos residuales intermedios vinculados al transporte marítimo peruano.

1.3.2. Objetivos específicos

-Conocer bajo qué condiciones se producen los combustibles marinos residuales intermedios en las refinerías del Perú.

-Comprender cómo se producen los finos catalíticos en el combustible marino residual intermedio que consumen los buques mercantes y qué afectación tiene en razón con el desgaste de los componentes de la máquina principal.

-Conocer cómo es la trazabilidad respecto a las medidas que se establecen para garantizar la calidad del combustible marino residual intermedio desde el proveedor al comprador/usuario final en cumplimiento con la normativa de azufre OMI 2020.

-Identificar qué acciones se toman en cuenta para disminuir y/o eliminar la presencia de finos catalíticos en la maquina principal.

1.4. Justificación de la investigación

1.4.1. Justificación teórica

El presente estudio reúne un conjunto de conceptos, teorías y consideraciones críticas respecto a los finos catalíticos y su influencia en el motor principal de un buque mercante, lo cual se establece partiendo desde un marco legal el cual considera los instrumentos normativos principales en relación con la temática de estudio.

Dicha información podrá servir de base para futuros estudios quienes consideren la misma línea de investigación, de tal manera que podrá ser un punto de referencia fundamental el cual podrá estar sometido a discusión y comparaciones críticas.

1.4.2. Justificación metodológica

Aporta con una metodología flexible muy propio de un proceso cualitativo el cual combina información documental base con lo cual se construyó, entrevistas y se obtuvieron otras fuentes de información que corroborasen ideas centrales para establecer una teorización en respuesta del objetivo señalado.

Así pues, futuros investigadores podrán utilizar dicho procedimiento para hacer un análisis exploratorio sobre una línea de investigación sobre la cual no existe mucha información en el contexto nacional, construyendo de esta manera el conocimiento científico orientado a la operación de los buques en el plano local.

1.4.3 Justificación práctica

Con la información recabada, proveedores y usuarios del transporte marítimo a nivel nacional podrían someter a reflexión diversos panoramas que involucra a ambos actores sobre la problemática vinculada a los finos catalíticos, ya que podría representar las consideraciones básicas con el fin de aplicar estrategias o soluciones prácticas en mejora de la calidad del combustible marino residual intermedio que se produce.

Por otra parte, con relación a los usuarios finales u operadores de buques se afianzaría una mayor gestión en la recepción y entrada del mismo en la máquina principal a cargo del personal que forma parte del departamento de ingeniería, para lo cual es necesario seguir construyendo información base que establezca conocimientos sólidos para consolidad aplicaciones prácticas.

1.5. Limitaciones de la investigación

En la bibliografía nacional, no se encontraron estudios referentes a la línea de investigación, por lo tanto, no se contaron con antecedentes en el plano local,

para lo cual bajo criterios metodológicos se eligieron antecedentes internacionales afines con la problemática abordada.

Los límites teóricos de análisis de la presente línea de investigación se refieren a diversos aspectos en el plano local sobre la producción del combustible marino residual intermedio por parte de los proveedores (refinerías), la presencia de los finos catalíticos en el combustible, cuestiones relacionadas con la trazabilidad que garantiza la calidad del combustible que se provee a los buques, y las acciones que toman en cuenta los operadores de buques que realizan cabotaje en el Perú respecto a la disminución y eliminación de los polvos catalíticos como contaminante en la máquina principal, cuyo espacio temporal de análisis corresponde al año 2020.

La información que se provee en el presente estudio forma parte de la perspectiva de actores vinculados al transporte marítimo peruano. En primera instancia los proveedores responden a las refinerías que producen los combustibles para los buques, y los compradores y/o usuarios finales corresponden a unidades de información quienes operan buques que realizan cabotaje en el Perú.

Así también, existió una limitación en base a la falta de accesibilidad y disponibilidad por el trabajo que realizan Ingenieros petroquímicos de la refinerías peruanas y Jefes de Máquinas o Superintendentes de Flota de buques mercantes que realizan cabotaje en el Perú, que sumado a los problemas suscitados por la pandemia en el presente año dificultó el proceso investigativo. Sin embargo,

tomando prudencia respecto al tiempo, se pudo recabar información de las unidades de información necesarias con los cual se pudo responder a la pregunta central del proceso investigativo.

1.6. Viabilidad de la investigación

La investigación fue viable porque se contó con el recurso humano y documental con lo cual se pudo asentar una teoría base que fundamenta y da respuesta a la pregunta de investigación. De esta manera se pudo cumplir con el objetivo establecido para el presente trabajo de investigación.

Cabe resaltar que para obtener información de los sujetos que formaron parte del recurso humano necesario se utilizó medios virtuales y electrónicos para realizar las entrevistas necesarias en virtud de las preguntas establecidas como medio de búsqueda de información pertinente.

CAPÍTULO II: MARCO REFERENCIAL

2.1. Antecedentes de la investigación

La presente investigación se respalda en los antecedentes internacionales de Vukisevic, Racic, Ivosevic (2017), en la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Maribor, Eslovenia, con su trabajo de investigación titulado: "*Material del anillo de pistón en un motor de dos tiempos que sostiene el desgaste debido a finos catalíticos"*. Se planteó como objetivo analizar los efectos del material de los segmentos del pistón en su rango de desgaste, dado a que se desconoce la composición química porque el fabricante no presenta de manera clara. Fue un estudio cualitativo, tipo básica, nivel exploratorio, diseño investigación – acción. La muestra estuvo conformada por una sección del pistón sobre la cual se realizaron las observaciones necesarias. Utilizó como técnica de recolección de datos la observación. Los resultados permitieron obtener información de las muestras de los anillos del pistón del motor 6RTA-S8T, la base del anillo XRF, capas químicas SEM, medición del ancho de base y capa, así como de la micro resistencia. Concluyeron estableciendo que los finos catalíticos

siempre se encuentran en el fueloil pesado, por lo que su presencia debe ser monitoreada cuidadosamente y su cantidad debe reducirse al mínimo.

MAN Diesel y Turbo (2017) realizó un estudio titulado: "*Finos catalíticos, su impacto en el desgaste del motor y como reducirlos".* Se plantearon como objetivo realizar un análisis sobre el impacto producido por los finos catalíticos en los motores de combustión interna de dos tiempos, estableciendo criterios para su propia reducción. Fue un estudio de enfoque cualitativo, tipo básica, nivel exploratorio y diseño narrativo. Utilizó como técnica de recolección de datos la documentación. Así también utilizaron como herramientas de recolección de datos fichas documentales los cuales le sirvieron para poder sistematizar la información presentada. Los resultados permitieron sistematizar información sobre el proceso de desgaste en la cámara de combustión, límites máximos para finos catalíticos en combustibles marinos, sistema de limpieza de combustibles, monitoreo y experiencias diversas sobre el servicio de las distintas problemáticas evidenciadas sobre dicha condición. Concluyó estableciendo que los finos catalíticos por lo general se encuentran en el combustible marino, ya que los finos catalíticos se originan en los procesos de craqueo catalítico en las refinerías donde se utiliza un catalizador para descomponer hidrocarburos complejos en moléculas más simples.

Peña (2016), realizaron una investigación en la Universidad de la Coruña, España, titulado: "*Medidas para la reducción de gases contaminantes en motores marinos".* Se propusieron como objetivo analizar las tecnologías y medidas utilizadas para controlar y disminuir las emisiones de contaminantes ocasionados

por los buques, un tema complicado para la mayoría de los implicados en este sector ya sea por la obligatoriedad de cumplir con las reglas, y por otro lado el gasto económico, logístico y preparatorio para poder implantar una nueva tecnología o realizar modificaciones para poder cumplir con las regulaciones del MARPOL. Fue un estudio de enfoque cualitativo, tipo básica, nivel exploratorio y diseño narrativo. Utilizó como técnica de recolección de datos la documentación y como herramientas de recolección de datos fichas de investigación. Los resultados establecieron consideraciones generales respecto a consideraciones medioambientales, normativa antipolución, la propulsión diésel en buques mercantes, combustibles utilizados en el sector marino, formación de contaminantes y técnicas de reducción de emisiones aéreas. Concluyó estableciendo que, para cumplir con los nuevos objetivos respecto a la norma, es necesario realizar inversiones, por lo que los armadores se enfrentan a una serie de decisiones importantes en términos de inversión y del comercio si quieren hacer negocios dentro de los futuros límites de emisiones de gases contaminantes, lo cual serían retornables a medio plazo.

El Comité Joint Hull (2013), realizo un estudio titulado: "*Daño de motores marinos debido a finos catalíticos en el combustible".* Se plantearon como objetivo abordar cuestiones clave sobre los finos catalíticos proporcionando información técnica sobre las mismas, específicamente en la evaluación detallada de la causa y las consecuencias de los daños a la maquinaria, así como destaca la evaluación de riesgos y los factores de mitigación para su consideración durante el proceso de apertura. Fue un estudio de enfoque cualitativo, tipo básica, nivel exploratorio diseño narrativo. Utilizó como técnicas de recolección de datos la documentación

y como herramienta de recolección de datos fichas de análisis de contenido. Los resultados abordaron diversos aspectos sobre la cual resalta que con la creciente demanda a través de la legislación ambiental que requiere la quema de combustible más limpio, los búnkeres con bajo contenido de azufre que contienen un mayor contenido de finos catalíticos son obligatorios para el uso en embarcaciones que comercian en áreas de control de emisiones, lo que aumenta el requisito de una gestión cuidado del combustible. Concluyeron estableciendo que existe evidencia real de que la calidad de los búnkeres de fueloil pesado ha disminuido en los últimos años con el impacto resultante en la frecuencia de los daños del motor.

Así también, Moreno (2013) realizó un estudio titulado: "*Estudio sobre la prevención de emisión de gases en buques aplicado a un cementero".* Se planteó como objetivo analizar la normativa actual para la prevención de emisiones en buques y nueva reglamentación, así como estudio sobre el anexo VI de MARPOL que entró en vigor el 19 mayo de 2005. Se muestra también un ejemplo de aplicación del mismo con los límites de emisión de NOx y SOx permitidos por MARPOL para un buque cementero construido en 2011. Fue un estudio el cual se caracterizó por poseer un enfoque cualitativo, tipo básica, nivel exploratorio y diseño narrativo. Utilizó como técnica de recolección de datos la documentación y como unidades de muestreo archivos y fuentes documentales correspondientes el tema de investigación. Los resultados detallan una sistematización sobre diversos aspectos en los cuales destacan una introducción; reacciones y soluciones; contaminantes; métodos para la reducción de las emisiones en motores marinos; y la aplicación correspondiente para un buque cementero. Concluyó

estableciendo que, para cumplir con la normativa de emisiones de gases contaminantes, cada buque debe realizar un análisis particular de sus condiciones y recursos sobre los cuales se puedan aplicar estrategias y mecanismos con el fin de dar cumplimiento en virtud de lo que establece el marco legal técnico establecido en el Anexo VI del Convenio MARPOL.

Así también, Jinliang (1998) realizó un estudio titulado: "*Contaminación atmosférica por motores diésel marinos y su aplicación en el MET (Educación y formación marítima)".* Se planteó como objetivo elaborar un programa de formación relacionado con la contaminación atmosférica por motores diésel marinos y su aplicación en el MET. Fue un estudio de ruta cualitativa, tipo básica, nivel exploratorio y diseño investigación acción. Utilizó como técnicas de recolección de datos la documentación y como herramientas de recolección de datos fichas de investigación. Para cumplir con el objetivo planteado realizó una revisión de la literatura partiendo del marco legal que se estableció en el Anexo VI del Convenio MARPOL y los mecanismos de formación pertinentes en correspondencia con los cursos modelo OMI. Los resultados permitieron sintetizar información base en correspondencia la contaminación atmosférica proveniente de los buques, el desarrollo de tecnología respecto a la reducción de emisiones aplicables a los buques y sobre las necesidades de formación respecto a emisión de gases para ingenieros de máquinas que operan los buques mercantes. Concluyó estableciendo que el programa de formación educativa que propuso, sobre la contaminación atmosférica de los motores diésel marinos, debería añadirse al plan curricular de los cadetes y/o estudiantes marítimos de la

especialidad de puente, exhortando su impartición en Oficiales quienes ya se encuentran a bordo.

Por último, Barchue (1991) realizó un estudio titulado: "*Un enfoque práctico para el uso eficiente de fuelóleos pesados en motores diésel".* Se planteó como propósito proporcionar a los operadores de los buques los conocimientos necesarios para gestionar de forma eficiente el uso de HFO en los motores diésel Fue un estudio de ruta cualitativa, 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. Para cumplir con el objetivo propuesto realizó un análisis exhaustivo sobre diversos temas correspondientes con los combustibles pesados. Los resultados plasmaron información relevante sobre el origen, componentes y calidad del fueloil pesado; el almacenamiento, transferencia y tratamiento; sistema de refuerzo de combustible y equipo de inyección; la combustión de fueloil pesado en comparación con los motores diésel de dos tiempos de baja velocidad y los parámetros de los equipos de uso de los gases de escape; la comparación con los motores diésel de cuatro tiempos; y la gestión del uso de dicho combustible en motores diésel. Concluyó manifestando que la calidad del fueloil pesado (HFO) sigue disminuyendo y que los avances en los métodos de refinación que conducen a la extracción de componentes más ligeros del petróleo crudo y la introducción de finos catalíticos en los combustibles residuales pronto se utilizara ampliamente a nivel mundial. Dicha tendencia, sin duda, aumentará la demanda del conocimiento sobre los operadores de los buques por lo que deberían estar completamente informados sobre las implicaciones del uso de HFO.

2.2. Marco normativo

2.2.1. Base legal

Para poder establecer una consideración base de análisis respecto a la problematización de la temática de estudio, es importante resaltar los elementos jurídicos de naturaleza obligatoria y recomendatoria en relación con el tema de estudio.

Así pues, con base a la búsqueda de la bibliografía existente se pudieron recopilar diversas fuentes que constituyen el presente marco legal, sobre lo cual se describen diversos aspectos que tienen una vinculación frente a la problemático en razón de los finos catalíticos.

Entre los principales instrumentos normativos, los cuales tienen información legal sobre el tema investigado se tiene:

A. Anexo VI del Convenio MARPOL.

B. Instrumentos OMI relevantes sobre la regulación de los límites de azufre dentro del transporte marítimo.

C. Directrices y recomendaciones que se desprenden de las circulares OMI sobre los límites de azufre permitidos y otros en relación con la problemática evidenciada sobre los finos catalíticos

A. Anexo VI del Convenio MARPOL

El Convenio internacional para prevenir la contaminación ocasionada por los buques, denominado también Convenio MARPOL, es un instrumento normativo el cual fue adoptado el 2 de noviembre de 1973 en la sede la OMI y entró en vigor el 2 de octubre de 1983.

Según OMI (2017) tiene como objetivo preceptuar reglas de alcance universal que determine la reducción y/o eliminación de la contaminación ocasionada por los buques mercantes por cuestiones accidentales u operacionales como parte de la explotación de la misma.

Dicho marco legal constituye un conjunto de reglas y disposiciones técnicas aplicables para los buques tomando como criterio los principales medios sobre los cuales los buques pueden establecer riesgos que atentan contra el ecosistema y lecho marino.

El Convenio MARPOL consta de 6 anexos técnicos los cuales son los siguientes:

-Anexo I: Reglas para prevenir la contaminación por hidrocarburos.

-Anexo II: Reglas para prevenir la contaminación por sustancias nocivas liquidas 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 aguas sucias de los buques.

-Anexo V: Reglas para prevenir la contaminación por las basuras de los buques.

-Anexo VI: Reglas para prevenir la contaminación atmosférica ocasionada por los buques.

Vinculado al tema en cuestión, es importante profundizar sobre el Anexo VI del Convenio MARPOL en el cual resaltan la regla 14 y regla 18 referido a los límites de azufre, calidad y disponibilidad del fueloil:

Regla 14 Óxidos de azufre (SOx) y materia particulada -Prescripciones generales: Se establece el límite de azufre lo cual entró en vigor el 1 de enero del año 2020. Dicha regulación establece el nivel de azufre a escala mundial en relación con el uso del fueloil residual estableciendo un parámetro de 0.50 % masa/masa. -Prescripciones aplicables en las zonas de control de las emisiones: Así mismo, respecto a las zonas de control de las emisiones, en adelante, zonas ECAs, establece un límite de 0.10 % masa/masa con respecto a los niveles de azufre en el fueloil. -Examen de la norma: Se establece disposiciones con la intención de someter a evaluación la disponibilidad del fueloil a fin de cumplir con las normas vinculantes a los límites establecidos. En tal sentido, es oportuno considerar que bajo la presente disposición en la cual se pretende examinar la norma de manera pertinente según sea necesario, las regulaciones sobre los límites de azufre determinaran ciertas orientaciones que conlleven a modificaciones constantes hasta cumplir con los objetivos medioambientales de la OMI en el cual el transporte marítimo tiene responsabilidad.
Regla 18 Disponibilidad y calidad de fueloil -Disponibilidad del fueloil: Se señalan alcances sobre el rol de cada Parte para fomentar la disponibilidad de fueloil que cumpla con los componentes establecidos en la regla 14. Cuando un buque no pueda cumplir con la disponibilidad del fueloil de acuerdo con las prescripciones del límite de azufre, debe informar a la autoridad competente y mostrar pruebas de que tomó las medidas necesarias para poder adquirir el combustible reglamentario y de acuerdo a eso se tomarán otras medidas correspondientes con las necesidades y la situación. -Calidad del fueloil: En primera instancia, se establece que la calidad del combustible no debe comprometer la seguridad del buque o afectar negativamente al rendimiento de las máquinas o ser perjudicial para el

personal o que contribuya a aumentar la contaminación atmosférica.
No se permite que en el proceso de refinación del petróleo se utilicen ácidos, desechos químicos, más sin embargo es permitido el uso de aditivos con el objetivo de mejorar aspectos con respecto al rendimiento.
Se establece además que cuando se realiza una entrega de combustible, se debe realizar una muestra representativa, la cual debe estar sellada y firmada por el proveedor y el Capitán u oficial encargado de la operación de toma de combustible, la cual se debe conservar a bordo del buque hasta que el combustible se haya consumido o al pasar un año desde la fecha de entrega.
Por otra parte, se exige que las Autoridades Competentes se encarguen de:

- Mantener un registro de los proveedores locales de fueloil
- Que los proveedores locales faciliten la entrega de combustible y la muestra establecidas en las reglas 14 y 18.
- Que los proveedores conserven una copia de las notas de entrega de combustibles que se facilitan para los buques.
- Tomar medidas pertinentes sobre los proveedores que no cumplan con entregar los combustibles de acuerdo a lo que indica en la nota de entrega.
- Se mantenga conocimiento de los casos en que un buque haya recibido fueloil que no se ajuste a lo prescrito.
- Se informa a los canales de la OMI sobre los diversos aspectos correspondientes al proveedor de fueloil que no se haya cumplido con lo prescrito en la regla 14 y 18.

OMI (2017).

La norma establecida en el Anexo VI del Convenio MARPOL, tanto en la regla 14 y 18 forman parte de las disposiciones generales y obligatorias en razón de minimizar la contaminación de óxidos de azufre por parte de los buques mercantes.

En primer lugar, existe la norma que establece el límite de azufre que los buques deben poseer, y al considerar que los combustibles pesados son los más utilizados por los buques, el límite de 0.50 % masa/masa trae como consecuencia que las refinerías utilicen mecanismos con el fin de reducir los niveles de azufre en dicho combustible.

Así también se enmarcan diversas actividades en donde las Autoridades Competentes deben observar las actividades realizadas por los proveedores y los compradores del combustible, quienes son representados por los buques mercantes quienes forman parte de los consumidores finales del fueloil establecido.

Figura 1. Los buques emiten óxidos de azufre los cuales son regulados por el Convenio MARPOL en el transporte marítimo.
Fuente: Recuperado de https://www.shiplilly.com/es/blog/omi-2020-el-costo-de-un-mejor-futuro/

B. Instrumentos OMI relevantes sobre la regulación de los límites de azufre dentro del transporte marítimo

Los instrumentos de carácter obligatorio y recomendatorio que son relevantes y guardan relación con lo establecido en el Convenio MARPOL, se pueden clasificar según su orientación jurídica en determinación de las actividades aplicables a la operación de los buques y forman parte de un conjunto de respuestas y estrategias que buscan minimizar la contaminación atmosférica.

La orientación jurídica se encuentra en relación de la implantación, mejores prácticas y otra circular vinculante a enmiendas sobre la aplicación temprana de los procedimientos de verificación a partir de las muestras de fueloil. En tal sentido, a continuación, según OMI (2019) se presentan las siguientes:

Implantación
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 – Resolución MEPC.305(73) Fue adoptado el 26 de octubre de 2018 y tuvo como objetivo realizar una enmienda al Anexo VI del Convenio MARPOL, la cual busca prohibir el transportar fueloil no reglamentario para combustión destinado a ser utilizado en la propulsión o el funcionamiento a bordo del buque. Se establece la entrada en vigor de dicha enmienda al Tratado a partir del 1 de marzo de 2020. **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 – MEPC.1/Circ.878** Fue adoptado el 9 de noviembre de 2018 y se establecen los primeros lineamientos para la implantación uniforme del límite de contenido de azufre del 0.50 % en virtud de lo que se estableció en la regla 14 del Anexo VI del Convenio MARPOL. De manera inicial se establece 3 aspectos fundamentales los cuales son los siguientes: -Breve introducción de lo que desea cumplir con la circular. -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. -Cuestiones en relación con el consumo de combustible que se ajuste los límites establecidos. **Directrices de 2019 para la implantación uniforme del límite del contenido de azufre del 0.50 % en virtud del Anexo VI del Convenio MARPOL – Resolución MEPC.320(74)** Fue adoptado el 17 de mayo de 2019 con la orientación de plasmar orientaciones sobre uso de combustibles que puedan aplicarse según las normas estipuladas en la regla 14 del Anexo VI del Convenio MARPOL. Así también, se detallan actividades respecto a la planificación de la implantación en el buque para el año 2020; consideraciones afines con las repercusiones en los sistemas de máquinas y de combustible; cuestiones de verificación y mecanismos y medidas de control; consideraciones sobre la falta de disponibilidad de fueloil; posibles repercusiones para la seguridad en relación con los fueloils que cumplen con el límite del

contenido de azufre del 0.50 % masa/masa.
En la presente directriz, en el punto 3 titulado “Estabilidad y compatibilidad” se hace mención a los finos catalíticos, sobre el cual se anuncia la problemática que vincula el uso de catalizadores en los combustibles pesados.

Mejores Prácticas

Orientaciones sobre las mejores prácticas para los compradores/usuarios de fueloils a fin de garantizar la calidad de fueloil utilizado a bordo de los buques – MEPC.1/Circ.875

Las recomendaciones sobre mejores prácticas para garantizar la calidad del fueloil buscan:

-Respaldar una toma de decisiones justificada por los compradores de fueloil.

-Brindar una orientación para los compradores de fueloils en la determinación de tomar las especificaciones correctas y considerar los alcances necesarios que confirme que el combustible cumpla con lo requerido.

-Fomentar las interacciones entre la tripulación del buque quienes tienen responsabilidades de la manipulación del combustible e inclusive el elemento humano quienes se encargan de proveerlos.

-Reducir al mínimo el riesgo de problemas técnicos o administrativos relacionados con la toma de combustible.

-Evitar controversias sobre el proceso de suministro de combustibles.

-Brindar un mayor alcance sobre los diversos aspectos que se desligan de la regla 14 y 18 del Anexo VI del Convenio MARPOL.

Con la presente circular se busca proveer información vital para los compradores de combustibles, que para fines explícitos en razón de los actores de la industria marítima corresponde a la gestión de los buques mercantes.

Uno de las consideraciones que enmarca la presente circular es que el comprador del combustible tenga conocimiento de las especificaciones correctas teniendo en cuenta las capacidades técnicas del buque y la zona en la cual se adquirirá el combustible (Ver Anexo 2).

Cabe resaltar que las recomendaciones presentes fueron emitidas el 26 de abril de 2018.

Orientaciones sobre las mejores prácticas para los proveedores de fueloil a fin de garantizar la calidad del fueloil entregado a los buques – MEPC.1/Circ.875/Add.1

Tales orientaciones fueron adoptadas el 9 de noviembre de 2018 y se fundamenta en las reglas 14 y 18 del Anexo VI del Convenio MARPOL, así como con la regla II-2/4.2.1.1 del Convenio SOLAS, en la cual se establece el no utilizar ningún combustible líquido el cual posea un punto de inflamación inferior a 60° C.

Entre las principales consideraciones que se establecen, se anuncia que los proveedores de entregar fueloil deben cumplir con las especificaciones y límites reglamentarios.

Cuando los proveedores elaboren procedimientos, deben tomar en cuenta las mejores prácticas orientadas a las prácticas del sector y las normas, por ejemplo, las publicaciones por la Organización Internacional de Normalización (ISO).

No aplica las presentes orientaciones a combustibles de bajo punto de inflamación tales como el GNL, el GPL, el alcohol metílico/etílico, ni los biocombustibles puros.

Las principales metas de la presente circular:

-Que los combustibles se entreguen en un punto custodiado que puede ser por la borda o el colector del buque receptor.

-Que los combustibles que se entregan cumplan con la regla 14 y 18 del Anexo VI del Convenio MARPOL.

-Se cumplan con las prescripciones del Capítulo II-2 del Convenio SOLAS sobre el límite de punto de inflamación.

-Facilitación por parte del proveedor a los compradores hojas informativas sobre la seguridad, lo cual se suele conocer como hojas informativas sobre la seguridad de los materiales (Material Safety Data Sheet – MSDS), así como otros documentos que contengan información pormenorizada de las propiedades del combustible suministrado.

-Verificar que se tomen las muestras necesarias de acuerdo con lo establecido en el Convenio MARPOL y resolución MEPC.182 (59).

-Que se busque la transparencia y trazabilidad y se lleve a cabo un control de la calidad en toda la cadena de suministro de combustible para buques.

-Que se mitiguen los riesgos a los cuales se encuentra expuesto el combustible en la cadena de suministro, evitando controversias.

-Que se establezcan líneas de comunicación claras en relación con los procedimientos que han de seguirse entre los proveedores y compradores de combustibles desde el momento en el cual se solicita hasta que se entrega.

-Que se señalen en una resolución los debates y controversias mediante la colaboración y comunicación entre las partes.

Figura 2. Suministro de combustible a un buque petrolero. Fuente: Recuperado de https://cadenaser.com/emisora/2016/10/25/radio_algeciras/1477389891_304177.html

Para cumplir con los objetivos de la circular en mención se establecen las siguientes mejores prácticas orientadas a los proveedores:

Mejores prácticas
Generalidades **-**Los proveedores deberían obtener el combustible de refinerías que cumplan con las especificaciones pertinentes. **-**A fin de garantizar que el combustible recibido cumpla con las especificaciones pertinentes, se someterán a prueba será documentado. **-**El proveedor deberá proporcionar muestras prescritas del producto entregado a los buques, así como la documentación prescrita, notas de entrega y las hojas informativas sobre la seguridad. **-**Además de las presentes directrices, los proveedores de fueloil también deberían remitirse a la norma ISO 13739: : "Productos petrolíferos – Procedimientos para transferir los combustibles líquidos a los buques", las normas nacionales pertinentes tales como SS 524: 2014: "Singapore Specification for quality management for bunker supply chain (QMBS)" y SS 600: "Singapore Standard Code of Practice for Bunkering", y a las mejores prácticas del sector, tales como las directrices publicadas por el CIMAC.
Control de calidad durante la producción de combustibles para buques **-**El proveedor del combustible para buques deberá garantizar el control de calidad de cada componente de la mezcla, esto incluye conocer sus distintas propiedades, así como los orígenes de los componentes, respaldado con la documentación pertinente. **-**El proveedor de combustible deberá cumplir con lo establecido en las prescripciones de la regla 18.3 del Anexo VI del Convenio MARPOL y las normas reconocidas, tales como la Norma ISO 8217: ”Petroleum products - Fuels (Class-F) – Specifications of marine fuels”. **-**La mezcla no debería contener materiales extraños potencialmente nocivos, eso no incluye los aditivos que mejoran las características

específicas de los combustibles.
-Los datos fundamentales de los componentes de la mezcla incluyen viscosidad, densidad, punto de inflamación y el azufre, entre otros.
-Se puede someter a prueba la compatibilidad de los componentes de la mezcla para evitar la precipitación de sólidos. Además, se debería evitar operaciones de mezcla durante la entrega.

Control de calidad en la cadena de suministro

-La calidad del combustible puede verse comprometida en diversos puntos de la cadena de suministro hasta la entrega del buque, por este motivo se recomienda al proveedor mantener un sistema de gestión.
-Si otras partes, tales como los operadores de las terminales y los proveedores de gabarras o camiones que entreguen combustible para buques, estas deberían estar identificadas en el sistema de gestión de la calidad y el proveedor debería hacer todo lo posible para garantizar el control y supervisar la cadena de suministro.

Transporte, almacenamiento y trasvase del combustible para buques

-El proveedor debería tratar de evitar que la calidad conocida a partir del informe de prueba original y/o el certificado de calidad se vea comprometida.
-Los proveedores deberían recabar información sobre cargas anteriores en caso de que residuos restantes pudieran contaminar el producto.
-Se debería intentar verificar que las tuberías se han limpiado debidamente para evitar que se produzca contaminación cruzada.
-Evitar cargar lotes de carga de productos distintos en el mismo tanque de carga
-Asegurarse de que el tanque de carga está vacío antes de introducir una carga nueva en él.

Entrega a los buques (operaciones para la toma de combustible)

-Establecerse una comunicación clara entre el proveedor y el buque receptor y debería acordarse cualquier medida de respuesta y parada de emergencia antes de dar comienzo a cualquier actividad de toma de combustible.
-Todas las partes que participen en las operaciones de toma de combustible deberían llevar el equipo protector personal adecuado.
-En caso de que se vaya a suministrar más de un tipo de combustible para buques, el oficial responsable de la carga y el jefe de máquinas del buque receptor deberían acordar el orden en que estos tipos se van a suministrar.
-Debería disponerse de tuberías/mangueras separadas y de conexiones para el combustible para buques destinadas al suministro de tipos de productos materialmente distintos.
-Debería realizarse la toma de la muestra representativa para cada uno de los tipos que se entregue.

Muestreo representativo

-El muestreo forma parte del control de calidad y es fundamental para proteger los intereses de todas las partes interesadas.

-Se establece que para garantizar que la muestra sea representativa, deben extraerse una muestra primaria única.

-La muestra debe tomarse en cada punto de transferencia y además, los representantes de cada parte deben presenciar la toma de dicha muestra.

-Los proveedores se ajustarán a las directrices relativas al muestreo del fueloil dispuesto en el Anexo VI revisado del Convenio MARPOL, 2009 (MEPC. 182(59)). El representante del proveedor deberá extraer la muestra el colector de toma de combustible del buque receptor.

-Si por motivos de seguridad el representante del proveedor no puede desplazarse entre la gabarra y el buque, debe buscar medios alternativos para la inspección del proceso.

-Para facilitar la visibilidad se puede colocar una cinta marcando la zona de muestreo o pintándolo.

-Los contenedores de la muestra deberá ser sellado, etiquetado y llenado con la firma de los representantes de ambas partes.

-El proveedor debe conservar la muestra durante al menos 30 días. En caso surja una controversia relacionada con la calidad del producto.

Pruebas e interpretación de los resultados de las pruebas en la cadena de suministro

-Se realizarán pruebas a todas las muestras de cada punto de transferencia de custodia del producto. Trata de los sistemas de gestión de calidad para permitir la transparencia, así el proveedor tendrá conocimiento de los posibles problemas y adoptar medidas correctivas o preventivas.

-Se recomienda que el objetivo de mezcla no sea límite de especificación real, sino el límite menos un margen de seguridad adecuado. Asegurando que los productores/proveedores del combustible aseguren un grado de confianza del 95%.

Documentación

-En la documentación es esencial en los sistemas de gestión ya que consigue transparencia y trazabilidad en la cadena de suministro.

-En el presente documento debe estar certificado la identificación del propietario tanto antes como después de la transferencia de custodia. Además, el nombre del buque tanque o terminal que va a suministrar la carga y el certificado de calidad.

-Establece que las etiquetas deben cumplir lo dispuesto con la regla 18.8 del Anexo VI del Convenio MARPOL. En esta debe figurar el lugar y fecha en que se extrajo la muestra, nombre del buque proveedor y buque receptor junto con las firmas de los representantes de cada parte y calidad del combustible.

-La nota de entrega es el recibo oficial en el que se indica el tipo y la cantidad de combustible que será suministrado. La presente nota debe estar firmada por los representantes de ambas partes.

Contratación

-La presente contratación consta de partes contratantes como proveedores y compradores de distintos combustibles, así como la

orden de compra.
-En el contrato se especifica el producto, la cantidad e información, así como clausulas sobre reclamaciones/controversias.
-Dicho contrato debe cumplir con las prescripciones de la regla 18 del Anexo VI del Convenio MARPOL, especificación técnica del producto con los parámetros de calidad como hace referencia la norma ISO 8217: ”Petroleum products - Fuels (Class-F) – Specifications of marine fuels”.
-En caso el comprador encargue combustible con un contenido de azufre mayor al límite establecido en el Anexo VI del Convenio MARPOL, el proveedor deberá asegurarse que la notificación del comprador indiqué que este usará un medio alternativo aprobado para el cumplimiento, como el caso de la limpieza de los gases de escape.
-En las condiciones del contrato deberá especificar el modo en el que se llevara a cabo el análisis del laboratorio, además de especificar que el laboratorio es independiente y está acreditado de conformidad por la norma ISO 17025 o una norma equivalente.

Resolución de controversias

-En el presente párrafo s recomiendan que representantes tanto del proveedor y comprado estén presentes cuando se rompa el precinto de seguridad de la muestra. Si la prueba de la muestra comercial del proveedor no satisface el límite mínimo/máximo especificado, dicho producto no ha cumplido con las especificaciones.
-Si por alguna razón el producto no cumple con las especificaciones, otras partes que no sean el proveedor contratante del combustible para buques será quien tenga que obtener una indemnización de dichas partes.
-Si se demuestra que, mediante el resultado de las pruebas, el producto no cumple con las especificaciones y aún no ha sido usado, el proveedor debe comunicarse con el comprador para establecer medidas correctivas.
-En caso el buque sufra fallas operacionales y no se demuestre que es ocasionado por el combustible, el proveedor debería ofrecer asistencia al comprador con el fin de determinar las causas de estas.

Figura 3. Principales empresas proveedores de combustibles marinos en el mercado peruano.
Fuente: Recuperado de https://revistaenergia.pe/

(MEPC, 2018)

Orientaciones sobre las mejores prácticas para los estados miembros/estados ribereños – MEPC.1/Circ.884

Fueron adoptadas el 21 de mayo de 2018 y establece como consideraciones generales la responsabilidad para los Estados Miembros para poder ejercer de manera cabal la exigencia del cumplimiento del Anexo VI del Convenio MARPOL.

Entre los principales asuntos que se tratan se resalta el comportamiento de las Partes del Convenio MARPOL en su rol como Estados Miembros, Estados de Abanderamiento, Estados Rectores de Puertos, y Estados ribereños, quienes se deben de encargar de hacer cumplir las regulaciones en relación con el cumplimiento de la norma que se desliga de la regla 14 y 18 a los buques y proveedores quienes operan dentro de su jurisdicción.

Se señala que los Estados bajo su legislación nacional deben esforzarse por abordar la fiabilidad de los proveedores locales de combustible, de conformidad con el marco normativo interno que sea aplicable a dicha situación.

Así también, se establece que los Estados Miembros/Estados Ribereños puedan facilitar oportunamente información sobre las reglas que vayan a adoptarse a los proveedores de combustible dentro de la jurisdicción sobre la cual ejercen soberanía.

Otro aspecto relevante para los Estados Miembros/Estados Ribereños recae sobre la actividad relacionado con informar a la Organización sobre los casos en los que los proveedores de fueloil no cumplan con lo prescrito en la regla 14 y 18 del Anexo VI del Convenio MARPOL.

Circular vinculante

Aplicación temprana de los procedimientos de verificación a partir de las muestras de fueloil estipuladas en el Anexo VI del Convenio MARPOL (Regla 18.8.2 o Regla 14.8) – MEPC.1/Circ.882

Adoptada el 16 de julio de 2019 se orienta a establecer enmiendas los cuales pueden ser aplicables para adoptar un enfoque uniforme del límite del contenido de azufre entregado, para lo cual se invitó a los Gobiernos Miembros a que las apliquen en vinculación con la regla 18.8.2 y regla 14.8.

La presente circular, la cual formó parte de un conjunto de enmiendas que entraron en vigor el 1 de enero del 2020, toma en consideración las circulares que fueron descritos con anterioridad, poniendo énfasis en la rigurosidad que plantea las enmiendas desde su entrada en vigor.

Se realizan cambio respecto a la regla 2 sobre definiciones; respecto a la regla 14 se establece nuevo párrafo en virtud del “muestreo y ensayo del fueloil en uso y de a bordo”; “punto de muestreo del fueloil en uso”; en la regla 18 se realizan modificaciones en el apéndice Vi titulado “Procedimiento de verificación del combustible a partir de las muestras de fueloil estipuladas en el Anexo VI del Convenio MARPOL (regla 18.8.2).

Se establece que, si una de las partes exige que se analice una muestra, ésta deba ser en unos laboratorios certificados, además de que la muestra debe estar precintada y sellada, estableciendo además puntos específicos sobre los cuales se va a realizar el muestreo.

De acuerdo a lo que se establece, se puede establecer que las enmiendas establecidas como medidas preventivas en la presente circular tienen su

base en la circular MEPC.1/Circ.875/Add.1 la cual se denomina “Orientaciones sobre las mejores prácticas para los proveedores de fueloil a fin de garantizar la calidad del fueloil entregado a los buques”.

Figura 4. La circular MEPC.1/Circ.882 establece consideraciones los cuales forman parte de enmiendas respecto a la verificación de las muestras de combustible llevadas a bordo de los buques.
Fuente: Recuperado de https://www.mundomaritimo.cl/

C. Directrices y recomendaciones que se desprenden de las circulares OMI sobre los límites de azufre permitidos y otros en relación con la problemática evidenciada sobre los finos catalíticos

En los instrumentos OMI seleccionados en párrafos anteriores y forman parte del primer pilar que explica los fundamentos de la problematización respecto a la línea de investigación en razón a los finos catalíticos se pudo encontrar algunas otras recomendaciones los cuales son las siguientes:

- ISO 8217: 2017 Productos del petróleo – Combustibles (clase F) – Especificaciones de combustibles marinos: Especifica los requisitos para los combustibles cuyo uso suele darse en calderas y motores diésel marinos, antes de pasar por el tratamiento convencional de a bordo tales como sedimentación, centrifugación, y filtración.

La norma específica siete categorías de combustibles destilados, una de las cuales es para motores diésel utilizados con fines de emergencia, estableciendo además seis categorías de combustibles residuales.

MARINE RESIDUAL FUELS

Limit	Parameter	RMA 10	RMB 30	RMD 80	RME 180	RMG 180	RMG 380	RMG 500	RMG 700	RMK 380	RMK 500	RMK 700
Max.	Viscosity at 50°C (mm²/s)	10.00	30.00	80.00	180.0	180.0	380.0	500.0	700.0	380.0	500.0	700.0
Max.	Density at 15°C (kg/m³)	920.0	960.0	975.0	991.0	991.0				1010.0		
Max.	Micro Carbon Residue (% m/m)	2.50	10.00	14.00	15.00	18.00				20.00		
Max.	Aluminium + Silicon (mg/kg)	25	40		50	60						
Max.	Sodium (mg/kg)	50	100		50	100						
Max.	Ash (% m/m)	0.040	0.070			0.100				0.150		
Max.	Vanadium (mg/kg)	50	150			350				450		
Max.	CCAI	850	860			870						
Max.	Water (% V/V)	0.30	0.50									
Max.	Pour point (upper) in Summer (°C)	6	30									
Max.	Pour point (upper) in Winter (°C)	0	30									
Min.	Flash point (°C)	60.0										
Max.	Sulphur (% m/m)	To comply with statutory requirements as defined by purchaser										
Max.	Total Sediment, aged (% m/m)	0.10										
Max.	Acid Number (mgKOH/g)	2.5										
	Used lubricating oils (ULO): Calcium and Zinc; or Calcium and Phosphorus (mg/kg)	The fuel shall be free from ULO, and shall be considered to contain ULO when either one of the following conditions is met: Calcium > 30 and zinc > 15; or Calcium > 30 and phosphorus > 15.										
Max.	Hydrogen sulphide (mg/kg)	2.00										

The above is a service for informational purposes only. Dan-Bunkering assumes no responsibility for any errors or omissions.

Figura 5. Estándares para combustibles residuales según Norma ISO 8217:2017.
Fuente: Recuperado de https://www.iso.org/standard/64247.html

- ISO 13739: Petroleum Products – Procedimientos para la transferencia de bunker a los buques: Especifica los procedimientos y requisitos para la transferencia de combustible llevada a los buques, camiones cisterna y oleoductos costeros. La aplicación de las normas de estandarización presentes es aplicable para los controles y documentación previa a la pre entrega, entrega y post entrega.
- ISO 8754:2003: Petroleum Product – Determinación del contenido de azufre – Espectrometría de fluorescencia de rayos X de dispersión de energía: Establece un método para la determinación del contenido de azufre en productos petrolíferos, tales como naftas, gasolinas sin plomo, destilados, fuelóleos residuales, bases lubricantes y otros compuestos. Se establece la aplicación consistente del método sobre el rango de

contenido de azufre de 0.03 % masa/masa hasta el 5.00 % masa/masa (ISO, 2019).

Así también se señalan las siguientes orientaciones que se deben tomar en cuenta para la instalación del sistema de limpieza en la búsqueda por reducir los polvos catalíticos en el motor principal del buque:

- CIMAC Recomendación 25: Recomendaciones concernientes al diseño de las plantas de tratamiento para los combustibles pesados para motores diésel; y establece directrices para diseñadores, constructores navales y operadores en referencia del combustible y los problemas relacionados con el sistema causados por un mal funcionamiento del sistema de combustible o una mala gestión por parte de los operadores. Se detallan los procesos de sedimentación y centrifugación respecto al uso de los combustibles (CIMAC, 2006).
- CIMAC Directriz: Tratamiento del filtro de combustibles residuales; y ofrece una descripción de manera genérica sobre el uso de filtros en el tratamiento de fuelóleos residuales.

Figura 6. Logo del Consejo internacional de motores de combustión.
Fuente: Recuperado de https://www.cimac.com/

Al considerar que los motores marinos han sido diseñados para utilizar fueloil residual de acuerdo con los estándares establecidos en ISO 8217:2017, establece un sistema de limpieza de combustible bien diseñado enfocándose en la etapa de filtración.

- Recomendación IACS 151, Julio 2017: Recomendaciones para los sistemas de tratamiento de combustibles para motores diésel marinos; y establece un conjunto de pautas con la intención de mejorar la fiabilidad de la maquinaria alimentada con los combustibles señalados. Destaca información sobre el sistema completo del tratamiento que se realiza a bordo, desde la conexión del depósito de combustible hasta la interfaz con la maquinaria alimentada por el mismo. Se aclaran aspectos relevantes sobre los tanques de combustible, el equipo de limpieza de combustible y el equipo de acondicionamiento de combustible.

  Se señala la disparidad que existe ente el combustible almacenado y entregado de acuerdo con la norma ISO 8217 y los requisitos de calidad de combustible típicamente especificados por los fabricantes de motores diésel marino.

2.3. Marco teórico

2.3.1. Combustibles marinos residuales

Cuando se refiere a combustibles marinos se hace mención a los “bunkers”, cuya denominación tiene un precedente histórico asentado a lo largo de los años. De acuerdo con López (2015) según la procedencia puede clasificarse en fuel oil (IFO), gasoil (GO) o diésel marino (MGO).

Con frecuencia el fuel es utilizado para la máquina principal, mientras que los otros tipos de combustibles suelen ser utilizados en los motores auxiliares. Los combustibles destilados son el gasoil o diésel marino, mientras que los residuales denominados Marine Fuel Oil (MFO) parte de un combustible negro, pastoso, difícil de limpiar y con olor desagradable (López, 2015).

Los combustibles residuales son producidos por la mezcla de Diésel 2 y Petróleo industrial N°6, los cuales se producen de acuerdo con los grados de calidad que puedan ser requeridos (Petroperú, 2019). La clasificación de los combustibles marinos residuales suele ser de acuerdo a su viscosidad.

De acuerdo al Anexo VI del MARPOL, los combustibles marinos residuales deben seguir especificaciones de la norma ISO 8217:2017, lo cual se corresponde a los combustibles IFO-180 e IFO-380, cuya denominación suele ser más conocida, determinando una incidencia en el uso dentro de la industria marítima vinculada a la operación de los buques mercantes.

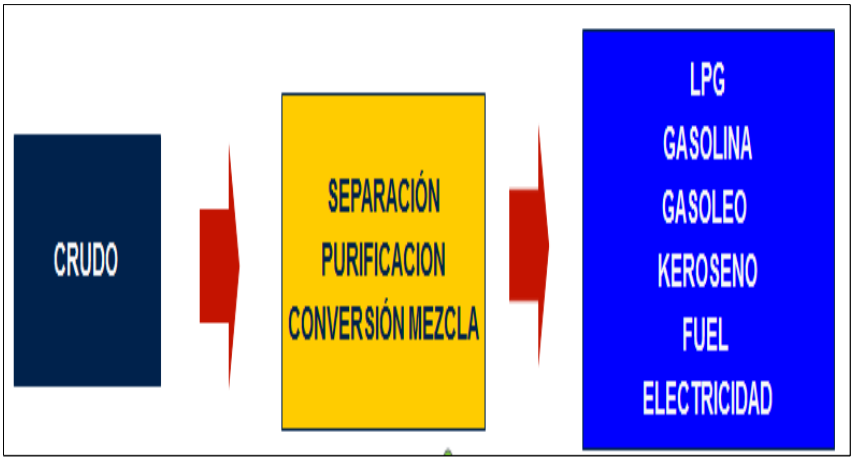


Figura 7. Proceso general de refino.
Fuente: Evaluación de las consecuencias de la nueva regulación de la OMI sobre combustibles marinos (López, 2015)

Así también, el contenido de azufre en el combustible va a depender de la calidad del mismo, refinado o residual incluyendo su viscosidad. Los refinados suelen ser mucho más ligeros, mientras que los destilados, cuyo proceso de refinado constituye de por sí misma ya una destilación contiene cantidades menores de 0.5 % de azufre.

En tal sentido, en el ámbito marítimo los más económicos resultan ser los intermedios y los residuales, en la cual el primero proviene de una mezcla de destilado y residual, mientras que el segundo se obtiene como residuo del proceso de destilación, y al no pasar por un tratamiento de destilación resultan ser más pesados (Asociación Peruana de Agentes Marítimos, 2017).

A. Características de los combustibles residuales

Entre las características más resaltantes respecto a las propiedades en relación con los combustibles residuales marinos, tomando en

consideración la perspectiva de Wankhede (2019) y MAN (2018) resaltan los siguientes:

-Finos Catalíticos: Las partículas de catalizador mecánico (silicato de aluminio) permanecen en el aceite y no son fáciles de separar. Si se excede en número, esto puede dañar partes del sistema de combustible, como un inyector, bombas de combustible, etc., ya que tienen una holgura muy fina. Según ISO 8217: 2010, el límite máximo de Al + Si es de 60 mg / kg para los combustibles de las categorías RMG y RMK.

-Densidad: Cada materia, ya sea sólida, líquida o gaseosa, tiene una densidad específica. La "densidad del fueloil" es un factor esencial que indica la calidad de ignición de un combustible y también se utiliza para calcular la cantidad de fueloil entregado durante el procedimiento de toma de combustible.

-Viscosidad Cinemática: La viscosidad es la resistencia dentro del fluido que actúa contra el flujo. La viscosidad cinemática representa la viscosidad dinámica de un fluido por unidad de densidad. La viscosidad del combustible es un parámetro muy importante ya que se usa para determinar la facilidad de atomización y la conveniencia de bombear el combustible dentro del sistema.

-Índice de Aromaticidad de Carbono Calculado: Es un cálculo basado en la densidad y viscosidad de un combustible determinado. Según la fórmula, el número IACC es inversamente proporcional a la combustión eficiente. Esto significa que cuanto mayor sea el número IACC, más inferior será la calidad de encendido del combustible. IACC ayuda a obtener el retardo de encendido del combustible y se usa solo para el combustible residual como

el HFO. Es un índice de la calidad de ignición del fueloil residual. El funcionamiento de todos los motores de combustión interna depende de la calidad de encendido del combustible.

-Punto de Inflamabilidad: La temperatura a la que se enciende el vapor del combustible calentado se conoce como punto de inflamación del combustible. Esto se realiza en condiciones de prueba específicas, utilizando una prueba de llama. Según SOLAS, el punto de inflamación para todo el fueloil pesado que se utilizará a bordo de los buques se establece en vaso cerrado Pensky-Martens de 60 ° C como mínimo.

-Punto de Fluidez: El punto de fluidez es la temperatura por debajo de la cual el combustible deja de fluir. Una vez que la temperatura del aceite combustible desciende por debajo del punto de fluidez, se forma cera que puede provocar el bloqueo del filtro. La formación de cera también se acumulará en los fondos de los tanques y las bobinas de calentamiento, lo que reducirá la capacidad de intercambio de calor.

-Azufre: El azufre en el combustible es uno de los principales factores de la contaminación por óxido de azufre de los barcos, un contaminante que actualmente está bajo un gran escrutinio. Según el Anexo VI del Convenio MARPOL, el límite de contenido de azufre para HFO son:

3.50% m/m en Enero 1, 2012

0.50% m/m en Enero 1, 2020

-Agua: El agua en el combustible conduce a una disminución en la eficiencia del fueloil y conduce a la pérdida de energía. El aceite combustible pesado mezclado con agua, si se quema, provocará la corrosión de las piezas internas.

-Residuo de Carbono: Una prueba de laboratorio de combustible puede determinar el residuo de carbono en el fueloil pesado. El combustible tiende a formar depósitos de carbón en la superficie de diferentes partes involucradas en la cámara de combustión bajo condiciones de alta temperatura. Cuanto mayor sea la cantidad de hidrocarburos, más difícil quemar el combustible de manera eficiente.

-Ceniza: La cantidad de materiales inorgánicos presentes en el combustible que quedan como residuo una vez finalizado el proceso de combustión se denomina depósitos de cenizas. Estos depósitos consisten principalmente en elementos como vanadio, azufre, níquel, sodio, silicio, aluminio, etc.

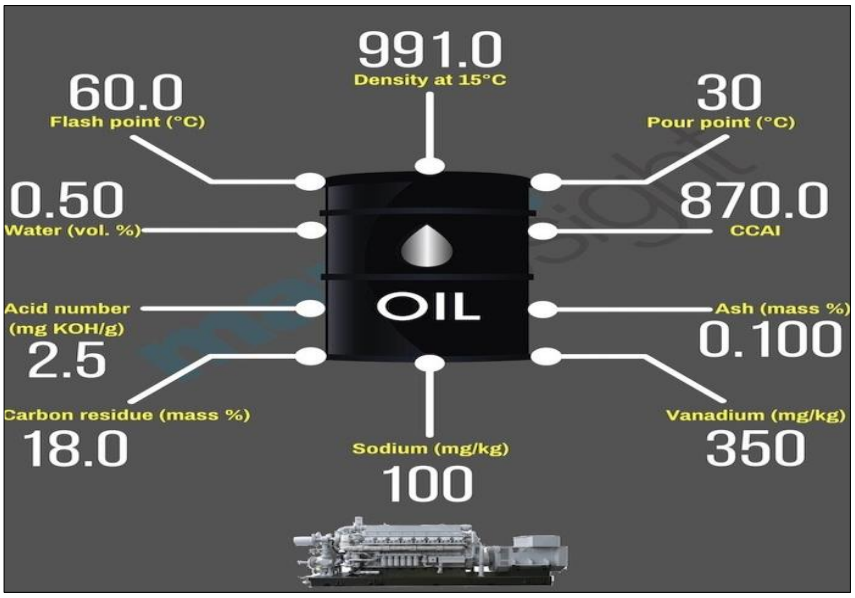


Figura 8. Propiedades de los combustibles residuales.
Fuente: Recuperado de https://www.marineinsight.com/tech/marine-heavy-fuel-oil-hfo-for-ships-properties-challenges-and-treatment-methods/

B. Principales combustibles residuales intermedios utilizados a bordo de los buques mercantes

Los combustibles marinos intermedios, los cuáles son más utilizados en el mundo del transporte marítimo deben cumplir con las especificaciones o estándares establecidos en la ISO 8217:2017. En tal sentido, a continuación, se plasma una apreciación específica sobre los mismos:

-RMG 180: El RMG 180, de acuerdo a lo establecido en la norma internacional ISO 8217:2017, tiene una vinculación directa con el combustible residual intermedio “Marine Fuel – 180 (MF – 180 o IFO – 180)” el cual posee las siguientes características:

Ensayos	**Especificaciones**	
Volatilidad	Min.	Máx.
Densidad a 15ºC, Kg/m^3		991.0
Punto de inflamación, ºC	60	
Fluidez		
Viscosidad cinemática a 50ºC, cSt		180.0
Punto de escurrimiento, ºC		30
Composición		
Azufre total, % masa		0.5
Residuo de carbón, % masa		15
Sulfuro de hidrogeno, mg/kg		2.00
Numero de Acidez, mg KOH/g		2.5
Combustión		
Indice de la aromaticidad de carbono, calculado - CCAI		870
Contaminantes		
Agua, % V		0.5
Sedimentos totales, % masa		0.10
Cenizas, % masa		0.10
Sodio, mg/Kg		100
Aluminio + silicio, ppm		60
Vanadio, mg/Kg		200
Calcio, mg/Kg		30
Zinc, mg/Kg o Fosforo, mg/Kg		15 15
(Petroperú, 2019)		

-RMG 380: El RMG 380, de acuerdo a lo establecido en la norma internacional ISO 8217:2017, tiene una vinculación directa con el combustible residual intermedio “Marine Fuel – 380 (MF – 380 o IFO – 380)” el cual posee las siguientes características:

Ensayos	**Especificaciones**	
Volatilidad	Min.	Máx.
Densidad a 15ºC, Kg/m^3		991.0
Punto de inflamación, ºC	60	
Fluidez		
Viscosidad cinemática a 50ºC, cSt		380.0
Punto de escurrimiento, ºC		30
Composición		
Azufre total, % masa		0.5
Residuo de carbón, % masa		18
Sulfuro de hidrogeno, mg/kg		2.00
Numero de Acidez, mg KOH/g		2.5
Combustión		
Indice de la aromaticidad de carbono, calculado - CCAI		870
Contaminantes		
Agua, % V		0.5
Sedimentos totales, % masa		0.10
Cenizas, % masa		0.10
Sodio, mg/Kg		100
Aluminio + silicio, ppm		60
Vanadio, mg/Kg		300
Calcio, mg/Kg		30
Zinc, mg/Kg o Fosforo, mg/Kg		15 15
(Petroperú, 2019)		

C. Proceso de refinado de combustibles residuales

Según lo establecido por R. García (comunicación personal, 3 de enero de 2020), quien es ingeniero petroquímico de profesión quien labora en la refinería la Pampilla de Callao, sobre el proceso de refinado de combustibles residuales sostuvo los siguientes:

-El proceso de refinado se comprende de la siguiente forma; en primer lugar, el petróleo crudo es extraído mediante las cigüeñas o planta petrolíferas, transportado mediante buques y oleoductos hacia los tanques de recepción.

-En ese punto el petróleo crudo pasa por una fase de desalación en la cual se le extrae todas las sales (cloruros), seguidamente el crudo es dirigido a un horno en el cual se calienta hasta llegar a los 370°C aproximadamente para así ser parcialmente volatilizado.

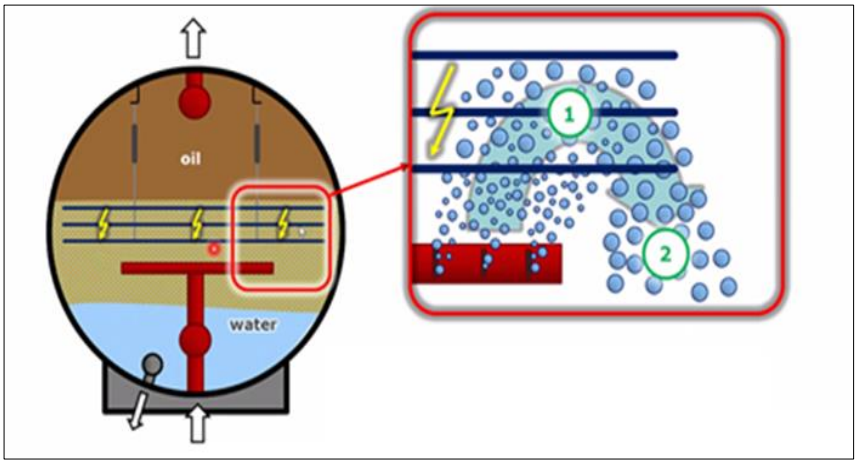


Figura 9. Desaladora.

-Luego, el petróleo crudo es enviado a una Torre de Destilación en la cual en función a su volatilidad se van separando por niveles, los hidrocarburos más livianos ascienden mientras los más pesados van quedando en el fondo de la torre, al ir ascendiendo los gases se van enfriando y cuando entran en contacto con las bandejas entran en estado líquido.

-Se dividen en:

Propano y butano

- Nafta
- Kerosene Jet A1

- Gasoil Liviano
- Gasoil Pesado
- Residuos

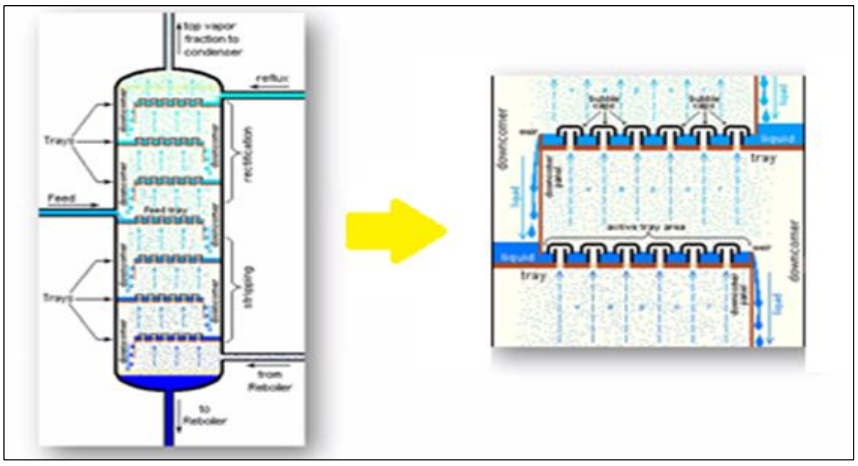


Figura 10. Torre de destilación.

-Los residuos pueden aún ser refinados, pero si se aumenta la temperatura podrían quemarse, ante ello, dicho combustible residual pasa por otro horno antes de entrar a la torre de vacío en la cual la presión es muy baja y por ende la temperatura de ebullición también sería más baja en la cual obtenemos los siguientes productos:

- Gasoil Liviano
- Gasoil Pesado
- Residuos

Figura 11. Unidad de vacío.
Fuente: Recuperado de https://www.youtube.com/watch?v=tFJ064TLW4E&t=173s

-Los residuos pesados y viscosos son llevados a otro horno en el cual el producto se calienta a 500°C y pasa a las cámaras de reacción o torres de craqueo térmico en el cual los componentes pesados se rompen y forman componentes más livianos, después es dirigida a la torre de fraccionamiento para así una vez más, el combustible sea separado por destilación. Como resultado, se obtiene:

- Gases
- Nafta
- Gasoil Liviano
- Gasoil Pesado

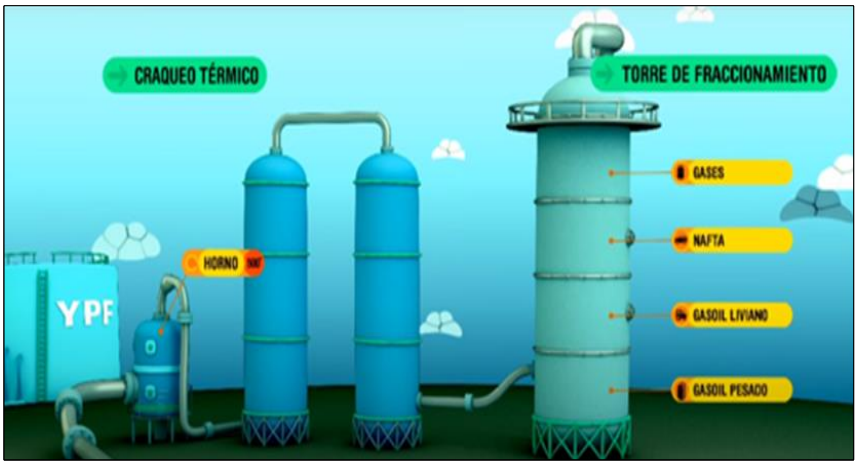


Figura 12. Craqueo térmico y torre de fraccionamiento. Fuente: Recuperado de https://www.youtube.com/watch?v=tFJ064TLW4E&t=173s

-El gasoil pesado, es un producto que puede ser convertido en un producto de mayor valor comercial para esto, es llevado a un craqueo catalítico donde se parten las cadenas largas de hidrocarburos y formamos numerosos de compuestos de cadenas más cortas como:

- Metano
- Etano
- Propano
- Butano
- Nafta
- Gasoil Liviano + Fondo de Vacío (Fuel Oil)

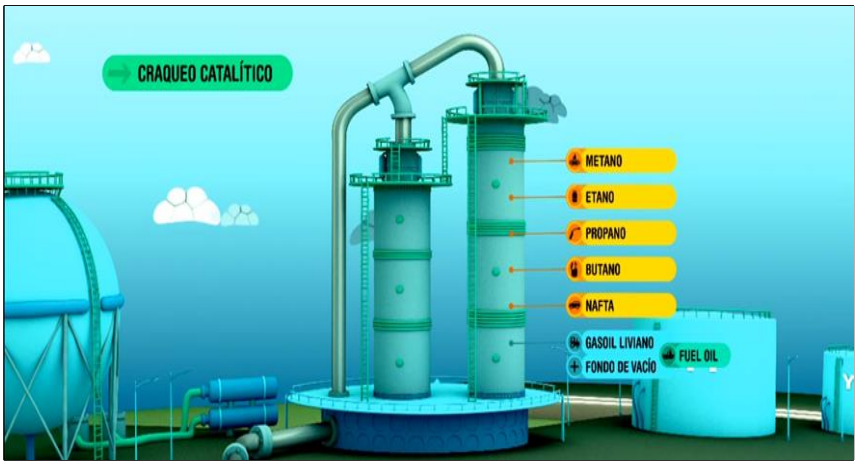


Figura 13. Craqueo catalítico.
Fuente: Recuperado de https://www.youtube.com/watch?v=tFJ064TLW4E&t=173s

-Este último, conocido como combustible marino residual intermedio, por último, es llevado a los tanques de almacenamiento y en consecuencia dirigido a distribución a los buques petroleros, barcazas o cisternas, iniciándose de esta manera el proceso de comercialización.

D. Zeolitas

Las zeolitas forman parte de un conjunto de minerales los cuales sirven de catalizadores para disminuir el porcentaje de azufre de los combustibles residuales intermedios los cuales son frecuentemente utilizados a bordo de los buques mercantes.

Las zeolitas son aluminosilicatos hidratados altamente cristalinos que al deshidratarse desarrollan, en el cristal ideal, una estructura porosa con diámetros de poro mínimos o sea de 3 a 10 angstroms, en las cuales

quedan atrapadas las moléculas del gas carbónico y el oxígeno (Geoxnet, 2014).

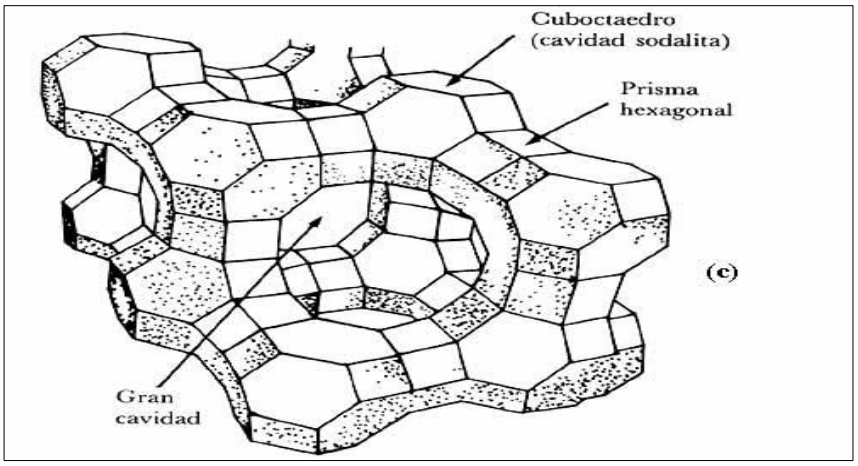


Figura 14. Estructura de la zeolita, en la cual se quedan atrapadas las moléculas de gas carbónico.
Fuente: Recuperado de https://post.geoxnet.com/zeolitas/

Al conocerse que el proceso de transformación química de una refinería se basa en la ruptura o cracking de moléculas pesadas con más de 11 carbonos a otras más livianas que se ubican dentro de los rangos de 5 moléculas de carbono los cuales forman parte del constituyente de la gasolina es necesario el uso de catalizadores sólidos o una zeolita.

Dicho catalizador acelera las reacciones de rompimiento de enlaces químicos y proveen las condiciones más óptimas para lograr que la presión y la temperatura sean suaves otorgando la posibilidad de que el cracking sea efectivo en razón de los objetivos o proceso de destilación que se sigue.

Según Machado (s.f.) en la industria petrolera los catalizadores a base de zeolitas forman parte de materiales sólidos y cristalinos que poseen un

sistema poroso con diámetros de poro y espacios intracristalinos de dimensiones bien definidas, en el orden de los tamaños moleculares (nanométricos), que pueden ser modulados mediante procedimientos de síntesis o por tratamientos post-síntesis.

Para que ocurra una reacción química las moléculas involucradas deben adsorberse sobre un sitio activo, interactuar y chocar entre ellas, siendo las cavidades de estos materiales un lugar ideal para tal fin. Es tan marcada la actividad de una zeolita para acelerar la desintegración de moléculas pesadas del petróleo, que solo basta con colocar la fracción de crudo a transformar en contacto con el catalizador, por unos pocos segundos, en un reactor muy especial diseñado para tal fin.

Ello se logra pasando la mezcla de gasóleo y catalizador a temperaturas superiores a 450 C, a través de un tubo en dirección ascendente, que luego se descarga a una cámara más amplia donde se separan los productos, reciclándose el catalizador para reiniciar de nuevo su periplo, el cual realiza unas 15000 veces antes de ser reemplazado.

Así también es importante establecer que las zeolitas utilizadas como catalizadores más importantes son la USY y REY. La primera produce un mayor octano y LPG olefínico mientras que la segunda provee mayor gasolina, menor octano y más isobutano (R. García, comunicación personal, 3 de enero de 2020).

Corma, Casas y Martínez (1996) señalaron que se prefiere a una USY zeolita, lo cual suele ser parcialmente desaluminazada por un tratamiento previo de calcinación-vapor lo cual constituye un tipo considerado como “sin tierras raras” mientras que la zeolita REY responde a ser un mineral intercambiable con “tierras raras”.

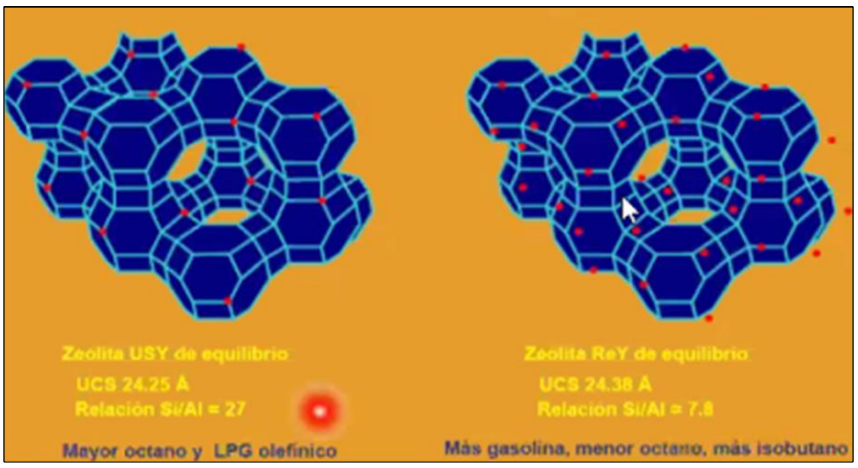


Figura 15. Distribución de centros ácidos y relación Si/Al.

2.3.2. Finos catalíticos

Los finos o polvos catalíticos son contaminantes los cuales se hallan inmersos dentro del combustible que reciben los buques como fuente de energía necesario para que el buque pueda propulsar y a su vez poder cumplir con sus fines comerciales.

Así también, constituye material particulado lo cual es introducido en el proceso de refinación del petróleo en la cual se introducen catalizadores (zeolitas) en el fraccionador catalítico fluidizado (FCC), con la intención de reducir los niveles de azufre del combustible destinado para los buques.

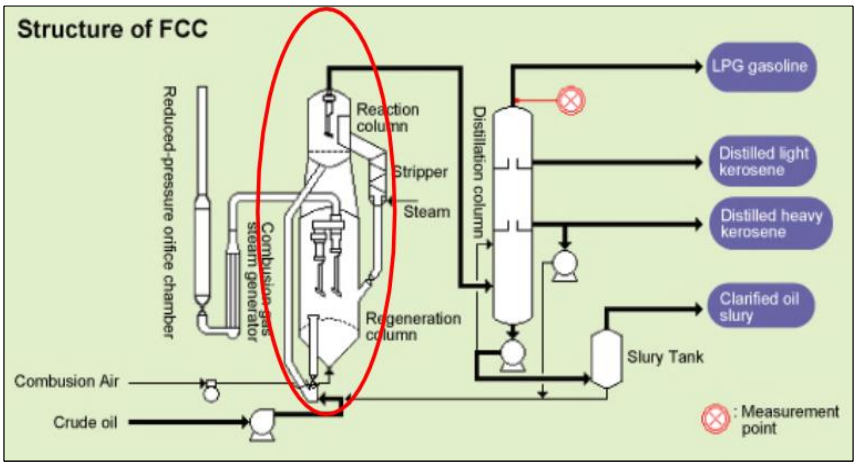


Figura 16. Estructura del fraccionador catalítico fluidizado (FCC). Fuente: Recuperado de https://docplayer.net/85003777-Bunkers-cat-fines-paul-hill-marine-engineer-managing-director-europe-africa-the-current-issues-and-what-the-future-might-look-like.html

Según el Comité Joint Hull (2013):

> Los finos catalíticos son partículas pequeñas y muy duras de material a base de aluminio y silicio que se pueden encontrar en los combustibles residuales. Los finos catalíticos pueden ingresar al espacio de combustión del motor cuando se inyecta el combustible, donde pueden incrustarse en la superficie de la camisa del cilindro de hierro fundido, las ranuras del pistón y los anillos (p. 5).

En tal sentido, cuando los polvos catalíticos llegan a la máquina principal producen un desgaste en los componentes los cuales son deslizantes, ya que dichas partículas de características muy duras funcionan como un abrasivo, en la cual el índice de desgaste dependerá de la cantidad y el tamaño de las mismas.

Por otra parte, según las especificaciones establecidas en la ISO 8217:2017 los límites de finos catalíticos en la concentración de combustibles

marinos deben ser por debajo de los 60 partes por millón (ppm), para lo cual la industria proveedora no deberá sobrepasar dicho límite (ISO, 2019).

Así también es importante recalcar que dos de las industrias fabricantes de tecnologías respecto a motores de combustión interna tales como MAN y Wartsila recomiendan en conjunto que la concentración de finos catalíticos en el motor principal sea por debajo de los 15 ppm.

Aclarando la naturaleza de los finos catalíticos, físicamente pueden tomar formas irregulares y en el combustible marino pueden tener un tamaño submicrónico hasta un aproximado de 100 µm, así como desde el tamaño de una partícula de polvo hasta el ancho de un cabello humano (Alfa Laval, 2019).

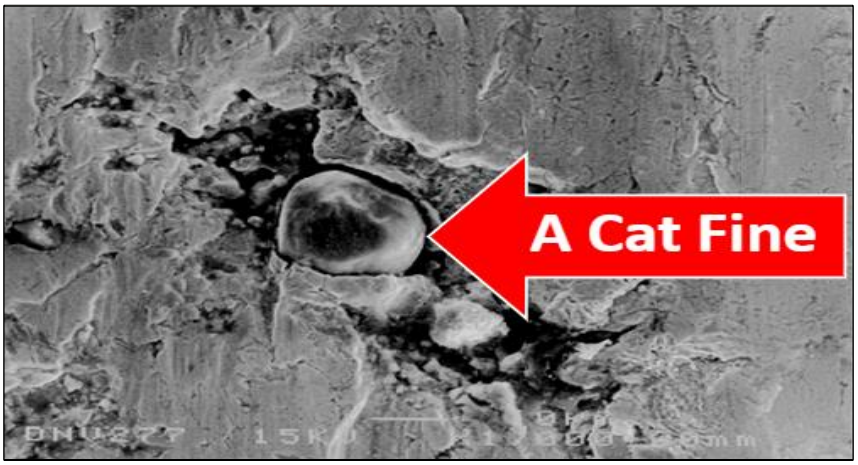


Figura 17. Fino catalítico.
Fuente: Recuperado de https://docplayer.net/85003777-Bunkers-cat-fines-paul-hill-marine-engineer-managing-director-europe-africa-the-current-issues-and-what-the-future-might-look-like.html

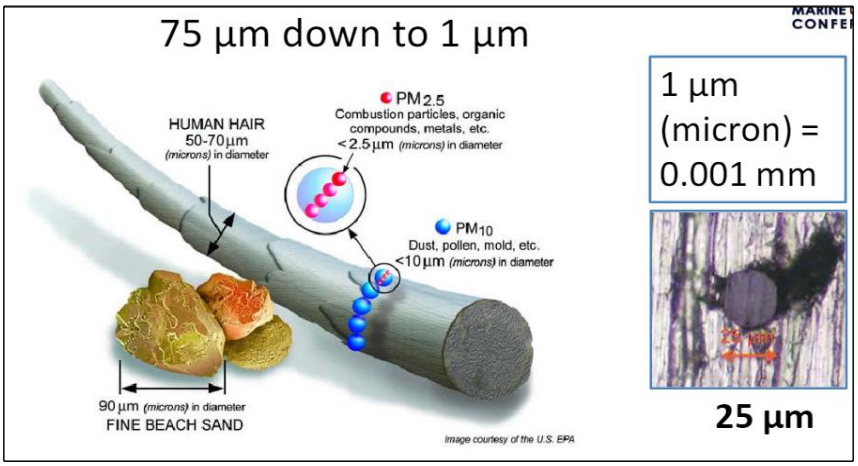


Figura 18. Tamaño de los finos catalíticos.
Fuente: Recuperado de https://docplayer.net/85003777-Bunkers-cat-fines-paul-hill-marine-engineer-managing-director-europe-africa-the-current-issues-and-what-the-future-might-look-like.html

Así también otras características observables en los finos catalíticos son su densidad y dureza. En primera instancia las densidades suelen variar, ya que a altas densidades suelen asentarse en el combustible residual mientras que a bajas densidades suelen no hacerlo.

Respecto a la dureza, representa uno de los factores más críticos a ser tomados en cuenta por los fabricantes y operadores de motores marinos en relación con la industria mercante, ya que suele poseer una dureza de 8.2 en la escala de Mohs, que a comparación del diamante (10) suele ser un contaminante que puede fácilmente rayar superficies e inclusive incrustarse en las superficies de acero.

Alfa Laval (2019) señala enfáticamente que:

-Si los finos catalíticos logran pasar entre los inyectores, estos se depositan entre el revestimiento del cilindro y el anillo del pistón, cuya distancia puede ser entre 3-5micras. Cualquier partícula mayor a ese tamaño puede causar

desgaste abrasivo. Con cada golpe del pistón el fino catalítico va desgastando y triturando las superficies las cuales se van agravando con el transcurso de las horas. Sin embargo, las bombas de alta presión, inyectores, válvulas, y otros componentes también están en riesgo. Incluso partículas de menos tamaño pueden ocasionar un daño importante. Una gran cantidad de fino catalítico puede contribuir a daños agudos y catastróficos en un periodo notablemente corto.

-Existe un informe disponible en internet que describe como la presencia de finos catalíticos puede destruir un motor en solo 100 horas de trabajo, cuando dicho motor fue desmantelado, los ingenieros observaron todos los pistones y camisas de cilindros totalmente destruidos, evidentemente tuvieron que ser reemplazados. Es obvio aclarar que un daño a tal magnitud es extremadamente caro, entre 300 000 dólares a 1.5 millones de dólares. No solo es un problema para los operadores sino también una importante preocupación para el mercado de seguros.

Hill (2017) afirma también que la afectación abrasiva de los finos catalíticos en la camisa del cilindro suele poseer mayor vulnerabilidad a dichos contaminantes, ya que suelen producir mayores ralladuras producto de su desarrollo normal en la lubricación que se suele realizar en dicha sección.

En tal sentido, es importante poner una mayor atención a dicha circunstancia, ya que puede resultar muy negativo para fines de operación en condiciones normales. A continuación, se observa una secuencia de imágenes de tal daño.

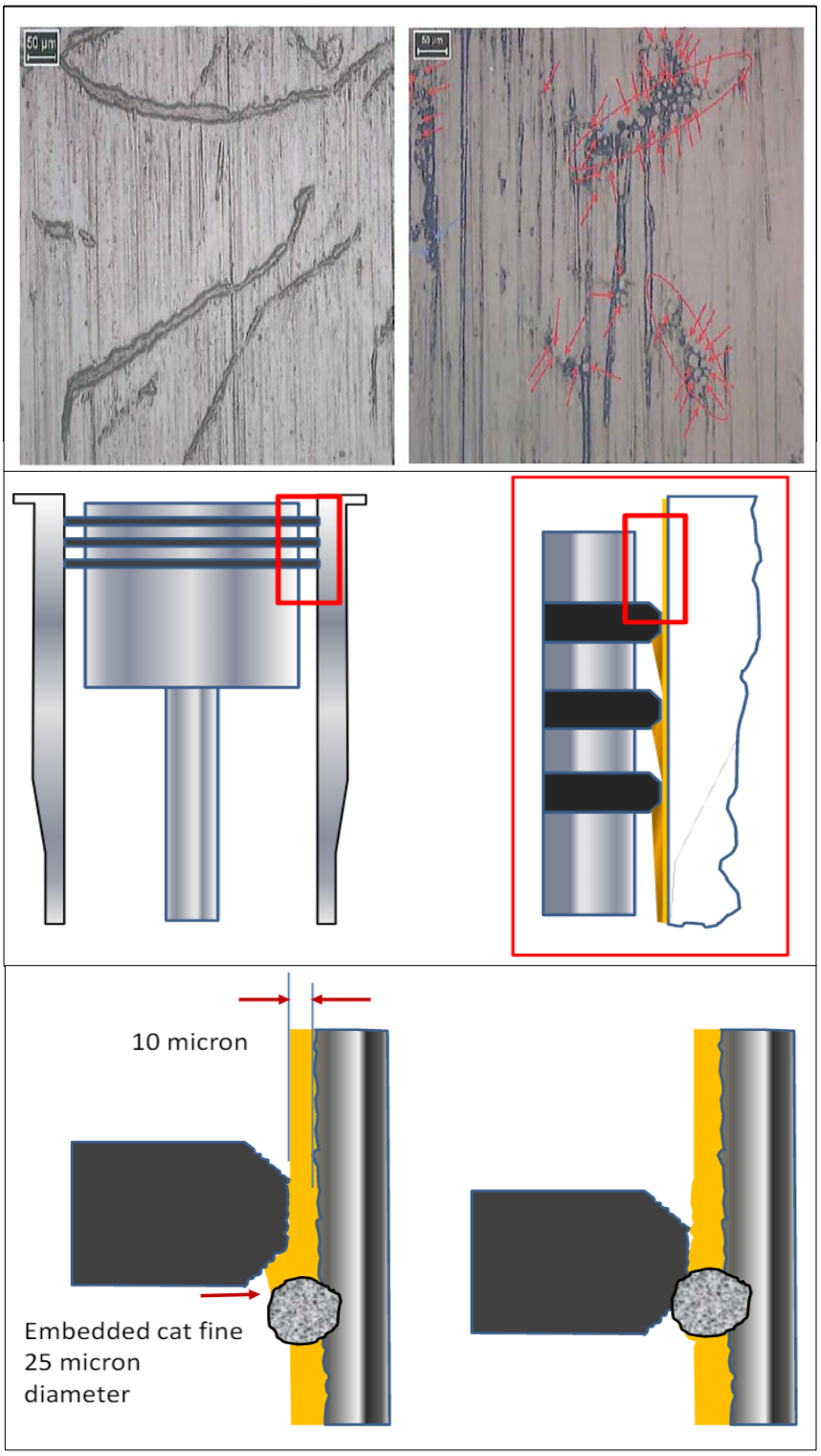


Figura 19. Afectación a la camisa del cilindro por abrasión en relación de los finos catalíticos.
Fuente: Recuperado de https://docplayer.net/85003777-Bunkers-cat-fines-paul-hill-marine-engineer-managing-director-europe-africa-the-current-issues-and-what-the-future-might-look-like.html

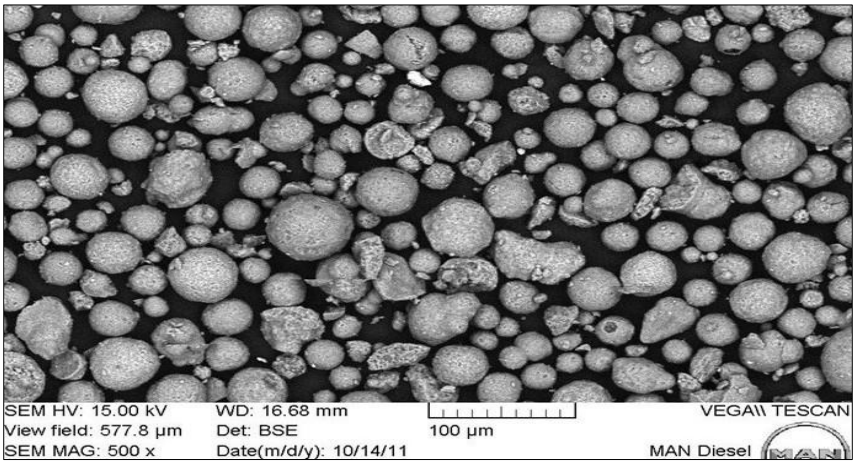


Figura 20. Los finos catalíticos causan severos daños a la maquina principal si no es detectado a tiempo.
Fuente: Recuperado de https://marine.man-es.com/

Así también, es importante resaltar la amplitud visionaria de Meech (2017) sobre la demanda de combustibles marinos en el sector del transporte marítimo, sobre la cual se puede observar que los combustibles residuales podrían tener mayor aceptación y por lo tanto habría una mayor tendencia de presencia de finos catalíticos contaminantes en los motores de los buques.

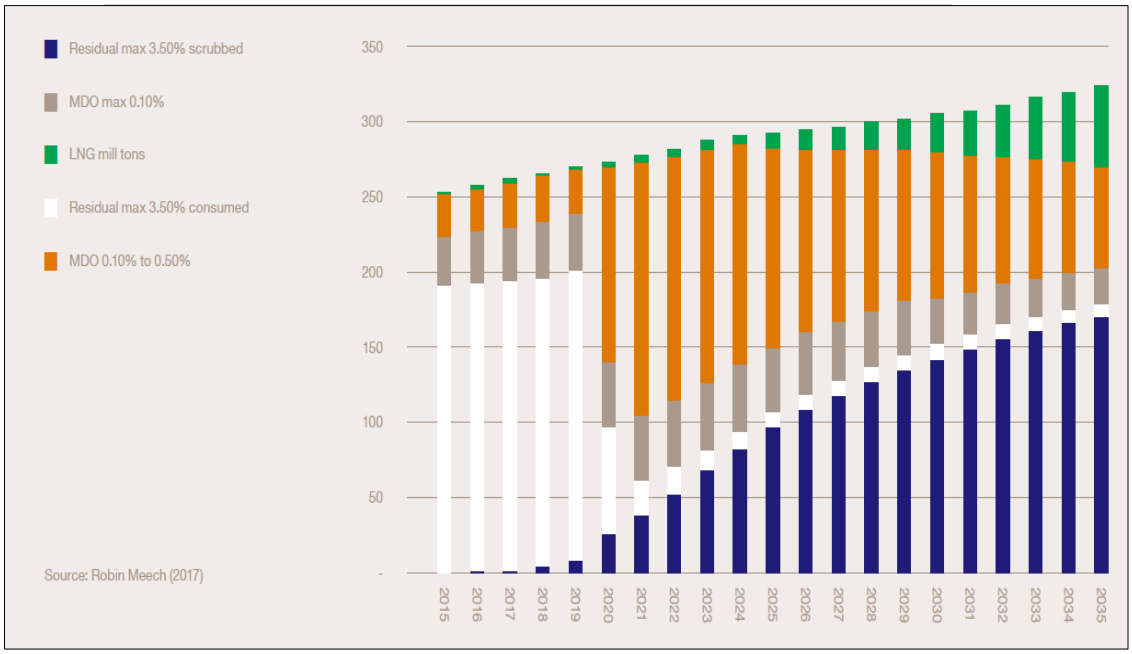


Figura 21. Demanda de combustibles marinos en los próximos años.
Fuente: Recuperado de https://www.bunkernet.com.cy

2.3.3. Afectación en la máquina principal por la presencia de finos catalíticos

La máquina principal, llamada también “Main Engine”, o motor principal del buque representa uno de los componentes más importantes dentro de la estructura del buque. Es un motor de combustión interna, generalmente de dos tiempos, cuya función es mover el eje de cola y en consecuencia la hélice, produciendo el desplazamiento necesario para otorgar movimiento en el buque.

Dicho motor suele consumir combustibles residuales los cuales poseen polvos catalíticos que a pesar del proceso de calentamiento, sedimentación, purificación y separación llevada a cabo el sistema de combustible del buque, logran ingresar a la cámara de combustión.

A. Sistema de Combustible

De acuerdo con Whanhede (2019) y Mariners Tamil (2019) el proceso de calentamiento, sedimentación, purificación y separación para conseguir un combustible libre de impurezas para la máquina principal puede ser explicado de la siguiente manera:

-El sistema de combustible comprende de una serie de procedimientos. En primer lugar, al recibir el combustible fuel pesado por el proceso de abastecimiento mediante conexiones ya sea desde una terminal o buque suministro. Este es enviado al tanque de

almacenamiento, en el cual es calentado a una temperatura aproximada de 50ºC como mínimo para poder ser transferido o bombeado alrededor del sistema.

-Por medio de una bomba de desplazamiento positivo, el fuel pesado es enviado al tanque de sedimentación especialmente diseñado con el objetivo de decantar en el fondo tanto el agua como las partículas sólidas presentes en el combustible.

-A pesar de la sedimentación en el tanque, el combustible posee muchas impurezas y el contenido de agua siempre estará presente. Por tal motivo la presencia de una purificadora es indispensable para la depuración de estos elementos.

-La purificadora tiene como principio de trabajo la fuerza centrífuga para una separación eficiente tanto de las partículas sólidas que no llegaron a ser filtradas, y del agua. El combustible teóricamente limpio, es enviado al tanque de servicio con una temperatura de 80 o 90ºC. En otras palabras, un combustible de calidad, cumpliendo con los estándares del fabricante de los distintos equipos.

-Sin embargo hasta dicho momento, el combustible aún no está en condiciones necesarias para el consumo de la maquina principal o motores auxiliares. Debido a eso, el combustible pasa por una unidad de refuerzo, compuesto de bombas rotativas, calentadores los cuales ayudan a obtener la temperatura correcta y con ella una viscosidad adecuada, y filtros automáticos para así atrapar partículas que aun puedan estar presentes en el sistema. En adición, sin ser menos

importante, un viscosímetro que permitirá regular la cantidad calorífica media a la que debe estar dicho combustible.

-Pasando por el proceso antes mencionado, encontramos un filtro que trabaja con diferencia de presiones, es decir, que cuando la diferencia entre la presión de entrada con la de salida sea exceda los limites predeterminados, deberá ser cambiada al filtro de espera y limpiar el filtro anterior. En esta etapa, el combustible es enviado a la maquina principal, gracias a la bomba de inyección la cual genera la presión adecuada para una correcta inyección.

-El inyector se encarga de pulverizar el combustible dentro de la cámara de combustión. Y finalmente, con el aire generado en la cámara de barrido más la alta temperatura generada, se produce aquello que llamamos combustión.

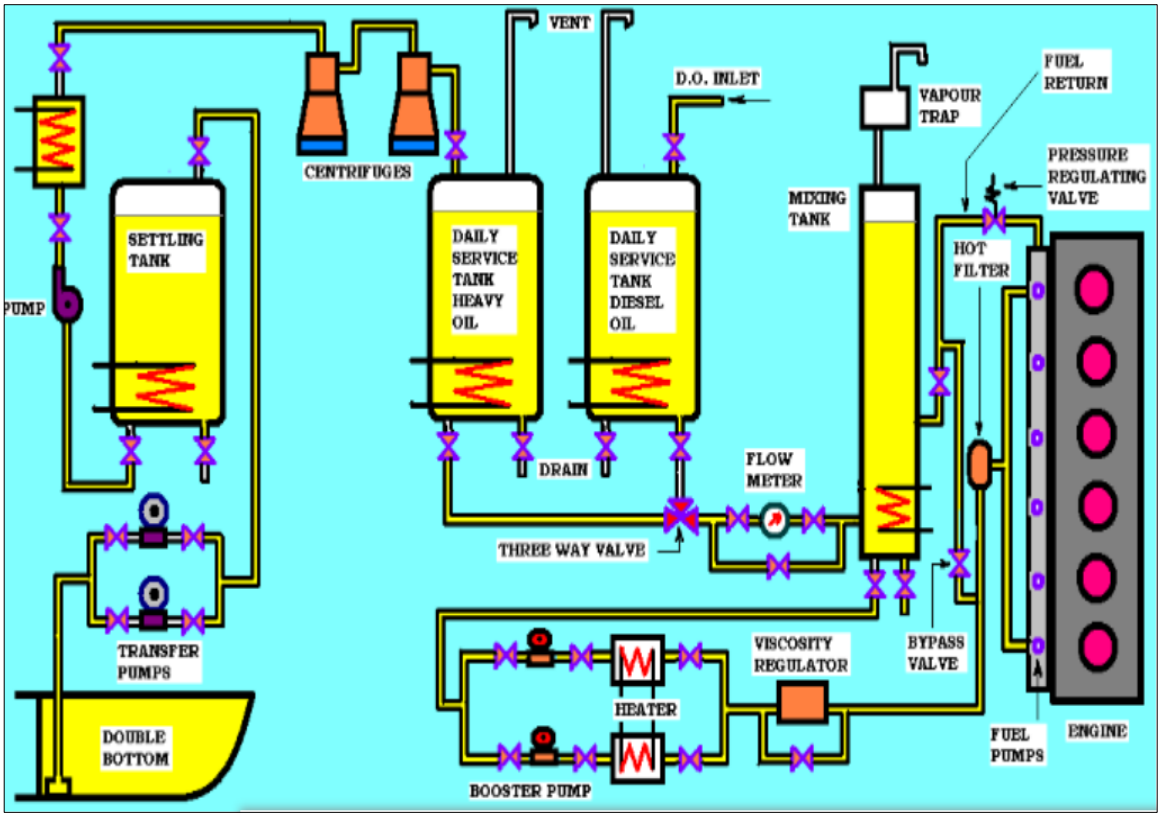


Figura22. Sistema de combustibles a bordo del buque.
Fuente: Recuperado de http://marineinfobox.blogspot.com/

B. Principales afectaciones

Las principales afectaciones que se producen en la máquina principal causa de la presencia de finos catalíticos son los siguientes:

-Desgaste abrasivo: El desgaste abrasivo es ocasionado por el desplazamiento de dos cuerpos sobre una superficie. En esta oportunidad son los finos catalíticos moviéndose entre dos superficies sólidas. Dando como ejemplo, los anillos de pistón siendo una de las superficies, seguido de la camisa del cilindro. Entre estas dos superficies se depositan los finos catalíticos los cuales pulen, muelen y rayan el material ya que generalmente estas partículas son más duras que el metal sometido.

-Desgaste adhesivo: El desgaste adhesivo es formado por el contacto deslizante de dos superficies en sentido opuesto. Podríamos decir que este deterioro también es ocasionado por finos catalíticos ya que la luz entra las dos superficies incrementan y de esa manera la película de aceite lubricador no cumpla su debida función. Como resultado, generando contacto entre los anillos de pistón y la camisa del cilindro.

-Desgaste corrosivo: El desgaste corrosivo es el resultado de una corrosión química con el desgaste mecánico, actuando al mismo tiempo sobre una superficie sólida (Alfa Laval, 2019).

Así también, las piezas afectadas mientras la maquina principal está en operación suelen ser las siguientes:

-Camisa del cilindro: Las camisas de cilindro son cavidades huecas de forma cilíndrica y muy lisas. Están hechas de aleaciones de acero y otros metales, con el fin de que sean resistentes a altas temperaturas, sin embargo, los finos catalíticos son aún más duros y debido a esto se incrustan en la superficie de la camisa del cilindro, ocasionando un exceso de desgaste abrasivo.

-Pistón: El pistón es un elemento imprescindible en un motor de combustión interna. Es el encargado de comprimir la mezcla y de enviar el impulso mecánico de la expansión de los gases al cigüeñal con el movimiento alternativo que realiza dentro del cilindro. Los finos catalíticos también quedan incrustados en el pistón y por su movimiento se genera un desgaste tanto en la camisa del cilindro como en el pistón, en algunos casos se ha llegado a romper el pistón.

-Anillos de pistón: Los anillos del motor son piezas circulares de sección rectangular, que se alojan en el embolo del pistón. Cumplen con diferentes funciones en el motor, como mantener la distancia entre el pistón y el cilindro, controlar el flujo del aceite lubricante y mantener sellado el cilindro. Los anillos también corren el riesgo de quebrarse debido a que los finos catalíticos, y si esto llegara a pasar puede ocasionar un incendio dentro del motor.

-Bombas de inyección: La bomba de inyección de combustible es un componente del circuito de inyección que tiene como objetivo dosificar el combustible en función de la velocidad de rotación del motor y de las condiciones de carga, así como enviarlo en el instante preciso a los inyectores.

Las partículas de diferentes tamaños de polvo catalítico pueden crear diferentes riesgos con el potencial de causar abrasión en los barriles / émbolos de la bomba de combustible.

-Inyector: Un inyector es un elemento del sistema de inyección de combustible cuya función es introducir una determinada cantidad de combustible en la cámara de combustión en forma pulverizada, distribuyéndolo lo más homogéneamente posible dentro del aire contenido en la cámara (MAN, 2018).

Figura 23. Afectación a la camisa del cilindro.
Fuente: Recuperado de https://mfame.guru/cat-fines-causing-claims/

Figura 24. Daños a los motores marinos debido a finos catalíticos en el combustible (Comité Joint Hull, 2013, p. 18).
Fuente: Recuperado de https://mfame.guru/cat-fines-causing-claims/

2.3. Marco conceptual

- Aditivos: Sustancia química agregada a un producto para mejor sus propiedades.
- Catalizador: Substancia capaz de favorecer o acelerar una reacción química sin intervenir directamente en ella.
- Centrifugación: Método por el cual se pueden separar solidos de líquidos de diferente densidad por medio de fuerza giratoria.
- CIMAC: Consejo Internacional de Motores de Combustión, asociación mundial sin fines de lucro de la industria de motores de combustión interna.
- Combustible: Sustancia o materia que al combinarse con el oxígeno es capaz de reaccionar desprendiendo calor.
- 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.
- Craqueo: Proceso químico industrial mediante el cual se disocian, a temperatura y presión elevada, los hidrocarburos más pesados del petróleo.
- Destilación: Proceso por el que la sustancia volátil de una mezcla se separa de otra que no lo es mediante evaporación y posterior condensación de la misma.
- Ebullición: Proceso físico en el que un líquido pasa a estado gaseoso.
- ECA: Zona de Control de Emisiones, donde se existe un control sobre los gases emitidos por los buques que se encuentran en dichas zonas.
- Filtración: Acción de filtrar o filtrarse.
- Filtro: Objeto que sirve para separar las partes sólidas de un líquido.
- Fueloil: Combustible pesado derivado del petróleo crudo.

- GNL: Gas natural licuado, gas que ha sido procesado para ser transportado en forma líquida.
- GPL: Gas licuado de petróleo, es una mezcla de butano y propano con una composición que lo convierten en apto para la automoción.
- Hidrocarburo: compuestos orgánicos conformados únicamente por átomos de carbono e hidrógeno.
- IACS: Asociación Internacional de Sociedades Clasificadoras, dedicado a barcos seguros y mares limpios.
- Inyección: Proceso por el cual el combustible es pulverizado y enviado a la cámara de combustión
- MARPOL: “Polución marítima” Convenio Internacional para prevenir la contaminación por buques.
- MEPC: Comité de protección del medio marino, aborda cuestiones medioambientales que son competencia de la OMI.
- Micra: Medida de longitud, de símbolo μ, que es la millonésima parte de un metro.
- MSDS: Hojas de datos de seguridad, documentos que proveen información relacionada con la seguridad y salud ocupacional para el uso de distintos productos.
- Muestra: Porción del producto que se recolecta en un recipiente el cual será enviado a un laboratorio para el respectivo análisis.
- OMI: Organización Marítima Internacional, organismo responsable de la seguridad y protección de la navegación y de prevenir la contaminación del mar por buques.

- Norma ISO: Norma definida por la Organización Internacional de Normalización que se aplica a los productos y servicios.
- Purificadora: Equipo que usa la fuerza centrífuga para separar las partículas sólidas y el agua del combustible.
- Refinación: Proceso por el cual el petróleo crudo es fraccionado para poder obtener diversos hidrocarburos.
- Refinería: Plataforma industrial destinada a la refinación del petróleo.
- Sedimentación: Proceso por el cual se depositan los materiales debido a la gravedad.
- SOLAS: Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida en el Mar, es el mas importante de todos los tratados internacionales sobre la seguridad de los buques.
- Viscosidad: Propiedad importante de los líquidos que describe la resistencia del líquido al flujo y está relacionada con la fricción interna en el líquido.
- Viscosímetro: Instrumento empleado para medir la viscosidad y algunos otros parámetros de flujo de un fluido.
- Zeolita: Minerales aluminosilicatos microporosos, los cuales se encuentran tanto en rocas sedimentarias como volcánicas y metafóricas.

CAPÍTULO III: DISEÑO METODOLÓGICO

3.1. Diseño de la Investigación

Con respecto a las características metodológicas que enmarcan el presente trabajo de investigación se determina tomando las posturas de Hernández y Mendoza (2018) así como la de Vara (2015) que es de ruta cualitativa, tipo básica, nivel exploratorio y diseño fenomenológico.

Para Hernández y Mendoza (2018) la investigación cualitativa se orienta a comprender fenómenos estableciendo una actitud exploratoria y profunda en la cual se acentúa un análisis interpretativo que parte de las conceptualizaciones del sujeto que investiga.

En tal sentido, el presente estudio guarda relación con la “ruta cualitativa” ya que se estudia los finos catalíticos y su influencia en el desgaste de la máquina principal explorando el contexto nacional, cuyas apreciaciones son construidas

con base a la información que fue recopilada y que con la información de campo se pudo generar una teoría que parte de un análisis interpretativo.

Por otra parte, sobre la investigación de “tipo básica” Vara (2015) señala que se orientan a aumentar las arcas del conocimiento, sin considerar que los resultados sean utilizados inmediatamente para soluciones problemas prácticos de la realidad, por lo que se establece la relación “conocer por saber”, estableciendo así una base científica respecto al fenómeno que se pretende estudiar.

En tal sentido, el presente estudio al buscar conocer la acción de los finos catalíticos y su influencia en el desgaste de los componentes del motor se presentan resultados los cuales establecen una teoría que busque explicar las consideraciones generales que se desprenden de dicha problemática en el contexto nacional peruano orientado a la operación de los buques, sin que los resultados sean utilizados inmediatamente para resolver el problema en los buques.

Con respecto a la caracterización que ofrece Hernández y Mendoza (2018) sobre el nivel exploratorio vinculado a la investigación científica señala que sirven para preparar el terreno para realizar estudios con mayor profundidad. En tal sentido, se examinan fenómenos o problemas de investigación nuevos o poco estudiados.

Bajo la postura establecida, el presente trabajo de investigación guarda relación ya que al problematizar sobre los finos catalíticos y su repercusión en la máquina principal se establece un primer estudio el cual puede servir de referencia para futuros estudios respecto a mejorar las condiciones a bordo de los buques mercantes en el contexto nacional, obteniendo y diversificando mayor información dentro de la comunidad marítima nacional.

Por último, sobre el diseño básico de investigación fenomenológica, Hernández y Mendoza (2018) señalan que busca: “Experiencias comunes y distintas categorías que se presentan frecuentemente en las experiencias” (p. 524); mientras que Vara (2015) sostiene que: “Se centra en la subjetividad de las personas, en cómo entienden el mundo, en cómo interpretan la realidad, en el significado de las cosas” (p. 242).

Ante lo antes expuesto, el presente trabajo de investigación guarda relación con la postura señalada de ambos autores, ya que se pretende captar aspectos profundos que parten de la experiencia en relación con el fenómeno observado, definido como los finos catalíticos y su influencia en el desgaste de los componentes de la máquina principal.

La interpretación que surge de lo extraído por los sujetos en razón del propósito de estudio y la línea de investigación enmarca la subjetividad de cada una de las percepciones de los individuos sobre la problemática, lo cual establece una teoría recabada desde figuras operativas con la producción y uso del combustible marino residual intermedio en el contexto nacional.

En tal sentido, basado en la caracterización de diseño fenomenológico se establecen las actividades y procedimientos básicos que guían el proceso investigativo en donde la recolección de datos y análisis se desarrollan de forma conjunto se pone entre paréntesis un acontecer, sobre lo cual se brindará una interpretación inicial que conlleve a fortalecer nuevos trabajos de investigación con orientaciones prácticas en beneficio de los proveedores de combustible y los operadores de buques mercantes en el Perú.

3.2. Muestreo

En el muestreo relacionado con la investigación cualitativa no existe principio de equiprobabilidad, ya que la intención del investigador por lo general se basa en conocer, examinar y profundizar sobre diversas problemáticas de acuerdo con su postura crítica.

Vara (2015) señala que dicho tipo de muestreo es típico cuando se realizan estudios de carácter cualitativo, el cual se basa en la profundización de un tema sobre el cual se realizan exploraciones iniciales y por lo tanto las unidades de información son tomadas según el criterio del propio investigador.

En tal sentido, bajo la postura de Vara (2015) se establece para efectos del presente trabajo de investigación un muestreo no probabilístico por rastreo, el cual se caracteriza porque una vez elegidas las primeras unidades de información, se referencia a otras unidades por sugerencia de los anteriores.

Dicho tipo de muestreo aplica tanto para sujetos entrevistados, así como para las fuentes documentales que aportan con información importante para profundizar en el análisis, ya que un reporte o documento lleva a otro similar sobre los cuales se determinan las unidades de información correspondientes.

Es así que las unidades de información determinadas para el presente trabajo de investigación quedan representadas por los siguientes grupos:

-Proveedores: Corresponden a Ingenieros Petroquímicos quienes laboran en refinerías peruanas que producen combustibles marinos residuales intermedio.

-Usuarios: Corresponden a personal que labora y tiene a su cargo el mantenimiento de la máquina principal de buques mercantes que realizan cabotaje en el Perú. En tal sentido se eligieron a Jefes de Máquinas y un Superintendente de Flota.

-Documentos: Representan las unidades documentales de información los cuales brindan una información que otorga mayor consistencia a los objetivos específicos establecidos.

Muestreos no probabilístico	Unidades de análisis	Informantes		Cantidad
		Etiqueta	Experiencia	
Por rastreo	Proveedores	P1	10 años	04
		P2	12 años	
		P3	5 años	
		P4	22 años	
	Usuarios	SF 1	30 años	07
		JM 1	15 años	
		JM 2	19 años	
		JM 3	26 años	
		JM 4	33 años	
		JM 5	27 años	
		JM 6	16 años	
	Documentos	Refinerías en el Perú – Ministerio de Energía y Minas		01
		ISO 8217:2017 Productos del petróleo – Combustibles (clase F) – Especificaciones de		01

		combustibles marinos	
		Reporte sobre casos vinculados a finos catalíticos en motores marinos de MAN Diésel & Turbo	01
		CIMAC Recomendación 25: Recomendaciones concernientes al diseño de las plantas de tratamiento para los combustibles pesados para motores diésel	01
		Directrices de 2019 para la implantación uniforme del límite del contenido de azufre del 0.50 % en virtud del Anexo VI del Convenio MARPOL – Resolución MEPC.320(74)	01

3.3. Sistema de categorías

El sistema de categorías para el presente estudio sobre los cuales se realizarán las teorizaciones correspondientes se establecen de la siguiente manera:

Categoría de análisis: Finos catalíticos en el desgaste de los componentes de la máquina principal de un buque mercante por consumo de combustibles residuales intermedios.	
Espacio: Jurisdicción Marítima Peruana.	
Subcategoría de análisis: Condiciones de producción de combustible marinos residuales intermedios; presencia de finos catalíticos en el combustible marino residual intermedio y afectación en razón con el desgaste de los componentes de la máquina principal; trazabilidad respecto a las medidas que garantizan la calidad del combustible marino residual intermedio desde el proveedor al comprador/ usuario final; y acciones para disminuir y/o eliminar la presencia de finos catalíticos en la máquina principal.	
Subcategorías	Indicadores
Condiciones de producción de combustibles marinos residuales intermedios	Refinerías en el Perú
	Combustibles pesados producidos
	MEPC.320(74)
	Combustibles marino residual comprado
	Límite de azufre permitido
	Proceso de producción

Presencia de finos catalíticos en el combustible marino residual intermedio y afectación en razón con el desgaste de los componentes de la maquina principal.	Tipo de catalizador
	Marco legal OMI
	Denominación de los catalizadores
	Presencia de finos catalíticos
	Inspecciones
Trazabilidad respecto a las medidas que garantizan la calidad del combustible marino residual intermedio desde el proveedor al comprador/usuario final	Verificación de la calidad del combustible en refinería
	Cadena de distribución
	ISO 13739
	ISO 8217
	Muestreo
	Inspecciones
Acciones para disminuir y/o eliminar la presencia de finos catalíticos en la maquina principal	Conocimientos de los finos catalíticos
	Experiencia con finos catalíticos
	Afectación en la maquina principal por parte de los polvos catalíticos
	Información en el contexto nacional sobre finos catalíticos
	Iron test
	Sensor para detectar polvos catalíticos
	Acciones por parte de la gestión de las compañías

3.4. Técnicas para la recolección de datos

3.4.1. Técnica

Las técnicas utilizadas en la presente investigación fueron la entrevista y la documentación.

3.4.2. Instrumentos

En todo proceso investigativo caracterizado como cualitativo se determina que el investigador es el instrumento de investigación, y que es el quien recopila, analiza e interpreta la información obtenida con el fin de establecer la teoría pertinente (Hernández y Mendoza, 2018).

En tal sentido, en el presente estudio, el instrumento de investigación lo conforman los investigadores o autores del presente trabajo, ya que son los que recopilan la información, la analizan, la ordenan y la interpretan para establecer una postura teórica acorde con la pregunta de investigación.

Así también se utilizaron guías de entrevista en la cual plasmaron las preguntas de acuerdo con la matriz categorial y fichas de investigación en razón de poder captar la información necesaria sobre los objetivos específicos que guiaron el proceso de investigación. (Ver Anexo 2).

3.5. Técnicas para el procesamiento y análisis de los datos

Una vez recabados los datos de las fuentes de información pertinentes se procedió a organizar en función a cada subcategoría en análisis establecida. Respecto a las entrevistas que buscaron información de los sujetos se aplicaron técnicas de corte y palabras clave en contexto, con la ayuda del software cualitativo QDA Miner, con lo que se extrajeron las ideas principales para iniciar con la teorización final de acuerdo a cada objetivo específico.

Por otra parte, con los documentos y reportes recabados se aplicó el análisis de contenido capturando información que conlleve a profundizar sobre la información obtenido por parte de las entrevistas mediante el uso de fichas elaboradas con el programa Microsoft Word. Así mismo, aplicando el método de triangulación de técnicas de recolección de datos, se establecieron las categorías emergentes finales sobre los cuales se realizan las interpretaciones finales con lo que se responde al objetivo de investigación.

3.6. Rigor cualitativo

De acuerdo con lo que establece Hernández y Mendoza (2018) el rigor cualitativo se determina por los criterios de validez, confiabilidad y transferencia, lo cual garantiza que una investigación cualitativa sea de calidad y aporte con teoría concreta y sustancial.

La validez para el presente trabajo de investigación se determinó poniendo énfasis en la información recopilada con lo cual se pretendió capturar realmente lo que los sujetos desean expresar y lo que se requiere de los documentos que se tomaron en cuenta, los cual se determinó a través de técnicas de relectura constante.

La confiabilidad se pudo determinar en base a la triangulación de técnicas de recolección de datos (entrevista y encuesta) así como triangulación de sujetos, con los cual se aplicó el principio de saturación de la información y contenido relevante para poder establecer la información final en los resultados.

Respecto a la transferencia, mediante un proceso reflexivo se puede establecer que los resultados son válidos sólo para el contexto peruano en la cual comulgan los proveedores de combustibles residuales intermedios marinos y los usuarios lo cual se determinó por los operadores de los buques mercantes que realizan cabotaje en el Perú.

Así mismo, para fines de validación del proceso investigativo, se consultó a 5 jueces expertos respecto al tema desarrollado, en la cual se pudo buscar su apreciación sobre las técnicas y herramientas utilizadas en el proceso investigativo y la determinación de la operacionalización de la categoría que enmarca los aspectos sobre los cuales se explica e interpreta el proceso investigativo, lo cual ayudó y contribuyó con ciertos alcances respecto a mejorar la tesis planteada. (Ver Anexo 3).

3.7. Aspectos éticos

Se aplicó un consentimiento informado a los entrevistados, en la cual se explica las consideraciones generales y fines de la información que se desea recabar de los mismos, priorizando sobre su anonimato y respeto a la confidencialidad de datos de acuerdo a posturas éticas en razón de los procesos de investigación científica. (Ver Anexo 4).

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

Los resultados obtenidos se establecen considerando cada indicador según subcategoría de análisis, con lo cual se detalla mediante una síntesis conceptual los aspectos relevantes en base a las categorías emergentes que provienen de la información recabada de los entrevistados.

Por otra parte, con la información documental recabada se plasma la captura en razón del indicador y subcategoría orientativa con lo cual se establece una interpretación base en razón de cumplir con los objetivos específicos del proceso investigativo.

En tal sentido, a continuación, se presentan los resultados provenientes de entrevistas y documentación de acuerdo a cada objetivo específico que se establecen en respuesta a cada subcategoría de análisis los cuales en conjunto determinan la información satisfactoria que respuesta al objetivo general de estudio.

4.1. Conocer la acción de los finos catalíticos en el desgaste de los componentes de la máquina principal de un buque mercante desde la perspectiva de proveedores y usuarios finales de combustibles marinos residuales intermedios vinculados al transporte marítimo peruano.

4.1.1. Conocer bajo qué condiciones se producen los combustibles marinos residuales intermedios en las refinerías del Perú.

-Refinerías en el Perú:

Entrevista

1. ¿Cuántas refinerías proveen combustibles marinos pesados en el Perú?				
P1	P2	P3	P4	Síntesis conceptual
-Hasta donde tengo conocimiento la refinería de La Pampilla y la refinería de Talara producen combustibles marinos.	-A nivel nacional son pocas las refinerías que cuentan con las estructuras y equipos para producir el combustible marino, una de ellas es la	-La refinería la pampilla ha estado estos últimos años ampliándose, es decir, ha invertido en modernizarse para poder cumplir con la nueva regulación	-Tengo conocimientos que la Refinería la Pampilla actualmente produce combustible marino, y la refinería de Talara, aunque no estoy totalmente seguro.	-A nivel nacional las refinerías más importantes que producen combustibles marinos pesados son La Pampilla, Talara, los cuales suministran a los buques mercantes.

	refinería La Pampilla.	de 0.50% azufre masa/masa.		

1. Refinerías en el Perú – Ministerio de Energía y Minas

REFINERÍA LA PAMPILLA S.A.

Propietario : Consorcio donde REPSOL es socio mayoritario (Perteneció a PETROPERU hasta Agosto de 1996)
Inicio de Operaciones : 17 de Diciembre de 1967
Ubicación : Carretera a Ventanilla km. 25, Distrito de Ventanilla, Provincia del Callao, Departamento de Lima

Capacidad Instalada

Capacidad de Procesamiento:

Unidad de Destilación Primaria I	37 000 BPD
Unidad de Destilación Primaria II	65 000 BPD
Unidad de Destilación al Vacio	18 000 BPD
Unidad de Craqueo Catalítico FCC	8 500 BPD
Unidad de Reformación Catalítica	1 700 BPD
Unidad de Desulfurización (Unifining)	2 700 BPD

Capacidad de Almacenamiento:

Crudo	2 245 000 BLS
Productos	2 621 000 BLS

Unidades de Generación Eléctrica: Tres generadores de emergencia de 500 kW, 104 kW y 100 kW de Potencia Nominal

REFINERÍA PUCALLPA

Propietario : PETROLEOS DEL PERU S.A. (PETROPERU); Actualmente viene siendo operada por la Compañía The Maple Gas Corporation del Perú S.A.
Inicio de Operaciones : 11 de Setiembre de 1956
Ubicación : Pucallpa, Distrito de Callería, Provincia de Coronel Portillo, Departamento de Ucayali

Capacidad Instalada

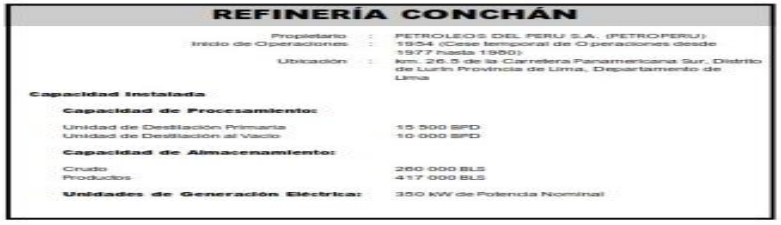
Capacidad de Procesamiento:

Unidad de Destilación Primaria	3 300 BPD
Unidad Merox	500 BPD

Capacidad de Almacenamiento:

Crudo	134 500 BLS
Productos	79 200 BLS

Unidades de Generación Eléctrica: 325 kW de Potencia Nominal



REFINERÍA CONCHÁN

Propietario : PETROLEOS DEL PERU S.A. (PETROPERU)
Inicio de Operaciones : 1954 (Cese temporal de Operaciones desde 1977 hasta 1980)
Ubicación : km. 26.5 de la Carretera Panamericana Sur, Distrito de Lurín Provincia de Lima, Departamento de Lima

Capacidad Instalada

Capacidad de Procesamiento:

Unidad de Destilación Primaria	15 500 BPD
Unidad de Destilación al Vacio	10 000 BPD

Capacidad de Almacenamiento:

Crudo	260 000 BLS
Productos	417 000 BLS

Unidades de Generación Eléctrica: 350 kW de Potencia Nominal

REFINERÍA TALARA

Propietario : PETROLEOS DEL PERU S.A. (PETROPERU)
Inicio de Operaciones : 1917
Ubicación : Distrito de Parińas, Provincia de Talara, Departamento de Piura

Capacidad Instalada

Capacidad de Procesamiento:

Unidad de Destilación Primaria	62 000 BPD
Unidad de Destilación al Vacio	24 000 BPD
Unidad de Craqueo Catalítico FCC	16 600 BPD
Unidad Merox	10 000 BPD
Planta de Bases Lubricantes	1 200 BPD

Capacidad de Almacenamiento:

Crudo	992 000 BLS
Productos	2 560 000 BLS

REFINERÍA EL MILAGRO

Propietario : PETROLEOS DEL PERU S.A. (PETROPERU)
Inicio de Operaciones : Se trasladó desde la ciudad de Marsella hasta la actual ubicación en 1996
Ubicación : El Milagro, Provincia de Utcubamba, Departamento de Amazonas

Capacidad Instalada

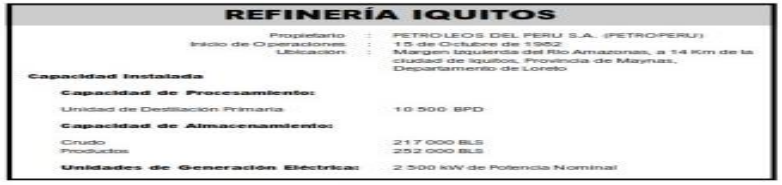
Capacidad de Procesamiento:

Unidad de Destilación Primaria	1 700 BPD

Capacidad de Almacenamiento:

Crudo	5 000 BLS
Productos	42 500 BLS

Unidades de Generación Eléctrica: 330 kW de Potencia Nominal



REFINERÍA IQUITOS

Propietario : PETROLEOS DEL PERU S.A. (PETROPERU)
Inicio de Operaciones : 15 de Octubre de 1952
Ubicación : Margen izquierda del Río Amazonas, a 14 Km de la ciudad de Iquitos, Provincia de Maynas, Departamento de Loreto

Capacidad Instalada

Capacidad de Procesamiento:

Unidad de Destilación Primaria	10 500 BPD

Capacidad de Almacenamiento:

Crudo	217 000 BLS
Productos	252 000 BLS

Unidades de Generación Eléctrica: 2 500 kW de Potencia Nominal

REFINERÍA SHIVIYACU

Propietario : PLUSPETROL PERU CORPORATION S.A.
Inicio de Operaciones : 13 de Marzo de 1993
Ubicación : Shiviyacu - Lote 1-AB, Distrito del Tigre, Provincia de Loreto, Departamento de Loreto.

Capacidad Instalada

Capacidad de Procesamiento:

Unidad de Destilación Primaria	2 000 BPD

Capacidad de Almacenamiento:

Crudo	15 000 BLS
Productos	5 000 BLS

Unidades de Generación Eléctrica: 1 200 kW de Potencia Nominal

Interpretación:

-En el Perú existen siete refinerías de petróleo, mediante los cuales se abastece gran parte de la demanda de combustibles a nivel nacional. Las refinerías en el Perú suelen procesar crudos nacionales como importadores. En tal sentido, existe la necesidad de recibir buques que transportan crudo en la jurisdicción marítima nacional. Se puede además establecer que las principales refinerías que proveen combustibles marinos pesados son La Pampilla y Talara.

-Combustibles pesados producidos:

Entrevista

2. ¿Qué tipo de combustibles marinos residuales son producidos en las refinerías peruanas?				
P1	P2	P3	P4	Síntesis conceptual
-Las refinerías peruanas producen IFO 180 y IFO 380 y Diésel Marino.	-No tengo conocimiento claro acerca de los combustibles marinos.	-Pueden producir diferente productos como por ejemplo, diferentes derivados de petróleo pesado y diésel.	-Las refinerías producen gasoil, Diésel, IFO 180, IFO 380, combustibles pesados, los cuales eran consumidos con mayor frecuencia.	-Para los buques se suele producir combustibles residuales intermedios tales como IFO 180 y 380. Así también se producen destilados los cuales son enviados a diferentes mercados. Entre los destilados más importantes para uso marino resalta el Marine Gas Oil (MGO) o Diésel 2 Uso Marino.
3. ¿Qué especificaciones se toman en cuenta para la producción de combustibles pesados?				
P1	P2	P3	P4	Síntesis conceptual
-Actualmente se toma como referencia el ISO 8217:2017, para la producción de combustibles marinos.	-Las especificaciones las establece la norma ISO nº 8217, la cual refiere a los combustibles marinos abastecidos a las empresas	-Las normas ISO, si no mal recuerdo, es la 8217, que regula las calidades del combustible marino.	-La norma ISO 8217 es la que se encarga de establecer especificaciones en relación de los combustibles marinos pesados.	-Por lo general, las especificaciones que se toman en cuenta para la producción de combustibles marinos pesados son las que hace referencia la norma ISO 8217:2017, así como el estándar internacional ASTM D-2069.

	navieras peruanas.			

2. ISO 8217:2017 Productos del petróleo – Combustibles (clase F) – Especificaciones de combustibles marinos

ISO 8217 2017
FUEL STANDARD

ISO 8217 2017 Fuel Standard
for marine residual fuels

REQUIREMENTS FOR MARINE RESIDUAL FUELS

Characteristic		Unit	Limit	Category ISO-F-											Test method reference
				RMA	RMB	RMD	RME	RMG				RMK			
				10	30	80	180	180	380	500	700	380	500	700	
Kinematic viscosity at 50 °C		mm²/s [a]	Max	10,00	30,00	80,00	180,0	180,0	380,0	500,0	700,0	380,0	500,0	700,0	ISO 3104
Density at 15 °C		kg/m³	Max	920,0	960,0	975,0	991,0	991,0				1010,0			ISO 3675 or ISO 12185; see 6.1
CCAI		–	Max	850	860	860	860	870				870			see 6.2
Sulfur [b]		mass %	Max	Statutory requirements											ISO 8754 or ISO 14596 or ASTM D4294; see 6.3
Flash point		°C	Min	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0				60,0			ISO 2719; see 6.4
Hydrogen sulfide		mg/kg	Max	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00				2,00			IP 570; see 6.5
Acid number [c]		mg KOH/g	Max	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5				2,5			ASTM D664; see 6.6
Total sediment – Aged		mass %	Max	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10				0,10			ISO 10307-2; see 6.9
Carbon residue – Micro method		mass %	Max	2,50	10,00	14,00	15,00	18,00				20,00			ISO 10370
Pour point (upper) [d]	winter	°C	Max	0	0	30	30	30				30			ISO 3016
	summer	°C	Max	6	6	30	30	30				30			
Water		volume %	Max	0,30	0,50	0,50	0,50	0,50				0,50			ISO 3733
Ash		mass %	Max	0,040	0,070	0,070	0,070	0,100				0,150			ISO 6245
Vanadium		mg/kg	Max	50	150	150	150	350				450			IP 501, IP 470 or ISO 14597; see 6.14
Sodium		mg/kg	Max	50	100	100	50	100				100			IP 501, IP 470; see 6.15
Aluminium plus silicon		mg/kg	Max	25	40	40	50	60				60			IP 501, IP 470 or ISO 10478; see 6.16
Used lubricating oil (ULO): – Calcium and zinc; or – Calcium and phosphorus		mg/kg	–	Calcium > 30 and zinc > 15 or Calcium > 30 and phosphorus > 15											IP 501 or IP 470, IP 500; see 6.17

a 1 mm²/s = 1 cSt.
b The purchaser shall define the maximum sulfur content in accordance with relevant statutory limitations. See Introduction.
c See Annex E.
d Purchasers should confirm that this pour point is suitable for the ship's intended area of operation.

Interpretación: Con relación a las disposiciones internacionales uno de los principales estándares que son utilizados por las refinerías respecto a la producción de combustibles marinos residuales son las que se señalan en la ISO 8217:2017.

-MEPC.320 (74):

Entrevista

4. ¿Se toma conocimiento sobre las directrices de 2019 para implantación uniforme del límite del contenido de azufre del 0.50 % en virtud del Anexo VI del Convenio MARPOL?				
P1	P2	P3	P4	Síntesis conceptual
-Tengo conocimientos sobre los nivel de azufre por los decretos de ley peruanas.	-Actualmente tomamos las directrices las leyes peruanas que regulan los niveles de azufre	-Si se toman conocimiento, ya que la ley peruana lo exige. Y el Perú es país firmante de la OMI.	-Las directrices de las refinerías están basadas en las normas peruanas que junto con OSINERGMIN, exigen la reducción de los niveles de azufre.	-Respecto a lo que señala la OMI en las refinerías peruanas no se tiene conocimiento sobre los instrumentos normativos en base a los límites de azufre establecidos, por lo que solo tiene conocimiento de que se debe producir residuales intermedios con una concentración de azufre por debajo de 0.50 % masa/masa.

-Combustibles marino residual comprado:

Entrevista

5. ¿Qué tipo específico de combustible marino residual utilizan suelen comprar los buques para su consumo en el Perú?				
P1	P2	P3	P4	Síntesis conceptual
-Actualmente se cuenta con los IFO 180 y 380, pero el más consumido por los buques peruanos son el IFO 380.	-Usan todo combustible marino que cumplan con los requisitos del 0.50% de azufre masa/masa, como el IFO 180 y IFO 380.	-En combustibles residuales, el Perú mayormente compran IFO 380 aunque el IFO 180 suelen comprar también.	-Los buques mercantes normalmente usan combustibles residuales intermedios más conocidos como IFO 380 y 180.	-Los buques suelen comprar por lo general combustibles residuales intermedios entre los que destacan IFO 180 y 380. Dicho tipo de combustible no solo es adquirido por buques mercantes quienes realizan cabotaje en el Perú, sino también por buques internacionales que arriban a puertos peruanos.

-Límites de azufre permitido:

Entrevista

6. ¿Los combustibles marinos producidos a nivel nacional cumplen con los límites de azufre de 0.50 % masa/masa?				
P1	P2	P3	P4	Síntesis conceptual
-Si cumplen, los combustibles son analizados antes de ser cargados y se entrega una hoja con sus	-Los combustibles con analizados tanto por el proveedor como por el	-No les queda nada más que cumplir, ya que pueden ser sancionados. Las	-Tienen que cumplir ya que pueden ser inspeccionados en cualquier momento y de no cumplir serian multados. Además los	-Los combustibles marinos que producen las refinerías si cumplen con los límites de 0.50 % masa/masa, y se establece que el combustible que se produce a nivel nacional es de buena calidad

características y estas deben estar de acuerdo con las normas establecidas.	comprador, y usualmente están dentro de los limites.	normas ISO así lo establecen.	combustibles son analizados previo a su comercialización.	respecto a otros combustibles residuales que se producen en otros países.
7. ¿Qué lineamientos o recomendaciones se toma en cuenta para cumplir con el límite de azufre?				
P1	P2	P3	P4	Síntesis conceptual
-Actualmente para cumplir con este requisito las refinerías han implementado el craqueo catalítico en sus estructuras.	-Ya se venía pensando acerca de cómo reducir los niveles de azufre en el combustible, por eso durante este tiempo se han modernizado he implementado las torres de craqueo catalítico.	-Debido a la buena gestión de la refinería se ha podido expandir e implementar nuevos equipos que ayudaran a disminuir los niveles de azufre a 0.50% masa/masa.	-En la última década se ha venido implementando la torre de craqueo catalítico en las refinerías, ya que los límites de azufre en los combustibles serian reducidos.	-En los últimos años las refinerías han venido implementando una torre de craqueo catalítico con la intención de garantizar los límites del nuevo combustible respecto al azufre. -Así también, a lo mencionado se toma en cuenta el proceso de craqueo catalítico, y también las especificaciones internacionales establecidas por los organismos. -Por lo general, dichas políticas y actividades suelen ser establecidas de manera interna por el personal de gestión de la refinería.

-Proceso de producción:

Entrevista

8. ¿Cómo es el proceso de producción de los combustibles marino pesado referido para cumplir con el límite de azufre establecido de 0.50 % masa/masa?				
P1	P2	P3	P4	Síntesis conceptual
-El petróleo crudo cuando se extrae gracias a las plantas petrolíferas o por la bomba cigüeña, es enviado a las refinerías. Al llegar a estas, el crudo pasa por un horno para reducir la viscosidad de dicho producto. Seguido, pasa por la torre de destilación por la que es separado debido a la diferencia de densidades en los diferentes productos. El	-El petróleo crudo para por varios procesos en el cual las cadenas de hidrocarburos se dividen y forman componentes más livianos, de todos estos procesos el más importante es la torre de craqueo catalítico en la cual se añaden catalizadores para reducir los niveles de azufre.	-El crudo pasa por los siguientes procesos: -tanque de almacenamiento -Desalador -Horno -Torre atmosférica -Horno -Torre de vacío -Horno -Torre de Fraccionamiento -Craqueo Catalítico. En este último se obtiene gasoil liviano que mesclado con el fondo de vacío nos da el combustible que se conoce como	-El crudo es recibido y ubicado en tanque de almacenamiento, se le quita las sales mediante un desalador, luego se calienta en un horno para que se mas fácil de volatizarse en la torre de destilación o torre atmosférica, el residuo que queda pasa por otras torres hasta que finalmente llega a la torre de craqueo catalítico la cual es la más importante para cumplir con el límite de azufre establecido.	-El petróleo crudo recibido es almacenado en tanques en el cual por diferencia de densidades se separa el agua del petróleo crudo. Luego el petróleo crudo pasa por un desalador para luego ser llevado a un horno a 370°C y luego a la torre de destilación en la cual se obtienen gases y residuo. Dicho residuo es llevado a otro horno para ser dirigido luego a la torre de vacío en la cual se volatilizara a menor temperatura, de esta torre obtenemos gases y residuos, estos residuos son llevados a otro horno para luego ser pasada por una torre de craqueo térmico y una torre de fraccionamiento de esta torre se obtiene un gasoil pesado, este producto es llevado a la torre de craqueo catalítico utilizando catalizadores en la cual obtenemos gasoil liviano que si lo mezclamos

combustible residual es enviado a la torre de craqueo, donde los catalizadores son añadidos para reducir el peso molecular de dicho producto, además del contenido de azufre para poder cumplir con las diferentes regulaciones.		FUELOIL la cual es para uso de buques.		con el fondo de vacío se obtiene fuel oíl que es para uso de buques mercantes.

Teorización parcial sobre el primer objetivo específico: Los combustibles marinos residuales intermedios en el Perú son producidos en las refinerías de La Pampilla y Talara. Para su producción se toman en cuenta las normas ISO 8217:2017 la cual establece el estándar respecto a los combustibles marinos residuales intermedios. Por otra parte, se establece que se toman en cuenta la norma internacional ASTM D-2069.

No se tiene conocimiento sobre las normativas establecidos por OMI, los cuales tienen una vinculación directa con respecto a los límites de azufre orientadas a proveedores y usuarios finales, lo cual crea un sesgo informativo de suma importancia para la industria marítima en términos jurídicos.

Los combustibles que suelen ser comercializados para los buques con mayor demanda son los IFOs 180 y 380, los cuales en términos de las especificaciones que señala la norma ISO 8217:2017 se encuentra en relación con el RGM 180 y 380 respectivamente.

El conocimiento sobre el marco legal en orientación con el transporte marítimo no es de consideración profunda en los proveedores que producen combustibles en el Perú, sin embargo, se señala que se trabaja con límites por debajo de 0.50 % masa/masa del contenido de azufre.

Entre los lineamientos que se toman en cuenta para garantizar con el límite de azufre en los combustibles por parte de las refinerías se toman cuestiones técnicas en las que resalta el uso de una planta de craqueo catalítico, con lo cual se garantizar los límites de azufre establecidos para la respectiva comercialización. Dicha planta ha venido siendo implementada en concordancia con la nueva era respecto a los límites de azufre en los combustibles.

El proceso de refinado del petróleo suele pasar por diversas fases, entre los cuales se logran generar destilados y residuales. Resalta el uso de tanques de decantación para luego utilizar un desalador llevando posteriormente el producto a un horno de 370 ° C y en consecuencia a una torre de destilación. Así también se utiliza una torre de vació en la cual se separan los gases y residuos. Al obtener los residuos se procede al proceso de craqueo término el cual utiliza catalizadores en una torre de fraccionamiento tomando el gasoil pesado para de esta manera obtener los combustibles marinos residuales que se comercializan para los buques mercantes.

Bajo lo antes expuesto se puede establecer que las condiciones de producción de combustibles marinos residuales intermedios a nivel nacional se producen tomando en consideración los lineamientos establecidos por las refinerías, que en base a normas internacionales suelen producir combustibles por debajo del límite de azufre, ya que se considera que a nivel nacional dicho producto suele ser de buena calidad en comparación con otros centros de producción internacional.

4.1.2. Comprender cómo se producen los finos catalíticos en el combustible marino residual intermedio que consumen los buques mercantes y qué afectación tiene en razón con el desgaste de los componentes de la máquina principal.

-Tipo de catalizador:

Entrevista

9. ¿Qué tipo de catalizador es utilizado en el proceso de refinamiento de los combustibles marinos pesados?				
P1	P2	P3	P4	Síntesis conceptual
-Tengo conocimientos de que se usan dos tipos de catalizadores ReY y USY, los cuales le dan al combustible diferentes características.	-Existen muchos tipos de catalizadores, pero el más usado es USY.	-Los catalizadores o Zeolitas, existen muchos tipos debido al proceso por el que pasan, pero el más usado en el craqueo catalítico es el catalizador USY	-Se usa un catalizador de aluminosilicatos, más conocido como Zeolita USY.	-Se utilizan como catalizadores las zeolitas, en su forma USY y ReY, los cuales actúan de forma diferente mejorando el combustible en diferentes aspectos.

Entrevista

9. ¿Qué tipo de catalizador es utilizado en el proceso de refinamiento de los combustibles marinos pesados?				
SF1	JM1	JM2	JM3	Síntesis conceptual
-A los combustibles residuales se les añaden catalizadores los cuales sirven para reducir la viscosidad de los mismos. Sin embargo, no sabría	-Los catalizadores que se añaden a los combustibles residuales son el aluminio y el silicio.	-Los catalizadores usados en el proceso de craqueo de un combustible depende de cada refinería como el aluminio y el silicio.	-No tengo el conocimiento necesario para clasificar a los catalizadores, pero sé que están compuestos por silicio y aluminio.	-De acuerdo a lo mencionado por los oficiales de máquinas de nivel gestión se desconoce los tipos de catalizadores que son utilizados para reducir el porcentaje de azufre en el combustible residual marino.

cómo clasificar dichos catalizadores.				
JM4	JM5	JM6		
-Aluminio y silicio son los principales componentes de los catalizadores.	-No estoy muy seguro de mi respuesta, pero dichos catalizadores podrían ser minerales y artificiales.	-No podría clasificar a los catalizadores, no domino dicho aspecto.		

-Marco legal OMI

Entrevista

10.¿Se toman en cuenta lo establecido por el marco legal de carácter obligatorio y recomendatorio del transporte marítimo establecido por OMI para cumplir con la producción de combustibles residuales?				
P1	P2	P3	P4	Síntesis conceptual
-Con respecto a la producción de combustibles, esta se hace bajo las normativas peruanos de reducción de nivel a azufre.	-Tengo conocimientos que el combustible debe cumplir con ciertas características con respecto al ISO 8217:2017.	-Se toman en cuenta las normativas establecidas por las autoridades peruanas como OSINERGMIN basadas en el ISO 8217:2017.	-Se toma como base el ISO 8217:2017 la indica las características que debe tener los combustibles.	-Los proveedores de combustibles no toman en cuenta de manera clara las especificaciones o disposiciones los cuales son emitidos por la OMI respecto a los límites de azufre en los combustibles.

Entrevista

10.¿Se toman en cuenta lo establecido por el marco legal de carácter obligatorio y recomendatorio del transporte marítimo establecido por OMI para cumplir con la producción de combustibles residuales?				
SF1	JM1	JM2	JM3	Síntesis conceptual

-Todo aquel que labore en el ámbito marítimo deberá tener un conocimiento cabal de las regulaciones establecidas por la OMI. Los operadores directos de los buques mercantes son llamados a concientización y a la búsqueda de información constante. Ya que deben cumplir con el 0.50% m/m del contenido de azufre presente en los combustibles residuales marinos.	-Los operadores de buques mercantes deberán cumplir todo lo establecido por la OMI, eso incluye obviamente la reducción de contenido de azufre por presente en los combustibles residuales marinos.	-Si se deben tomar en cuenta, debido a que la legislación de la OMI son los océanos y mares, en los cuales tiene como deber preservar la vida marina al igual que la biodiversidad, de esta manera regula los combustibles usados por las embarcaciones. Por ende, las empresas petroleras para comercializar sus productos a los barcos deben procesar los combustibles a los requerimientos mínimos impuestos por la OMI. Cabe aclarar que no aplicaría a todos los combustibles residuales. Solo aplicaría a los que son destinados para el abastecimiento marino, ya que el combustible residual es usado en otros rubros también en los que la OMI no tiene jurisdicción.	-La OMI establece que, a partir del año 2020, el contenido de azufre en los combustibles residuales deberá reducirse a un 0.50% m/m por ello, los operadores de buques mercantes, cumplen con dicha regulación.	-Se tiene un conocimiento aproximativo sobre lo que se establece en los instrumentos normativos de la OMI respecto a los contenidos de azufre. -Por otra parte, se señala que en las refinerías probablemente tampoco posean información exacta de lo que exige la OMI respecto a la concentración de azufre en el combustible marino y las actividades que enmarcan garantizar la calidad de la misma a bordo de los buques.
JM4	JM5	JM6		

-Los combustibles marinos desde el inicio del presente año se ha reducido hasta el 0.50% m/m contenido de azufre presente en estos. Las empresas navieras están llamadas a cumplir con dichas regulaciones de lo contrario serian seriamente sancionadas.	-Desde el 1 de enero del 2020, el combustible residual marino deberá tener como contenido máximo de 0.50% m/m de azufre, el cual todo ente marítimo deberá cumplir.	-En el presente año, el límite de contenido de azufre presente en los combustibles marinos ha sido reducido hasta 0.50% m/m, por ende, los operadores de buques deberán cumplir con dicha regulación la cual establece la OMI.		

-Denominación de los catalizadores

Entrevista

11.¿Es considerado el catalizador utilizado como un aditivo, un ácido inorgánico, un desecho químico, o un mineral?				
P1	P2	P3	P4	Síntesis conceptual
-Los catalizadores son minerales porosos y absorbentes.	-Son minerales de aluminosilicatos.	-El catalizador es un mineral natural compuesto de silicio y aluminio.	-Es un mineral.	-Los catalizadores son minerales que forman parte de un compuesto de aluminosilicatos, los cuales suelen ser muy caros y reusados durante el proceso de craqueo catalítico, ya que se utilizan hasta 15 000 veces antes de ser desechadas.

Entrevista

11.¿Es considerado el catalizador utilizado como un aditivo, un ácido inorgánico, un desecho químico, o un mineral?				
SF1	JM1	JM2	JM3	Síntesis conceptual
-Creo que lo más lógico sería llamarlo mineral.	-No sabría especificar las características de los finos catalíticos.	-No soy ingeniero de materiales, químico ni petrolero, pero un mineral es definido por su composición estructural. Y el aditivo es considerado como sustancias químicas que se añaden a un hidrocarburo para mantener o mejorar sus propiedades. La función de los catalizadores es romper la estructura de cadenas propias de los hidrocarburos.	-La verdad no estoy muy seguro, pero podría decir que son minerales que rompen las cadenas moleculares de los hidrocarburos.	-Se desconoce el tipo o naturaleza de los catalizadores que son utilizados en el proceso de reducción del azufre en los combustibles marinos residuales intermedios.
JM4	JM5	JM6		
-No estoy muy bien informado, pero si estaría más cerca a ser considerado como un mineral.	-No podría ser un aditivo, tampoco desecho químico, quizá por descarte me atrevería a decir que puede ser un mineral.	-Esa pregunta no podría responderla con total certeza ya que no estoy muy bien informado del tema.		

-Presencia de finos catalíticos

Entrevista

12. ¿Por qué existe presencia de finos catalíticos en los combustibles residuales marinos?				
P1	P2	P3	P4	Síntesis conceptual
-Porque se agregan catalizadores en el proceso de craqueo catalítico para la reducción de azufre.	-Porque se usan catalizadores para reducir los niveles de azufre, al final estos catalizadores se extraen, pero queda un remanente a esto se le llama fino catalítico.	-Los finos catalíticos se encuentran en los combustibles residuales marinos por el uso de catalizadores en su refinación.	-Por el uso de catalizadores para acelerar la reacción química y disminuir los niveles de azufre en el combustible.	-La presencia de los finos catalíticos en los combustibles residuales marinos es porque al final del proceso de craqueo catalítico en la cual se suelen utilizar catalizadores no se logra extraer en su totalidad el resto de dichos compuestos.
13. ¿Cómo podría disminuirse la presencia de polvos catalíticos en los combustibles residuales marinos?				Síntesis conceptual
-Desconozco por el momento.	-Por el momento no hay un estudio sobre como disminuir los polvos catalíticos.	-No tengo conocimientos sobre eso.	-No podría contestar esta pregunta con certeza ya q no estoy informado sobre este tema.	-Al momento no existen estudios que puedan dar un marco de referencia sobre que técnicas o métodos podrían utilizarse para reducir la presencia de finos catalíticos en los combustibles que se proveen en los buques.
14.¿Qué recomendaciones podría establecer para los operadores de los buques respecto la presencia de polvos catalíticos en el combustible?				Síntesis conceptual
-En primer lugar, considero que los asuntos que se vinculan a este problema catalogado como polvos catalíticos implica, poseer un conocimiento base ya que si no los comprendemos es	-Es importante que ellos puedan considerar para comenzar de que trata los finos catalíticos, ¿Cómo es que llegan a suministrarse a los combustibles? Y Cuales son las actividades que se	-Yo creo que poner atención en la trazabilidad, que el combustible es suministrado a los buques deba tomar una mayor atención en los operarios. Si bien es cierto hasta el momento no existe una preocupación por	-Las capacitaciones para los operadores de buque siempre debe ser la mejor con respecto a los polvos catalíticos, además de informes actualizados sobre casos de estudio ocurridos debido a la presencia de dichos contaminantes.	-Para comenzar los operadores de los buques deben poseer un conocimiento base sobre los componentes del petróleo y las recomendaciones de las entidades internacionales que son expertos en el manejo para garantizar la calidad de un combustible. - Así también se debe incidir sobre cada uno de las fases que envuelven la producción y suministro de los combustibles poniendo incidencia sobre

muy poco probable que podamos encontrar una solución. Entonces lo primero que puedo decir es que los operadores de buques posean un conocimiento cabal sobre los procesos y condiciones. Eso sería mi recomendación.	realizan en torno a él. Considero también que es importante poner atención a cada uno de las fases desde el tramo de producción hasta el tramo de recepción, para mí todo ello un operador debe considerar si es que busca tomar alternativas que pueda llevar a un cambio significativo.	satisfacer las necesidades que conlleven a una menor concentración de polvos catalíticos por las repercusiones que en los buques puedan pasar. Sin embargo, todo ello debe ser de consideración de los operadores quienes conviven y son conscientes de tales problemáticas que puedan corregirse. Entonces vamos al punto, bajo ese criterio la única forma para potenciar los procedimientos que se deben adoptar para reducir el porcentaje de polvos catalíticos debería estar relacionado con capacitaciones técnicas y específicas para los operadores del buque, ya que ellos son quienes conviven y visualizan los efectos que suelen ser producidos en la maquina principal.		cada uno de los mismos, lo cual podría darles mecanismos o alternativas que puedan utilizar a bordo de los buques como por ejemplo el uso de filtros más pequeños que hagan que los polvos catalíticos no ingresen al motor principal.
15. ¿Qué afectación producen los polvos catalíticos en la máquina principal de un buque?				Síntesis conceptual

-Desconozco que daños pueda causar en el motor de un buque.	-No tengo noción de como pueda afectar los polvos catalíticos en el motor de un buque.	-No tenía conocimiento de que podría causar algún problema en los motores.	-No tengo conocimientos sobre el tema.	-No existe conocimiento en los ingenieros petroquímicos sobre las afectaciones que puedan ocasionar la presencia de una mayor concentración de polvos catalíticos en los motores que suelen utilizar los buques mercantes.
16. ¿Cuál es el límite permitido de polvos catalíticos en el combustible que se suministra?				Síntesis conceptual
-Según el ISO 8217:2017 el nivel máximo permitido es de 60ppm.	-El límite permitido de polvos catalíticos es de menos de 60ppm.	-El combustible debe contener menos de 60 ppm de polvos catalíticos.	-Tengo conocimientos de que el combustible debe contener 80ppm de polvos catalíticos.	-De acuerdo a lo que señalan los entrevistados el límite permitido según la norma internacional es igual a 60ppm.

Entrevista

12. ¿Por qué existe presencia de finos catalíticos en los combustibles residuales marinos?				
SF1	JM1	JM2	JM3	Síntesis conceptual
-La respuesta en muy simple ya que, en el proceso de craqueo catalítico llevado a cabo en las refinerías, estos catalizadores son añadidos a los combustibles residuales.	-Por el simple hecho del proceso de refinación del combustible pesado, se le añade catalizadores para mejorar su calidad. Los restos de esos catalizadores, se llaman finos catalíticos.	-Esto se debe a que al usar el proceso de craqueo los restos de aluminio y silicio usados se rompen en partes pequeñas de los cuales las refinerías recuperan gran parte de ella para su reutilización mientras que las menos densas se filtran y se mantienen con el hidrocarburo.	-Debido al proceso de refinación de los combustibles residuales, para ser más exactos en el craqueo catalítico.	-Se producen porque el combustible pasa por un proceso de craqueo catalítico durante su refinación, ante ello permanecen catalizadores en el producto.
JM4	JM5	JM6		
-Durante el craqueo catalítico, catalizadores son añadidos a los	-Cuando el combustible residual pasa por la torre de craqueo	-Los catalizadores se añaden a los combustibles en el proceso llamado		

combustibles residuales. Seguidamente, son extraídos. Sin embargo, no son eliminados en su totalidad, y quedan presentes en el combustible el cual será provisionado a empresas navieras.	catalítico, este es sometido a un tratamiento en el cual se le añaden catalizadores, principalmente aluminio y silicio. Al final del proceso, una pequeña parte de catalizadores logra quedarse dentro del combustible.	Craqueo Catalítico. Durante dicho proceso, se trata de reducir la mayor cantidad de partículas de los catalizadores, lo cual es casi imposible extraer todo. Siempre queda una pequeña cantidad de estos presentes en los combustibles marinos.		
13. ¿Cómo podría disminuirse la presencia de polvos catalíticos en los combustibles residuales marinos?				
SF1	JM1	JM2	JM3	Síntesis conceptual
-Lo que se recomienda es trabajar con dos purificadores en serie para una mejor limpieza del combustible.	-Podría realizarse una limpieza de tanque un poco más frecuente, ya que con el pasar del tiempo y el cambio de combustible, los finos catalíticos se van almacenando en el fondo de los tanques.	-Actualmente no hay algún mecanismo eficaz para eliminar la presencia de las partículas catalíticas, debido a que su tamaño y densidad, pero se pone en práctica muchas técnicas de tratamiento para reducir su cantidad ya sea por sedimentación, purificación, y filtración.	-Realizando el drenado del tanque de sedimentación y de servicio. De ser necesario, utilizar un purificador más.	-Representa un reto para las refinerías ya que son ellos los que productores del combustible, por lo tanto, son los que deben determinar estrategias o métodos para poder reducir el porcentaje de concentración del mismo en los combustibles. -Otro punto importante que se puede aplicar es poner en servicio dos purificadores, de tal manera que un drenado de los tanques se realice con más frecuencia, lo cual ayudará a que los polvos catalíticos no lleguen a la maquina principal.
JM4	JM5	JM6		
-Una vez obtenido el resultado del análisis del combustible, uno	-Personalmente, los métodos más comunes son, por	-Poner dos purificadores en serie sería lo más		

puede observar la cantidad de finos catalíticos en partes por millón presentes en el combustible. Con esto, se puede realizar los siguientes procedimientos para contribuir a una reducción de finos catalíticos. Por ejemplo, un drenado constante de los tanques de combustible, así como la limpieza de filtros alrededor del sistema de combustible.	ejemplo, poner en servicio dos purificadores, drenado del tanque de sedimentación al igual que el de servicio y limpieza constante de filtros. De ser posible, realizar análisis de combustible de manera más seguida para tener un control de la cantidad de finos catalíticos.	recomendable para una mayor eficacia en el proceso de centrifugación. Además, realizar una limpieza de tanques de combustible más seguida ya que la presencia de finos catalíticos en el fondo del tanque se precipita aún más.		
14.¿Qué recomendaciones podría establecer para los operadores de los buques respecto la presencia de polvos catalíticos en el combustible?				
SF1	JM1	JM2	JM3	Síntesis conceptual
-Combatir la cantidad de finos catalíticos presente en el combustible con la ayuda de filtros.	-Compartir revistas o cualquier tipo de información sobre polvos catalíticos, así como casos de estudio del mismo.	-Tratar de capacitar a los diferentes operadores de buques mercantes, para que tengan un conocimiento alturado sobre las posibles fallas o acciones a tomar para combatir este fenómeno.	-Inculcar a las jóvenes generaciones como cadetes o practicantes, a investigar sobre los finos catalíticos, ya que en un futuro estarán a cargo de un departamento.	-En primera instancia capacitarse sobre los términos o conceptos asociados a dicha problemática, ya que, sin ello, no podrían entender a profundidad la situación respecto al combustible y los finos catalíticos. -Así también, es importante probar el uso de filtros de tal manera que se pueda verificar la efectividad del mismo sobre las concentraciones de finos catalíticos en la maquina principal.
JM4	JM5	JM6		
-Quizá un mayor número de filtro en el sistema de	-Gestionar alguna capacitación con respecto al proceso	-El compartir información sobre finos catalíticos		

combustible, ayudaría con la reducción de contenido de finos catalíticos.	catalítico ya que es necesario conocer cómo se producen estas impurezas.	ayudaría a gran escala la prevención de alguna falla debido a este.		
15. ¿Qué afectación producen los polvos catalíticos en la máquina principal de un buque?				
SF1	JM1	JM2	JM3	Síntesis conceptual
-Aunque poco se conozca los finos catalíticos, causan un grave desgaste abrasivo a las camisas del cilindro y a los anillos del pistón.	-Los finos catalíticos si no es detectado a tiempo puedo dañar de manera catastrófica los componentes de la maquina principal y del sistema de combustible.	-Suelen desgarrar y desgastar partes del motor como las camisas del cilindro, anillos del pistón, inyectores, culata, válvulas de escape.	-Los finos catalíticos producen desgaste abrasivo a las paredes del cilindro al igual que a los anillos del pistón.	-La afectación sobre la máquina principal es que puede dañar a los componentes del mismo tales como camisa del cilindro, pistón, anillos del pistón, bombas de combustible, inyectores, etc.
JM4	JM5	JM6		
-La parte que es más dañada por los finos catalíticos es la camisa del cilindro, ya que estos se impregnan en la superficie causando desgaste y abrasión.	-Normalmente se daña las bombas de combustible por abrasión y las camisas del cilindro por abrasivo y corrosivo debido al ácido sulfúrico.			
16. ¿Cuál es el límite permitido de polvos catalíticos en el combustible que se suministra?				
SF1	JM1	JM2	JM3	Síntesis conceptual
-Las normas ISO establecen la cantidad en partes por millón de los finos catalíticos presentes en los combustibles marinos.	-Estoy seguro que hay un contenido límite de partes por millón (ppm) pero no estoy seguro de cuando es esa cantidad.	-Esto depende de las especificaciones del motor y los estándares de la empresa los cuales son menores a los dados por las normas ISO.	-Hasta donde tengo conocimiento la cantidad de finos catalíticos (ppm) lo establece las normas ISO.	-Se desconoce el límite permitido de polvos de catalíticos en el combustible que se suministra a los buques mercantes.
JM4	JM5	JM6		

-No sé exactamente cuánto es el límite permitido.	-El límite de finos catalíticos presente en el combustible marino es de 80ppm.	-Según las normas ISO, establece que el combustible debe tener un contenido de finos catalíticos de 30ppm.		

2. Reportes sobre casos vinculados a finos catalíticos en motores marinos de MAN Diésel & Turbo

CASO 1

ESPACIO: Buque mercante, motor de 4 cilindros 12K98ME-C.
SUCESO: Alto desgaste y raspado en las paredes del cilindro.
CAUSA: Tanques de servicio no eran limpiados regularmente y gran cantidad de finos catalíticos estaban siendo asentados en el fondo del tanque.
DETECCION: Se instaló un sensor (LinerScan), el cual mide la cantidad de partículas de metal magnéticas. Se observó que en los análisis una cantidad de hierro de 1000 a 2000 mg/kg (ppm) del aceite del cilindro, en el que usualmente es de 100 a 200 mg/kg (ppm).
CONSECUENCIAS: La tasa de desgaste aumentaron hasta más de 2mm/1000h.
RECOMENDACIONES: Es recomendable que el retro lavado del filtro sea enviado al tanque de lodo, ya que en este buque el retro lavado volvía a circular en el sistema de combustible. Además, la limpieza del tanque de sedimentación y el de servicio es muy importante, así como mejorar el tratamiento del combustible.

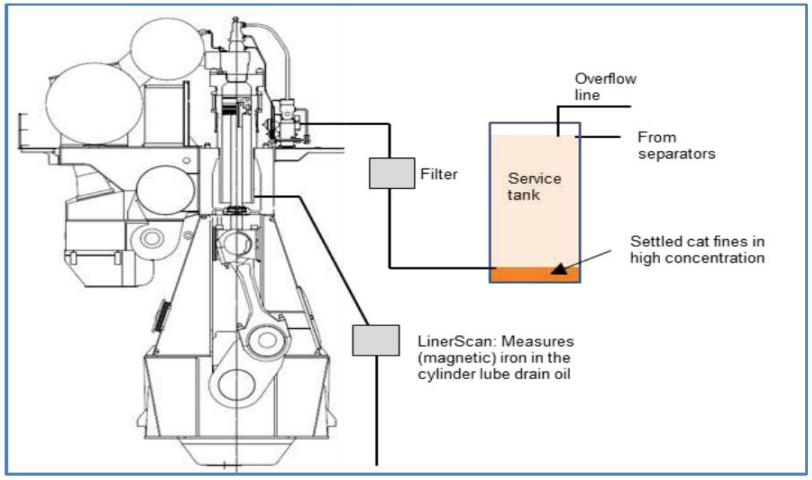


Figura 25. Tanque de servicio de combustible.

CASO 2

ESPACIO: Buque mercante, motor 4T50ME-X
SUCESO: Aumento significativo de hierro en las muestras de aceite del cilindro drenado.
CAUSA: Partículas duras de óxido de silicio (1,4 y 8 µm).
DETECCION: Mediante un análisis llamado ICP (Plasma acoplado inductivo).
CONSECUENCIAS: Desgaste y daño de la superficie del cilindro
RECOMENDACIONES: Se deben retirar hasta las partículas más pequeñas de finos catalíticos del combustible para evitar desgaste en las partes del motor.

Figura 26. Daño ocasionado por finos catalíticos en la camisa del cilindro.

CASO 3

ESPACIO: Buque mercante, motor G45ME
SUCESO: Se notó un muy alto desgaste además de encontrar finos catalíticos en el cilindro y pistón.
CAUSA: El combustible no pasó por proceso de limpieza antes de ser usado en la inyección.
DETECCION: Se realizó un análisis llamado SEM EDAX.
CONSECUENCIA: La superficie del cilindro fue severamente dañado y desatado.
RECOMENDACIONES: El combustible debe ser previamente tratado adecuadamente antes de usarlo

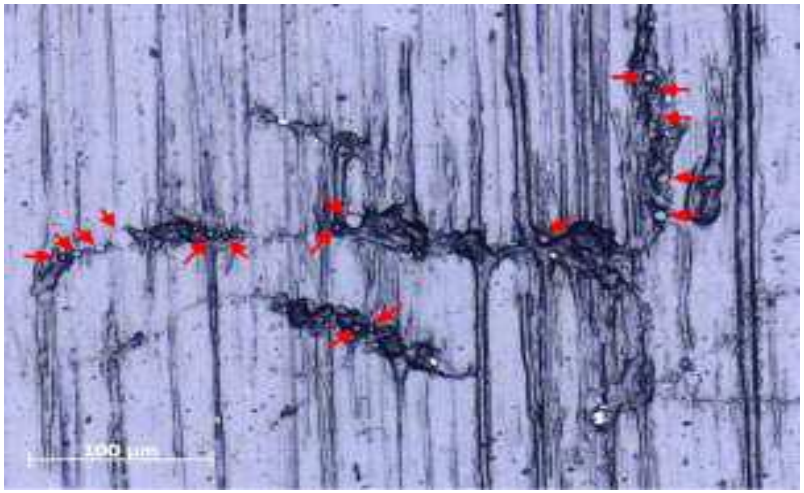


Figura 27. Desgaste abrasivo ocasionado por los polvos catalíticos.

CASO 4

ESPACIO: Buque mercante, motor 6S46MC-C.
SUCESO: Incremento de partículas de metal magnético en el aceite de cilindro de la maquina principal.
CAUSA: No realizar procesos de limpieza al combustible.
DETECCION: Se realizó análisis de combustible en el cual el producto tenía una cantidad de 20ppm de finos catalíticos e, inicialmente de 400pm de partículas de metal magnético, sin embargo, llego a incrementar la cantidad a 1000ppm.
CONSECUENCIA: Aumento en el desgaste de las partes del motor principal.
RECOMENDACIONES: Se ordenó a la tripulación realizar los procesos de tratamiento de combustible para poder reducir la cantidad de finos catalíticos en este.

Figura 28. Daños en el anillo del pistón ocasionado por los finos catalíticos.

Caso 5

ESPACIO: Un motor bajo el programa de monitoreo de condición de cilindros (CCM) de ExxonMobil.
UCESO: El nivel de hierro aumentó a más de 500 ppm.
CAUSA: Corrosión fría.
DETECCIÓN: El motor estaba bajo el programa de monitoreo de condición de cilindros.
CONSECUENCIA:
RECOMENDACIONES: Tener este tipo de programas ayudan a tener un mejor control y evitar futuros problemas.

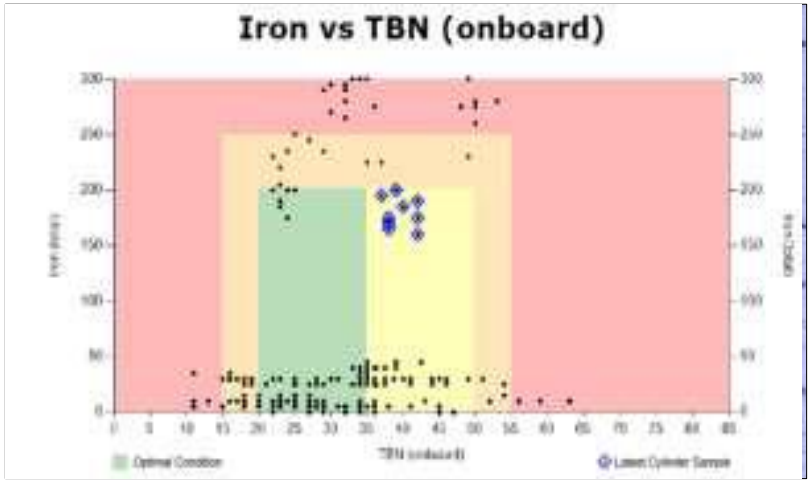


Figura 29. Iron Test realizado debido al incremento del contenido de polvos catalíticos.

CASO 6

ESPACIO: Buque mercante, motor 12K98ME-C

SUCESO: El rango normal de desgaste de la camisa de cilindro es de 0.05mm/1000h para este tipo de motor, pero en el periodo del incremento de finos catalíticos en el combustible, el desgaste aumento en 0.2-0.3mm/1000h.

CAUSA: Alta cantidad de finos catalíticos en el sistema de combustible.

DETECCION: Se implementó un equipo (CatGuard) para detectar la cantidad de finos catalíticos en el combustible.

CONSECUENCIA: Desgaste de las camisas de cilindro y anillo del pistón.

RECOMENDACIONES: Realizar lavado de tanque de combustible, especialmente del tanque de servicio.

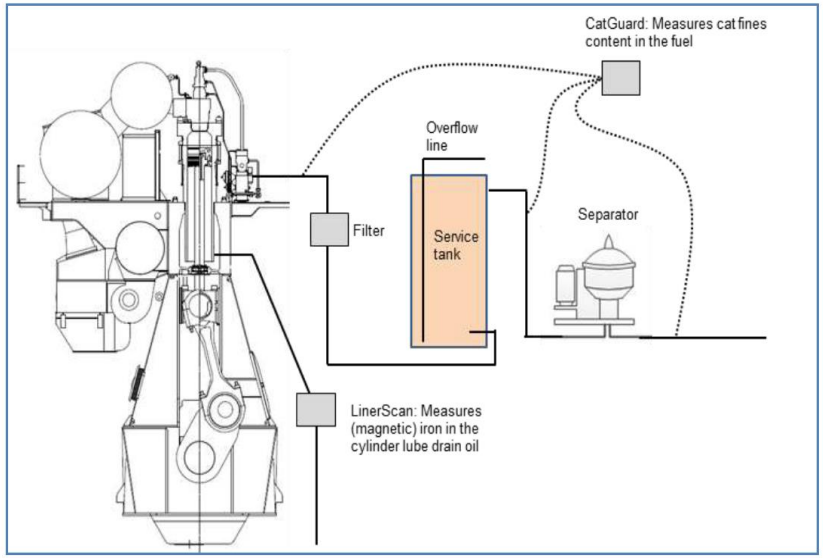


Figura 30. Sistema de combustible en relación al tanque de servicio.

Interpretación:

-De acuerdo con los casos, los cuales MAN pone en evidencia, se puede señalar que los finos catalíticos producen fallas a los componentes de la máquina principal de un buque principalmente a la camisa del cilindro, pistón, anillos del pistón y a cualquier otro elemento que interactúe y friccione con los contaminantes referidos.

-Inspecciones

Entrevista

17.¿Suelen tener alguna inspección por parte de Autoridades Marítimas Nacionales con asuntos relacionados al uso y verificación de combustibles marinos pesados que consumen los buques?				
P1	P2	P3	P4	Síntesis conceptual
-No, solo se tienen inspecciones por parte del Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería.	-No, solo por OSINERGMIN.	-La refinería noes inspeccionada por entidades Marítimas.	-No	-No existe ninguna inspección por parte de la Autoridad Marítima Nacional en las refinerías por asuntos que se relacionan con la verificación de los combustibles marinos pesados que consumen los buques mercantes.

Entrevista

17.¿Suelen tener alguna inspección por parte de Autoridades Marítimas Nacionales con asuntos relacionados al uso y verificación de combustibles marinos pesados que consumen los buques?				
SF1	JM1	JM2	JM3	Síntesis conceptual
-Sí, ya que son las encargadas de verificar si los buques cumplen las regulaciones y normativas planteadas por la OMI en relación a los combustibles marinos.	-Sí, ya que hay inspecciones realizadas por el estado control de puerto, la cual revisa la cantidad de combustible abordo, así como también la calidad y si cumple con las regulaciones de la OMI.	-En caso de algún PSC, revisan que se cumplan las regulaciones dadas por la OMI, las cuales especifican que deben tener un análisis completo del combustible especificando algunos datos como la cantidad de azufre, mas no regula toda la composición del combustible como los finos catalíticos.	-Si, por supuesto que hay inspecciones, de otra manera talvez no se cumplan con las regulaciones establecidas. Estas se encargan de verificar desde la descarga de basuras, aguas sucias, la calidad del combustible para no contaminar el medio ambiente.	-Suele ser casi inexistente, debido a que en la Autoridad Marítima Nacional no existen personas competentes que tengan un conocimiento a carta cabal del tema relacionado con el uso de combustibles marinos y los límites de azufre que debe poseer. - Por otra parte, existirán organismos nacionales que se encargan de verificar el procedimiento de las refinerías, pero, sin embargo, es muy probable que muy poco se fijen en la problemática que se relaciona con el los buques mercantes y el transporte marítimo.

JM4	JM5	JM6		
-El Estado Control de Puerto, debe inspeccionar que los operadores del buque tengan los conocimientos necesarios sobre la calidad de los combustibles y el análisis realizado por un laboratorio.	-Los operadores de los buques mercantes tienen la obligación de conocer las especificaciones de cada combustible debido a sus análisis.	-Todo el personal que labore en el ámbito marítimo debe cumplir con las regulaciones establecidas por la OMI, y el Estado Control de Puerto se encarga de eso.		

Teorización parcial sobre el segundo objetivo específico: Los catalizadores a ser utilizados en proceso de craqueo catalítico en las refinerías son conocidas como “zeolitas” y existen de dos tipos según la calidad de combustible que se quiera producir. Se suelen utilizar zeolitas tipo USY y ReY, siendo la primera la que se suele utilizar con mayor frecuencia. Por otra parte, se pudo conocer que dicho mineral suele ser muy costoso, debido a ello es utilizado hasta 15000 veces antes de ser desechados. Dichos contaminantes no pueden ser retenidos en el proceso de producción de los combustibles residuales marinos, ya que siempre suelen existir con mayor o menor concentración en el combustible, los cuales son utilizados para disminuir los porcentajes de azufre en el mismo.

No existe una configuración estratégica concreta para poder disminuir la presencia de polvos catalíticos en el combustible marino, sin embargo, entre algunas de las recomendaciones que se consideran es aportar con mayor actividad investigativa para poder determinar formas en las cuales se pueden minimizar. Por otra parte, respecto al plano de la operación de los buques se

establece el uso de filtros con un mínimo de 10 micras, de tal manera que los contaminantes catalíticos puedan ser retenidos antes de llegar a la máquina principal.

La principal afectación de los finos catalíticos a la máquina principal tiene que ver con sus componentes entre los que destacan la camisa del cilindro, el pistón, los anillos del pistón y las bombas que forman parte del sistema de combustible, ya que se han podido poner en evidencia casos que se relacionan con tales situaciones.

El límite mínimo establecido por las normas ISO en el suministro de combustible permitido es alrededor de 60 partes por millón (ppm) de finos catalíticos, para lo cual se recomienda además que sea por menor del valor establecido.

Por último es importante recalcar que las inspecciones por parte de la Autoridad Marítima Nacional en asuntos que vinculan el uso de combustibles marinos residuales intermedios que producen las refinerías en el Perú y que consumen los buques mercantes de bandera nacional que realizan cabotaje en el Perú suelen no tener cierto realce, ya que no existe en ellos profesionales capaces de poder determinar y garantizar la calidad de los combustibles y mucho menos tener un plan estratégico para poder inspeccionar tanto al proveedor como al usuario/final, en el momento según corresponda.

4.1.3. Conocer como es la trazabilidad respecto a las medidas que se establecen para garantizar la calidad del combustible marino residual intermedio desde el proveedor al comprador/usuario final en cumplimiento con la normativa de azufre OMI 2020.

-Verificación de la calidad del combustible en refinería

Entrevista

18. ¿Cómo se verifica la calidad del combustible antes que salga de la refinería?				
P1	P2	P3	P4	Síntesis conceptual
-El combustible es de al final del proceso de refinación es analizado para saber si cumple con los requisitos requeridos.	-La calidad del combustible es verificado mediante análisis en sus laboratorios.	-Antes de que el combustible sea comercializado, pasa por análisis para determinar la calidad y sus características, para que no haya problemas con los usuarios.	-Se verifica mediante pruebas, es decir, análisis los cuales nos dan a conocer si el combustible es de una buena calidad y cumple con las especificaciones que se requieren.	-Se realizan procedimientos que tienen que ver con los análisis correspondientes de los parámetros de acuerdo con las normativas internacionales.

Entrevista

18. ¿Cómo se verifica la calidad del combustible antes que salga de la refinería?				
SF1	JM1	JM2	JM3	Síntesis conceptual
-No estoy seguro respecto a dicha pregunta.	-Además de ser analizado al recibir el combustible, debería ser	-Posiblemente se realice un análisis después de la producción de un combustible marino.	-Un análisis de combustible del producto final sería lo más recomendable, ya que no puedes comparar con el	-Suponen que se realizan análisis internos por parte de las refinerías las cuales suministran los combustibles a los buques mercantes.

	analizado al salir de las refinerías.		análisis que se realiza al adquirir el producto.	
JM4	JM5	JM6		
-Las empresas navieras envían una muestra del combustible adquirido a un laboratorio para ser analizado.	-No sabría decirte si se realiza un analizas posterior a la producción de dicho combustible, pero lo más seguro es que sí.	-Lo más seguro es que si se haga porque el agente abastecedor llega al buque con las especificaciones del producto. Sin embargo, la empresa naviera envía muestra del producto abastecido a un laboratorio para ser analizado, de tal manera cerciorarse de que el combustible cumple con las especificaciones establecidas por la OMI.		

-Cadena de distribución

Entrevista

19.¿Cuál es la cadena de distribución de los combustibles marinos proporcionados a nivel nacional?				
P1	P2	P3	P4	Síntesis conceptual

-La refinería distribuye el combustible marino mediante conexiones del puerto a las barcazas, estas últimas llevan el combustible a los buques.	-Las barcazas son cargadas de combustible mediante puntos de suministro en los puertos, para luego distribuir el combustible marino a los buques.	-Ciertos puertos cuentan con puntos de suministro de combustible, en los cuales las barcazas son cargadas para luego empezar a distribuir a los buques nacionales como internacionales	-En primer lugar, la cadena de distribución empieza con la refinería hacia las barcazas y de las barcazas a los buques.	-Por lo general el combustible sale del terminal a través de las diversas conexiones y puntos de suministro ubicados en los muelles, en la cual llegan las barcazas para luego ser trasladados a los buques mercantes. -Por otra parte, se utilizan también oleoductos para barcazas como puntos de conexión o directamente con el buque que será abastecido.

Entrevista

19.¿Cuál es la cadena de distribución de los combustibles marinos proporcionados a nivel nacional?				
SF1	JM1	JM2	JM3	Síntesis conceptual
-El abastecimiento de combustible generalmente se da gracias a las barcazas.	-La maniobra de abastecimiento se da de la siguiente manera Buque-Buque, Buque-Terminal o Buque-Cisterna.	-La faena es realizada mediante una barcaza, ya que es lo más común y lo más rápido por así decirlo, debido a que en una faena en la que el buque conecte con un terminal, las operaciones de cargar o descarga deberían detenerse durante el abastecimiento.	-De acuerdo a mis conocimientos, el buque puede ser abastecido por medio de barcazas, terminales la cual conecta con oleoductos, y mediante cisternas, aunque esta última es poco común debido a la poca capacidad que tiene dicho transporte.	-Llegan por barcazas o por conexiones directas.
JM4	JM5	JM6		
-A nivel nacional, el método más usado es la faena por medio de barcazas, las cuales conectan sus mangueras al	-El abastecimiento se realiza por medio de barcazas principalmente de la empresa Petrotanques.	-Las barcazas se encargan de transferir combustible a los buques mercantes. Aunque en el terminal por		

colector del buque y de esa manera transferir el producto de la barcaza al buque.		medio de oleoductos y mangueras, también pueden abastecer a un buque.		

-ISO 13739

Entrevista

20.¿Se toman en consideración la ISO 13739 por parte de los proveedores para poder transferir los combustibles a los buques?				
P1	P2	P3	P4	Síntesis conceptual
-S/C	-Desconozco acerca de este ISO.	-No es parte de mi área de trabajo.	-No tengo conocimientos del tema.	-No se suele tener conocimiento sobre la ISO 13739, la cual establece procedimientos y requerimientos específicos para la transferencia de combustibles marinos para los buques.
21. ¿Qué alcances brinda la ISO 13739 para el abastecimiento de combustible en los buques?				Síntesis conceptual
-S/C	-Desconozco acerca de este ISO.	-No tengo noción acerca del abastecimiento del combustible, no es parte de mi área de trabajo.	-Por el momento no cuento con los conocimientos acerca de este tema.	-No se establece un conocimiento uniforme en los proveedores de combustible para efectos de la ISO 13739 y sus acciones vinculantes.

Entrevista

20.¿Se toman en consideración la ISO 13739 por parte de los proveedores para poder transferir los combustibles a los buques?				
SF1	JM1	JM2	JM3	Síntesis conceptual
-Las normas ISO, no estoy seguro de la numeración, pero establece que la calidad del combustible debe cumplir las condiciones establecidas. Si se toman muy en cuenta.	-No recuerdo de que trata esta norma ISO.	-S/C	-La verdad, no recuerdo que establece dicha norma.	-No se tiene conocimiento sobre la orientación de la ISO 13739, la cual proporciona detalles específicos sobre la transferencia de combustibles a los buques mercantes.
JM4	JM5	JM6		
-S/C	-No puedo responder dicha pregunta	-S/C		
21. ¿Qué alcances brinda la ISO 13739 para el abastecimiento de combustible en los buques?				
SF1	JM1	JM2	JM3	Síntesis conceptual
-Brinda un alcance en el sentido de cumplir con los procedimientos que se deben tomar antes, durante y después del abastecimiento.	-No recuero de que trata esta norma ISO.	-S/C	-La verdad, no recuerdo que establece dicha norma.	-Se desconoce sobre lo que establece las normas ISO 13739 y los alcances que brinda sobre el abastecimiento para los buques.
JM4	JM5	JM6		
-S/C	-Misma respuesta de la anterior pregunta.	-S/C		

-ISO 8217

Entrevista

22. ¿Los combustibles que se proveen cumplen con la norma ISO 8217?				
P1	P2	P3	P4	Síntesis conceptual
-Sí, ya que estos son requerimientos obligatorios a nivel nacional como internacional.	-Los combustibles que se producen en las refinerías peruanas cumplen con el ISO 8217,	-Si, por el momento las refinerías capaces de proveer combustible según el ISO 8217 son La Pampilla y Talara.	-Sí, hay refinerías que cumplen con la norma ISO 8217,	-Se resalta por parte de las refinerías que los combustibles marinos que se producen a nivel nacional cumplen con los estándares internacionales establecidos en la norma ISO 8217. -En tal sentido, los alcances que establece la norma ISO 8217 sobre los requerimientos para combustibles de uso marino es un punto de partida para la producción del mismo en el plano local.

Entrevista

22. ¿Los combustibles que se proveen cumplen con la norma ISO 8217?				
SF1	JM1	JM2	JM3	Síntesis conceptual
-La norma ISO 8217 establece que se debe cumplir una serie de parámetros. Y Perú si cumple con dichas regulaciones.	-Al no tener una idea clara, no podría responder.	-Dicha norma regula las características del combustible marino que se va adquirir.	-El combustible que será vendido a la empresa naviera, deberá ser analizado por un laboratorio. Y dicho producto debe ser sancionado en caso no cumpla con lo establecido con dicha fórmula.	-No se toman consideraciones claras y concretas sobre los alcances que establece la norma ISO 8217, por lo que, se puede señalar que las especificaciones respecto a los combustibles marinos pasan muchas veces desapercibidas para los operarios de los buques mercantes en el contexto nacional.
JM4	JM5	JM6		
-S/C	-Deben cumplir con las especificaciones de la norma ISO, de lo contrario no	-S/C		

	serían altamente sancionado.			

-Muestreo

Entrevista

23.¿Qué tipo de muestreos se realiza para verificar que el combustible cumple con las especificaciones de acuerdo a lo establecido en el Convenio MARPOL y la ISO 8217?				
P1	P2	P3	P4	Síntesis conceptual
-Desconozco acerca del convenio MARPOL.	-El análisis del combustible debe cumplir con las especificaciones del ISO 8217:2017. No tengo conocimientos cabales sobre el Convenio MARPOL.	-Acerca del Convenio MARPOL no tengo ideas claras.	-Con respecto a las normas ISO 8217:2017, el combustible debe cumplir con lo especificado.	-Con respecto a la norma ISO 8217 se siguen las especificaciones que se da en la hoja de seguridad del producto que se provee. - Con respecto al Convenio MARPOL no existe un conocimiento cabal de los alcances que detalla en el mismo.
24. ¿Cómo se lleva a cabo los muestreos por parte del proveedor?				
P1	P2	P3	P4	Síntesis conceptual
-Se toman muestras antes de entregar el producto para evitar problemas con el usuario.	-Normalmente se toman pequeñas muestras del combustible para ser analizados y comprobar que el combustible está en buenas condiciones.	-La muestra del combustible se hace al tener el producto final, para así cunado sea entregado no tenga ninguna observación por parte del comprador.	-Se toman muestras que son analizadas en un laboratorio y cual dará fe de que el combustible es de calidad y además cumple con los requisitos estipulados.	-Por parte de la refinería los muestreos forman parte de los protocolos de calidad que se suele realizar a todo producto que va a ser comercializado, para lo cual existen entidades reguladoras del mismo.
25. ¿Cómo se lleva a cabo los muestreos por parte del buque?				
P1	P2	P3	P4	Síntesis conceptual

-Se toman muestras del tanque donde están almacenados.	-No lose, no tengo noción sobre el tema acerca de los buques.	-Acerca de este tema no estoy seguro, pero deberían tomar muestras del tanque de donde almacenan el combustible,	-Desconozco no es mi ámbito de trabajo.	-No existe un conocimiento claro sobre los muestreos que se realizan en los buques, sin embargo, consideran que los buques siguen procedimientos internos que suelen ser implantados como parte de la gestión operacional de los mismos.

Entrevista

23. ¿Qué tipo de muestreos se realiza para verificar que el combustible cumple con las especificaciones de acuerdo a lo establecido en el Convenio MARPOL y la ISO 8217?				
SF1	JM1	JM2	JM3	Síntesis conceptual
-El muestreo se hace durante la carga del combustible, en la cual se obtienen 4 muestras de las cuales son 2 para el buque, 1 se envía al laboratorio y 1 para el proveedor.	-La muestra se obtiene durante la carga del combustible, es decir desde que comienza la carga hasta que termina para que la muestra se lo más acertada a lo que en realidad contiene el combustible.	-De la muestra obtenida de la faena, se dividen 4 muestras, 2 se quedan en el buque, 1 para el laboratorio y 1 para el proveedor, para que no haya problemas más adelante.	-Durante el proceso de abastecimiento se obtienen varias muestras las cuales son distribuidas entre el buque, el proveedor y una es enviada a un laboratorio.	-Se toman 4 muestras del combustible que se recibe, dos quedan a bordo y 2 son enviados a laboratorios internacionales y nacionales respectivamente, lo cual comparado con las especificaciones se da conformidad respecto al uso del mismo.
JM4	JM5	JM6		
-De acuerdo con las normas establecidas por la OMI en relación al MARPOL, se establece que 2 recipientes de la muestra del producto permanezcan en el buque abastecido, 1 muestra para ser	-La muestra tomada debe ser tanta como para repartir entre el buque, el laboratorio y el proveedor. Y así tengan una prueba del combustible que se recibió.	-La cantidad de muestras es de 4, en las cuales 2 de ellas se queda el buque que recibió el combustible, 1 el proveedor de este y finalmente, la muestra sobrante se envía al laboratorio		

analizada por el laboratorio encardo y una última muestra al proveedor.		para ser sometido a un análisis.		
24. ¿Cómo se lleva a cabo los muestreos por parte del proveedor?				
SF1	JM1	JM2	JM3	Síntesis conceptual
-Durante la carga del combustible, el comprador toma muestras del combustible y una de esas muestras se le entrega al proveedor	-Una de las muestras que se toman durante la faena, es para el proveedor.	-La muestra se lo el comprador, ya que durante la carga se toma una muestra suficiente como para distribuir entre el buque, el laboratorio y el proveedor.	-Una de las muestras tomadas por el buque es entregada al proveedor para que no haya problemas en caso la muestra no tenga las características adecuadas.	-Responde a protocolos y procedimientos determinados por ellos mismos, lo cual se verifica con las muestras y análisis que se obtienen al llegar al buque.
JM4	JM5	JM6		
-Se le entrega al proveedor una muestra extraída durante la faena de combustible.	-El proveedor tiene como objetivo verificar que la toma de muestra esté libre de impurezas para que de esa manera no altere algún tipo característica del producto entregado.	-De la muestra tomada durante la carga, se le entrega una muestra al proveedor para que tenga una prueba del tipo de combustible que entrego.		
25. ¿Cómo se lleva a cabo los muestreos por parte del buque?				
SF1	JM1	JM2	JM3	Síntesis conceptual
-La OMI establece una serie de procedimientos los cuales deben llevarse a cabo para un buen y seguro abastecimiento.	-Son procedimientos establecidos por la OMI, en el cual indica los puntos de extracción de combustible para así manda a	-Se coloca el contenedor antes de la entrada del combustible al buque. Esta muestra es enviada al laboratorio.	-Debe ser de la manera más segura posible, ya que la OMI establece los procedimientos a cumplir.	-Es un proceso que suele llevarse a cabo de acuerdo con las directrices que establece la OMI respecto a la gestión para garantizar los límites permitidos de azufre en los combustibles marinos residuales intermedios que se utilizan en el contexto nacional.

	analizar el producto.			
JM4	JM5	JM6		
-En el caso de una faena, el Jefe de Maquina debe establecer un plan en relación a los procedimientos que establece la OMI.	-Se sugiere siempre cumplir con las directrices que están prescritas con la ayuda de la Organización Marítima Internacional.	-Dichos procedimientos están regulados por la OMI, quien estable que se tenga mucho cuidado en el momento de extraer la muestra del producto ya que podría ocasionar un derrame.		

-Inspecciones

Entrevista

26.¿Quién es el ente encargado de inspeccionar que se cumpla con las especificaciones en razón de los combustibles que se proveen a los buques por parte de los proveedores a nivel nacional?				
P1	P2	P3	P4	Síntesis conceptual
-El Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería se encarga de inspeccionar y verificar que se cumplan con las especificaciones ya establecidas.	-OSINERGMIN es el encardo de inspeccionar las refinerías y hacer cumplir las normativas.	-El OSINERGMIN, inspecciona desde la exploración, explotación, proceso, comercialización del combustible,	-OSINERGMIN es la entidad encargada de verificar que se cumplan con los requisitos correspondientes según el ISO 8217.	-En el caso de las refinerías el organismo encargado es OSINERGMIN quienes se encargan de supervisar la exploración, procesamiento, refinación, almacenamiento, distribución, y comercialización. -Sobre la eficacia de la labor que realizan en el ámbito marítimo se desconoce, ya que además no existen publicaciones referentes al sector marítimo nacional.

Entrevista

26.¿Quién es el ente encargado de inspeccionar que se cumpla con las especificaciones en razón de los combustibles que se proveen a los buques por parte de los proveedores a nivel nacional?				
SF1	JM1	JM2	JM3	Síntesis conceptual
-Como país firme de la OMI, estamos obligados a respetar y cumplir las normas establecidas por las mismas, y la Autoridad Marítima Nacional (DICAPI) se encarga de verificar el cumplimiento de dichas especificaciones.	-Capitanía o mejor conocido como DICAPI.	-La Autoridad Marítima Nacional, es DICAPI.	-DICAPI, es la encarga de velar por el cumplimiento de las normas establecidas por la Organización Marítima Internacional. Y en ellas se encuentra la nueva norma que limita hasta 0.50% m/m el contenido de azufre en el combustible marino.	-En el caso de los buques la responsabilidad recae en la Autoridad Marítima Nacional quienes al momento han mandado algunos alcances que se pueden verificar en las directrices y circulares que han sido emitidos por la OMI sobre diversos aspectos que giran en torno del cumplimiento con los límites de azufre del 0.50 % masa/masa.
JM4	JM5	JM6		
-A nivel nacional, el encargado serio DICAPI.	-La Autoridad Marítima Nacional, es el responsable de verificar e incentivar a que las empresas navieras cumplan con lo establecido por la OMI. Y dicho responsable en el Perú es DICAPI.	-DICAPI.		

Teorización parcial sobre el tercer objetivo específico: De acuerdo a lo que se establece por parte de los representantes de la refinería los procedimientos que se siguen para garantizar la calidad del combustible que producen se basan principalmente en lograr los parámetros establecidos en las normas internacionales correspondientes, entre los que destacan lo que se

establece en la Norma ISO 8217, ya que es aquel marco legal del cual se posee mayor conocimiento y alcance. Así también se pudo conocer que OSINERGMIN es el organismo encargado de realizar supervisiones en las diferentes fases de producción y comercialización de los combustibles que se suele producir en las refinerías, pero que sin embargo, en el sector marítimo, o mejor dicho, los combustibles que van para el transporte marítimo no se evidencia si el trabajo que realiza lo hace con suma eficiencia.

Por otra parte, otras de las organizaciones con mayor influencia y preocupación sobre establecer mecanismos y difundir información sobre los procesos y actividades que se toman en cuenta para garantizar la calidad del combustible en los buques recaer sobre la Autoridad Marítima Nacional quienes al momento han proporcionado ciertas directrices y recomendaciones los cuales han sido enviado a las compañías navieras para que tomen conocimiento, sin embargo se puede interpretar que no existe un rigor estratégico en la acciones por garantizar que los combustibles marinos residuales intermedios cumplan con las especificaciones y se verifique que sea acorde con lo que se establecen los estándares internacionales.

Sobre la norma que establece alcances y procedimientos para abastecimiento de los buques tanto proveedores como usuarios finales la desconocen, con lo cual se pierde de consideraciones elaborados por expertos en el sector el cual provea de información que siempre puede ser necesaria para garantizar la calidad del combustible en su cadena distribución.

De ninguna de las partes se pudo escuchar que se toman en cuenta las circulares orientadas a verificar la calidad de los combustibles por parte de los proveedores y usuarios finales establecidos por MEPC (875 y 875-Add.1) los cuales establecen

diversos aspectos que fomentan una buena gestión en la recepción y verificación del combustible, particularizando en las normas internacionales y el sistema de gestión operacional principalmente que se establece en los buques como parte del sistema de gestión de la seguridad operacional.

Por lo tanto, al establecerse un panorama en donde los actores responsables de dar cumplimiento a los objetivos sobre las normas en relación con los límites de azufre en el transporte marítimo poseen poco bagaje respecto al conocimiento y acciones concretas que deben tomarse, así como las diversidad de perspectivas que se toman de cada una de las partes se puede considerar que afectaría a encontrar una posible solución que puede mejorar el panorama respecto a uno de las problemáticas en razón de los finos catalíticos, ya que de no establecerse una cadena en donde se verifiquen cada una de las actividades a realizarse y se maneje evidencias concretas y comunicación entre los mismos, el panorama sería negativo recayendo significativamente en la operatividad de los buques mercantes tomando en consideración base la máquina principal del buque y la gestión del departamento de máquinas en sí.

Por último, la cadena de distribución del combustible marino residual intermedio se realiza por medio de oleoductos y barcazas por lo general para efectos del consumo en buques mercantes.

4.1.4. Identificar qué acciones se toman en cuenta para disminuir y/o eliminar la presencia de finos catalíticos en la máquina principal.

-Conocimientos de los finos catalíticos:

Entrevista

27. ¿Qué entiende usted por finos o polvos catalíticos?				
SF1	JM1	JM2	JM3	Síntesis conceptual
-Son partículas pequeñas y muy duras de silicio y aluminio que surgen del catalizador utilizado en el proceso de craqueo catalítico en la refinería.	-Los finos catalíticos son los residuos de componentes que son utilizados para el proceso de refinado del combustible.	-Son los residuos que se quedan en los hidrocarburos luego del proceso de craqueo catalítico conformadas por partículas de aluminio y silicio.	-Pequeñas partículas de aluminio y oxido de silicio que quedan en el combustible luego de su proceso de refinación, su tamaño va entre 5 – 120 micrones, son de forma irregular, porosos y duros.	-Algunos de los entrevistados manifiestan que poseen un conocimiento sobre los finos catalíticos, mientras que otros establecieron no haber escuchado sobre el mismo o no tener una consideración clara sobre lo que significa. -Las apreciaciones sobre quienes buscaron dar un concepto caracterizaba una postura gaseosa, lo cual podría enmarcar que no existe información suficiente sobre los mismos dentro del plano local. -La búsqueda de la primera apreciación sobre la problemática en relación con los finos catalíticos y su influencia en la máquina principal determina de por si una falta de gestión ante cualquier actividad que pueda realizarse en respuesta por parte de los buques.
JM4	JM5	JM6		
-Son varias formas de compuestos minerales de aluminio y silicio que son altamente porosos y extremadamente duros, que se encuentran en los IFOs.	-Son unos compuestos de Al + Si.	-No había escuchado sobre este tema antes.		

-Experiencia con finos catalíticos:

Entrevista

28. ¿Ha tenido alguna experiencia cercana con los finos catalíticos a bordo del buque?				
SF1	JM1	JM2	JM3	Síntesis conceptual
-Sí, el buque ya había recibido el combustible suficiente para el viaje y después de tres días de navegación con fueloil pesado, presentamos alta temperatura en la cámara de barrido de dos unidades del motor principal. El motor fue parado e inspeccionado, encontrando en un pistón 2 anillos rotos y en el otro, tres anillos rotos en muchas partes debido a que se habían desgastado y quebrado por lo delgado que estaban. Los anillos fueron cambiados, pero a los dos días tuvimos que cambiar anillos a otros dos pistones y después de tres días a los	-Sí, con los mismos filtros en el sistema de combustible, análisis de presencia de finos catalíticos en la entrada y salida de la purificadora.	-Hace unos años suministraron un combustible alto en aluminio y silicio, esto se reflejó en el análisis de una muestra de combustible enviada para este propósito, que era el conocer con más certeza la calidad del combustible, poniendo dos purificadoras en servicio y en paralelo no se consiguió una limpieza efectiva y tuvimos daños en elementos de bombas de inyección principalmente.	-Sí, el mayor daño se presentó en los cilindros del motor principal.	-De lo manifestado por dos los entrevistados se pudo conocer lo siguiente: • La gran afectación que puede ocasionar la presencia de finos catalíticos a la maquina principal. • El desgate ocasionado a los diferentes componentes del sistema de combustible. • Un gran contenido de azufre presente en el combustible puede ocasionar la parada del motor principal.

últimos dos pistones, todos por el mismo problema. En las próximas dos semanas de navegación tuvimos que continuar cambiando cabeza de pistón y anillos de pistón a todas las unidades del motor principal. Finalmente, en un puerto recibimos más repuestos y tuvimos que cambiar todas las camisas, pistones, anillos de pistón e inyectores del motor principal. Observamos que el separador de combustible no trabajaba correctamente debido a que no descargaba los residuos separados y funcionaba solo como bomba. También encontramos que el combustible descargado de los filtros automáticos de combustible iba al tanque de reboses para ser reutilizado,				

lo cual incrementaba el contenido de residuos y finos catalíticos del combustible que estábamos usando. Las camisas y anillos de pistón dañados fueron enviados a tierra para análisis y encontraron que fue causado por el alto contenido de finos catalíticos del combustible. Para entonces ya habíamos consumido casi todo el combustible contaminado. Recibimos instrucciones del departamento técnico de la compañía para reducir el contenido de finos catalíticos a un valor permitido por el fabricante.				
JM4	JM5	JM6		
-En el año 2015, realice una inspección a la cámara de barrido, ahí pude observar que había desgaste en los anillos del pistón de la unidad 2	-Durante mi travesía, aproximadamente en septiembre del 2015, el jefe notó un aumento de la temperatura de los gases de escape	-No tuve ninguna experiencia en relación con los finos catalíticos.		

y 3. Envié fotos a las oficinas de mi empresa, analizaron y concluyeron que el desgaste fue ocasionado por la presencia de finos catalíticos.	en las unidades 1, 3, 4, 5 y 6 del motor principal. El motor se detuvo y durante la inspección se encontró que todos los anillos de pistón tenían un desgaste excesivo y muchos estaban rotos. Las coronas de los pistones tenían evidencia de fuga y se observaron grandes depósitos de lodo y raspaduras en el colector de barrido.			

-Afectación en la máquina principal por parte de los polvos catalíticos:

Entrevista

29. ¿Según su experiencia, qué partes de la máquina principal son afectados por los polvos catalíticos?				
SF1	JM1	JM2	JM3	Síntesis conceptual
-Las partes de la máquina que serán dañadas son las bombas de inyección, los inyectores, los anillos de pistón y las camisas del cilindro.	-Muchas partes de la maquina principal pueden ser afectadas, las bombas de inyección de combustible, las válvulas inyectoras, la camisa, los	-Usualmente son afectados los anillos de pistones y las camisas del cilindro, que reducen su tiempo de vida por del desgaste. Así como los inyectores. En caso de ser una	-Debido a su naturaleza abrasiva pueden causar daño en los componentes de inyección del motor como son las bombas de alta presión, inyectores, y partes del tren alternativo como anillos y cilindros.	-Normalmente se dañan la camisa del cilindro, anillos del pistón, elementos del sistema de combustible, inyectores, etc.

	anillos del pistón, las válvulas de escape.	cantidad muy excesiva a lo standard podría dañar los filtros automáticos y su operatividad tanto como las bombas de combustible.		
JM4	JM5	JM6		
-En los Motores son afectados el pistón, el cilindro, bomba de inyección y los inyectores.	-Generalmente, cuando el contenido de finos catalíticos presente en el combustible, estos pueden dañar drásticamente las camisas del cilindro y los anillos del pistón. Sin embargo, a lo largo del sistema de combustible también puede afectar a los filtros, bombas de alta presión e inyectores.	- S/C		

4. CIMAC Recomendación 25: Recomendaciones concernientes al diseño de las plantas de tratamiento para los combustibles pesados para motores diésel

Sólidos abrasivos (Finos catalíticos)

La principal clase de sólidos abrasivos que se encuentran en los combustibles son los finos catalíticos. También pueden estar presentes partículas de óxidos de hierro (óxido), arena y suciedad, pero tenderán a ser relativamente grandes y densas y, por lo tanto, se eliminarán fácilmente mediante la centrifugación. Los finos catalíticos están compuestos de óxido de aluminio y óxido de silicio y, por lo tanto, su presencia se mide determinando la cantidad de aluminio más silicio en el combustible. En la escala de dureza de Mohs, los finos catalíticos son casi tan duros como el diamante. Estas partículas pueden variar desde un tamaño submicrónico hasta aproximadamente 50 micrones (u ocasionalmente más alto). Los niveles demasiado altos de finos catalíticos en la entrada del motor provocarán un desgaste abrasivo de los componentes del sistema de combustible, y de los anillos de pistón y las camisas de los cilindros. Para controlar la cantidad máxima de finos catalíticos entregados al motor, muchos fabricantes de motores especifican un límite máximo de 7-15 mg / kg de aluminio más silicio en la entrada del motor. Una planta de limpieza de combustible que funcione de manera eficiente es la única forma práctica de garantizar que se eliminen las partículas contaminantes. La medición de las concentraciones de aluminio y silicio del combustible antes y después de la planta de limpieza de combustible da una indicación de la eficiencia del sistema en la eliminación de finos catalíticos. El daño por desgaste abrasivo puede ocurrir incluso cuando el análisis del combustible recibido indica que el contenido de finos de catalizador es bajo. Las posibles explicaciones para esto son:

-El muestreo se ha realizado de forma incorrecta, lo que ha dado un resultado no representativo y, por tanto, un resultado dudosamente bajo para el aluminio y el silicio en el combustible.
-El análisis de aluminio y silicio se ha realizado incorrectamente.
-En condiciones climáticas adversas, finos catalíticos que se han acumulado en la parte inferior de los tanques de almacenamiento y de sedimentación se pueden agitar en cantidades tales que no se puede garantizar una purificación eficiente.
-La planta de limpieza de combustible no está funcionando de manera eficiente debido a problemas operativos.
-Puede haber un alto desgaste abrasivo debido a factores distintos a los altos niveles de finos de catalizador.

Si se sospecha que un motor está funcionando con combustible con un nivel elevado de finos catalíticos, se recomienda

que el funcionamiento de los separadores centrífugos se controle de cerca, incluida la toma de muestras "antes" y "después" para verificar el funcionamiento correcto. Monitorear la frecuencia de retro-lavado y caída de presión a través del filtro de auto limpieza (filtro principal), puede indicar un cambio en la calidad del combustible o en la limpieza del mismo. También es aconsejable realizar inspecciones más frecuentes de las partes susceptibles del motor para dar una advertencia temprana de cualquier desgaste acelerado.

Interpretación:
-El fino catalítico representa uno de los principales sólidos abrasivos que puede causar daños a los componentes de la máquina principal, cuyo análisis se basa en determinar la cantidad aluminio y silicio en el combustible.
-Los análisis que se pueden realizar al combustible en algunas ocasiones puede no tener un resultado convincente por adoptar un muestreo no representativo, lo cual podría causar un daño silencioso a partir de un análisis realizado de manera incorrecta.
-El sistema de combustible debería eliminar la presencia de finos catalíticos en el combustible, cuya buena práctica se relaciona en tomar mediciones antes y después del ingreso del combustible a dicho sistema.
-Por recomendaciones del fabricante de los motores se especifican un límite máximo de 7-15 mg/kg (7ppm) de aluminio más silicio en la entrada del motor, mientras que en la entrada del sistema se permite 60 mg/kg (60 ppm), por lo tanto el sistema de combustible eficiente deberá minimizar dicha concentración entre ambos sectores.

5. Directrices de 2019 para la implantación uniforme del límite del contenido de azufre del 0.50 % en virtud del Anexo VI del Convenio MAROL – Resolución MEPC.320(74)

3.3 Combustibles residuales

3.3.2 Finos catalíticos

3.3.2.1 Los finos catalíticos son un producto secundario del refino y consisten en pequeñas partículas de metal que se introducen de manera deliberada como catalizadores para lograr la desintegración catalítica del fueloil. A menos que se reduzcan por purificación, los finos catalíticos se incrustarán en las piezas del motor y ocasionarán rápidamente daños graves a este último. Debería hacerse referencia a las orientaciones del fabricante del motor con respecto a los finos catalíticos.

APÉNDICE 2
EXAMEN TÉCNICO DE LAS POSIBLES REPERCUSIONES PARA LA SEGURIDAD SEÑALADAS EN RELACIÓN

CON LA UTILIZACIÓN DE COMBUSTIBLES REGLAMENTARIOS EN 2020		
Propiedades del combustible	Posibles retos	Observaciones
Finos catalíticos	Los finos catalíticos provocarán el desgaste abrasivo de las camisas interiores del cilindro, los anillos del pistón y el equipo de inyección del combustible si el sistema de tratamiento del combustible no los reduce suficientemente. Puede producirse un desgaste elevado en la cámara de combustión.	Los principales fabricantes de motores recomiendan que el contenido de finos catalíticos en el combustible no exceda de 10 mg/kg (ppm) en la entrada del motor.
Interpretación: -De acuerdo a lo que establece la Directriz en referencia la OMI toma conocimiento de la peligrosidad que puede representar la presencia de finos catalíticos en la máquina principal, para lo que recomienda que 10 ppm de concentración sea aceptada en la entrada del motor. -La purificadora representa un equipo crítico en el cumplimiento por verificar que la concentración de sólidos abrasivos puedan ingresar al motor principal, para lo cual existe la necesidad de ponerle mayor atención ante dicha problemática evidenciada.		

-Información en el contexto nacional sobre finos catalíticos:

Entrevista

30. ¿Existe información sobre los finos catalíticos y su influencia en el desgaste del motor principal de los buques en el contexto nacional?				
SF1	JM1	JM2	JM3	Síntesis conceptual
-La información relativa a los finos catalíticos y su afectación, es casi nula. Lo poco que	-No existe libros, ni investigaciones peruanas sobre los finos catalíticos.	-Por el momento no he visto ninguna investigación peruana acerca del tema.	-Lo que se dé finos catalíticos es por información extranjera ya que Perú carece de información sobre este tema.	-En el plano nacional no existe información contundente y fehaciente sobre la problemática vinculada a los finos catalíticos y su influencia que puede causar en los componentes de la

hay no está en nuestro idioma natal.				máquina principal de un buque mercante, lo cual representa una desventaja en términos de información técnica y contextual para la comunidad marítima nacional.
JM4	JM5	JM6		
-Solo hay información en el idioma y aun así no es suficiente.	-En el ámbito nacional, estoy casi seguro que no hay información sobre este tema.	-En Perú no hay información sobre finos catalíticos e inclusive hay muy poca información internacional, sería muy bueno realizar una investigación sobre esto.		

-Iron Test:

Entrevista

31. ¿Ha realizado el “Iron Test” al “Cylinder Oil” a la máquina principal?				
SF1	JM1	JM2	JM3	Síntesis conceptual
-Si, abordo realizamos semanalmente análisis de aceite de cilindros residual que se obtiene de la cámara de barrido debajo de cada pistón para determinar el contenido de hierro y TBN en el aceite residual. Si el contenido de hierro es alto, significaría que está	-Si he realizado el “Iron Test” al aceite del cilindro, la relación con los finos catalíticos es que estos se pueden depositar entre los anillos del pistón, un exceso de depósitos causa daños en la camisa y uso excesivo de la misma.	-Si, es utilizado para medir la concentración de metales pesados presente en el aceite debido al desgaste dado entre pistones y cilindros. Esto se debe por la poca lubricación o por un exceso muy elevado de la impureza o finos catalíticos presente en el combustible.	-En el tiempo que tengo laborando no he realizado un “Iron Test” pero un análisis de este tipo nos permitiría darnos cuenta del porcentaje de partículas de hierro provenientes del desgaste entre metales originados por estos residuos.	-Se maneja un conocimiento inicial sobre el “Iron Test” que suele realizarse al aceite del cilindro para la verificación del contenido de metales, y se indica que en la gran mayoría de circunstancias vinculadas a la operación del buque no se realiza ya que la muestra de aceite que se toman suele enviarse a laboratorios para su análisis.

ocurriendo un desgaste de anillos de pistón y camisa, y una de las causas puede ser los finos catalíticos.				
JM4	JM5	JM6		
-A la fecha, no he realizado el "Iron Test".	-Tengo conocimientos acerca del "Iron Test", pero durante mí tiempo como cadete e ingeniero no he realizado este testeo.	-No, ya que normalmente se envían muestras de lubricante y combustible a laboratorios. Y ellos te envían las diferentes características de dicho producto.		

-Sensor para detectar polvos catalíticos:

Entrevista

32. ¿Considera importante la implementación de un sensor para detectar a los polvos catalíticos en la maquina principal?				
SF1	JM1	JM2	JM3	Síntesis conceptual
-Sería bueno instalar un sensor para monitorear el nivel de finos catalíticos en diferentes puntos	-No, considero que el análisis se debe hacer al recibir el combustible abordo, a su vez	-Podría ser, pero por más que se detecte no hay mucho que hacer más que aumentar la filtración	-Al tener dudas con referencia al resultado del análisis principal después de haber hecho el suministro, es recomendable sacar	-Por una parte, algunos de los entrevistados señalan que sería muy interesante colocar un sensor que pueda detectar el contenido de finos catalíticos alrededor del sistema de combustible,

del sistema de combustible, así se puede saber cuánto se va reduciendo al drenar periódicamente los tanques de combustibles y sobre todo saber el contenido de finos catalíticos después de pasar por el separador de combustible. Paralelamente realizar análisis periódicos de combustible antes y después del separador para saber la eficiencia del purificado y la calidad del combustible cuando se haya mezclado dos combustibles de diferente procedencia.	los análisis del combustible se hacen tomando muestra de este al momento de la faena y son mandados a tierra para su análisis y determinar diferentes características del combustible y entre estos la cantidad de los finos catalíticos.	usando un separador en serie para tratar de reducir lo mayor posible. Podría ser mucho más útil tener un sensor de finos catalíticos, debido a que tomar análisis constantemente requiere una pérdida de tiempo del ingeniero a cargo, lo cual deja de hacer otras actividades de gestión o mantenimiento por realizar las pruebas y análisis.	muestras continuas luego de su purificación para confirmar la correcta eliminación de estas partículas, esto debería realizarse ante de consumir el nuevo combustible. En mi opinión deberían hacerse análisis más seguidos del producto, por la naturaleza del mismo material a eliminar, la utilización de un sensor que debería ir acompañado de un equipo o sistema podría ser de alto costo no solamente como equipo sino también en sus partes.	mientras que otra parte señala que sería como un gasto en vano, ya que dicha problemática puede visualizarse mediante los análisis enviados a laboratorio de aceite y de combustible.
JM4	JM5	JM6		
-El proveedor del combustible entrega un certificado de análisis del producto suministrado, abordo nuestros procedimientos indican que se debe sacar una muestra	-En mi experiencia como Ingeniero y jefe de máquinas he tenido problemas con los polvos catalíticos, los cuales se pudieron haber evitado si se tuviera	-Sí, sería bueno tener un sensor de polvos catalíticos para mantener supervisado su contenido y evitar pérdidas mayores.		

durante la faena de combustible para analizarlo con otro laboratorio para que determinen no solo el valor de los finos catalíticos sino también otros parámetros importantes como: % agua, vanadio, etc.	implementado un sensor, que a la larga sale más barato que comprar los repuestos del motor que son más costosas.			

-Acciones por parte de la gestión de las compañías:

Entrevista

33. ¿Existe alguna información provista por la compañía respecto a acciones que se pueden tomar en cuenta para minimizar o evitar la presencia de finos catalíticos en el combustible?				
SF1	JM1	JM2	JM3	Síntesis conceptual
-Si he recibido un folleto, pero hace mucho tiempo, no he recibido alguna actualización sobre ese tema.	-No existe libros y tampoco investigaciones peruanas acerca de los polvos catalíticos.	-Lo único que te piden es aumentar la filtración usando otro purificador extra, ejercer el drenaje de combustible de los	-Generalmente el extremo cuidado en la depuración del combustible, realizando una recirculación de tanque a tanque (circuito cerrado) antes de ser utilizado. Esto	-No existe ninguna información proporcionada por la gestión de la compañía respecto a la problemática en razón de los finos catalíticos. - Así mismo, se puede comprender que existe una falta de información sobre el

		tanques de sedimentación y de servicio con más frecuencia, reducir el tiempo de autodescarga de los filtros automáticos.	está dado por comunicados entre la empresa y el jefe de máquinas y la recepción de boletines informativos acerca del tema. Otra acción es el contrato que se tiene con una de las diferentes casas encargadas de hacer este tipo de seguimiento del combustible (análisis).	mismo, lo cual enmarca que se establezcan orientaciones claras para el personal del departamento de puente quienes navegan en buques de bandera peruana quienes realizan cabotaje en el Perú. -En los oficiales de nivel gestión de la especialidad de máquinas quienes en la actualidad se desempeñan en los buques antes referidos, en consecuencia, se visualiza que no existe una preocupación real por lo que pueda significar la presencia de finos catalíticos en los componentes de la maquina principal, lo cual reduce el accionar en la búsqueda por proveer lineamientos o la determinación de buenas prácticas para mejorar la condición de los componentes que suelen ser afectados por dichos contaminantes.
JM4	JM5	JM6		
-No, actualmente no he recibido información por parte de la empresa acerca de este tema.	-No he recibido información por parte de la compañía naviera. Además, no existe en el ámbito peruano investigaciones acerca de este tema.	-No he recibido información sobre este tema por parte la empresa naviera.		

Teorización parcial sobre el cuarto objetivo específico: Con respecto a la información brindada por las unidades de información se puede establecer que no existe un conocimiento cabal sobre la problemática vinculada a los finos catalíticos y su repercusión con respecto a la máquina principal. Así mismo, algunos de los entrevistados pudieron dar referencias sobre algunos inconvenientes respecto a dicha problemática en las cuales resaltaron fallas a gran escala evidenciadas en partes mecánicas de la máquina principal los cuales a su vez conllevaron a la determinación de gastos debido a la presencia de finos catalíticos en el combustible marino que el buque consume.

En el plano nacional, no existen informaciones establecidas por entes vinculados al ámbito del transporte marítimo sobre los finos catalíticos, lo cual establece una falta de prácticas investigativas sobre temas que son coyunturales en razón del establecimiento de los límites de azufre que fomenta el Convenio MARPOL para esta nueva era de uso de combustibles por parte de los buques mercantes.

Los oficiales del nivel gestión quienes fueron entrevistados con respecto al “Iron Test”, cuyo examen busca evaluar la presencia de metales en el aceite lubricante del cilindro, manifestaron que tienen conocimiento de dicha evaluación de manera general pero que, sin embargo, no suele aplicarse en los buques mercantes de bandera peruana que realizan cabotaje en aguas peruanas. Asimismo, se pudo conocer posiciones distintas sobre el poder utilizar sensores que puedan determinar la presencia de los contaminantes que son materia de estudio del presente trabajo en el sistema de combustible, ya que representa un gasto innecesario para la compañía, mientras que para otros sería importante tener un equipo que pueda mostrar evidencias de finos catalíticos alrededor del sistema de combustible.

De acuerdo a las recomendaciones establecidas por órganos competentes se establece la presencia de finos catalíticos en el combustible de 60 ppm a la recepción y en la entrada del motor de 10 a 15 ppm, cuyo objetivo podría determinarse por el uso y funcionamiento eficiente de la purificadora.

Por último, se pudo conocer que sobre la problemática en razón de los finos catalíticos los oficiales de máquinas entrevistados sostiene que lo que saben es por experiencia propia, ya que las compañías hasta al momento no han emitido ningún informe o

establecido buenas prácticas para minimizar la introducción de polvos catalíticos dentro del sistema, lo que cual establece una falta de información o desconocimiento por el equipo encargado de proporcionar procedimientos en concordancia con la actitud vanguardista que se debe adoptar en los sectores de la operación de los buques mercantes, ya que al estar afectados por un conjunto de regulaciones y cambios tecnológicos determina que aparezcan nuevas condiciones y situaciones que pueden jugar un papel en contra, sobre los cuales se debe tomar acción, como tal es el caso de los finos catalíticos.

Teorización final: Con las teorizaciones parciales establecidas, se puede responder al objetivo general de estudio de la siguiente forma:

-En primera instancia, se puede conocer que los finos catalíticos producen daños a los componentes de la máquina principal, principalmente a la camisa del cilindro, pistón, anillos del pistón, inyectores, bombas de combustible, etc., sin embargo, tal condición no es de conocimiento concreto en los proveedores de combustibles y en los operadores de los buques (oficiales de máquinas) quienes realizan cabotaje en el Perú existen precisiones vagas lo cual representa y establece una carencia informativa sobre las repercusiones que se pueden asociar a dicha problemática.

-Actualmente a nivel nacional el combustible que se suministra a los buques mercantes , en particular, los que realizan cabotaje en la jurisdicción marítima peruana, y que es de uso para la máquina principal suelen ser los combustibles marinos residuales intermedios en cuyo proceso para reducir la concentración de azufre en el mismo, se utilizan catalizadores que son la fuente y

enmarcan la presencia de finos catalíticos en el combustible de los buques, cuya eliminación corresponde a establecer acciones por parte del departamento de máquinas quienes se encargan de garantizar la operatividad de la máquina principal y sus equipos conexos. En tal sentido, resalta como equipo fundamental el uso de los purificadores, lo cual debe garantizar que la concentración de finos catalíticos en la entrada del motor sea entre un rango de 10 a 15 ppm de acuerdo con las recomendaciones de los fabricantes, de CIMAC y del MEPC.

-Las fuentes documentales que aportaron con la información base de referencia añadida con la información puntual que formaron parte del esquema de los resultados pueden dar cuenta de que las presencias de finos catalíticos en los motores de los buques mercantes irán en ascenso, ya que, a menor presencia de azufre en el combustible, las refinerías utilizarán mayor cantidad de catalizadores durante el proceso de craqueo catalítico utilizando la planta FCC.

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Discusión

Los resultados obtenidos, a través del análisis cualitativo producto de la triangulación de información proveniente de las entrevistas y los documentos recabados permitieron establecer diversos panoramas en razón del objetivo general que se pretende desarrollar en relación con la acción de los finos catalíticos en el desgaste de los componentes de la maquina principal de un buque mercante tomando la perspectiva de representantes de las refinerías y jefes de máquinas que operan buques que se dedican al cabotaje a nivel nacional.

Al analizar los resultados se puede establecer que en el contexto peruano no existe una apreciación idónea sobre el peligro que representan los finos catalíticos presente en el combustible que es utilizado para los buques, lo cual representa un

factor negativo que de no ser evidenciado por la gestión encargado del mantenimiento y operación eficiente de la maquina principal podría tener afectaciones serias con respecto a su propio funcionamiento como afectaciones económicas externas solventadas por el propietario del buque.

Al no existir estudios como parte de la bibliografía nacional sobre los finos catalíticos y su afectación a la maquina principal, se enmarca un panorama en la cual la comunidad marítima local no cuenta con información en aras de establecer procedimientos o buenas prácticas en los cuales los oficiales peruanos que forman parte del departamento de máquinas puedan supervisar la presencia de dichos contaminantes en los combustibles que puedan afectar a la máquina principal.

Con respecto a la validez interna, lo datos proporcionado en el esquema de los resultados proveniente de la entrevista y la documentación son verídicos por lo que se puede confiar en ellos, y las teorizaciones establecidas pueden enmarcar nuevos procesos investigativos y estar sujetos a ser corroborados y discutidos por otros investigadores que realicen estudios similares a la presente línea de investigación o afines.

Sobre la validez externa, los resultados obtenidos del presente trabajo de investigación no pueden ser generalizados, ya que, solo aplican para el contexto en la cual se direcciona la problemática de estudio, en la cual se consideran a representantes de refinerías y jefes de máquinas ya que para realizar un análisis claro es importante entender el proceso de producción de los mismos que parte de

las refinerías peruanas que son los que proveen el combustible marino residual intermedio a los buques.

Los resultados obtenidos del análisis en el presente estudio permiten afianzar la postura de Vusekivc, Racic y Ivosevic (2017) en la cual establecieron que los finos catalíticos una vez asentados en los tanques de combustible, a pesar de una purificación y filtrado, estos ingresan a la cámara de combustión a través del inyector de combustible, por lo que dicho contaminante al ser demasiado abrasivos suelen producir grandes daños que repercuten en costos directos e indirectos elevados para la compañía. Desarrollaron una investigación cualitativa de diseño investigación acción a diferencia del diseño exploratorio el cual caracterizó al presente trabajo de investigación.

Respecto a lo establecido por MAN Diesel y Turbo (2015) se enfatiza sobre la postura en la cual detalla que las grandes cantidades de combustible que los buques almacenan suelen determinar altos niveles de finos catalíticos puedan llegar al motor principal, lo que representa tomar acciones que puedan realizarse en el sistema de combustible. En tal sentido, bajo dicha postura resalta el uso de la purificadora, lo cual representa a un elemento crítico para poder minimizar la concentración de contaminantes por debajo del 15 ppm de acuerdo con lo que recomiendan los expertos. Con respecto al estudio en comparación se encuentran características metodológicas similares ya que se desarrolló en un nivel exploratorio.

Con la investigación de Peña (2016) existen similitudes metodológicas en comparación con el presente estudio ya que se realizó bajo un enfoque cualitativo. Una de las posturas más interesantes del autor es que para cumplir con las normas establecidas en el Convenio MARPOL sobre gases contaminantes es importante la inversión de los armadores, de tal manera que se pueden elaborar estrategias para poder contrarrestar el perjuicio económico cuyo aspecto suele ser principal desde la parte de los armadores. En tal sentido, poner atención sobre los finos catalíticos debería representar también un asunto de interés en la cual se invierta para poder contar con equipos y sensores correspondientes con minimizar la concentración de finos catalíticos en el motor de los buques.

Con lo establecido por el Comité Joint Hull (2013) se puede otorgar evidencias de que el uso de combustibles marinos pesados ha ido disminuyendo con el paso de los años, al cabo de que en la actualidad suele utilizarse combustibles residuales intermedios marinos, cuya situación se debe a los daños que los combustibles pesados producen en el motor. Sin embargo, en el contexto peruano, los buques para la maquina principal seguirán consumiendo combustibles residuales que según la postura de los proveedores cumplen con estándares internacionales, y que sobre la problemática de los finos catalíticos irán en aumento, correspondiendo a la gestión del buque su reducción y/o eliminación. Metodológicamente el autor abordo su investigación desde una perspectiva cualitativa y narrativa lo cual tiene coincidencias con el proceso que se estableció.

Con respecto al estudio realizado por Moreno (2013) se resalta la importancia de realizar un análisis general en cada buque con la intención de elaborar acciones y estrategias particulares según cada buque. Con respecto a la problemática vinculada a los finos catalíticos, se podrían establecer procedimientos similares producto del análisis que el departamento de máquinas pueda realizar con la intención de minimizar el contenido de azufre en el combustible. El autor realizó un estudio en un nivel exploratorio similar al realizado en el presente trabajo de investigación.

Con el estudio de Jinliang (1988) se concuerda en que la formación sobre las diversas materias para minimizar las emisiones de gases contaminantes en la gente de mar resulta ser de importancia, ya que de ellos dependen las acciones a ser establecidas y las condiciones en las cuales se verifiquen contenidos de gases contaminantes que son emitidos por los buques. Dentro de un plan de formación que agrupe los diversos aspectos es importante considerar la problemática sobre los finos catalíticos, que partiendo de un conocimiento teórico base se puede tomar mayor importancia y establecer procedimientos que reduzcan la concentración en el combustible que ingresa al motor de los buques. Metodológicamente la investigación desarrollada por el autor se realizó bajo un enfoque cualitativo.

Por último, con lo expuesto por Barchue (1991) es importante considerar que la formación en los oficiales de máquinas sobre la química de los combustibles y su vinculación con los límites de azufre en cumplimiento con la normativa OMI 2020 resulta ser importante y fundamental, ya que de esta forma se proveerá mayor información y los encargados del mantenimiento de los buques podrán tener una

mejor verificación y adaptación de estrategias para mejorar las condiciones, particularmente lo relacionado con la problemática que establece la presencia de finos catalíticos en los combustibles residuales que son consumidos. En contraste con la metodología establecida, el autor realizó un estudio de enfoque cualitativo de características similares al presente estudio, sin embargo, basó su conclusión final sobre el análisis documental que sistematizó en respuesta de cumplir con los objetivos que se propuso.

5.2. Conclusiones

Una vez establecida la discusión y con base a la información teorizada producto del análisis interpretativo de la información recabada se establecen las siguientes conclusiones, los cuales se establecen en función a los objetivos específicos:

En relación al primer objetivo específico del estudio, el cual se basó en conocer bajo qué condiciones se producen los combustibles marinos residuales intermedios en el plano local se puede establecer que toman en cuenta estándares internacionales tales como la norma ISO 8217:2017 y ASTM D-2069, ambos vinculados a combustibles marinos. Así también los combustibles marinos residuales que más se comercializan son los IFO 180 y 380, en los cuales los límites de azufre se encuentran por debajo de 0.50 % masa/masa, cuya concentración se obtiene a través de un proceso catalítico, mediante el uso de catalizadores en una torre de craqueo catalítico realizado en las refinerías bajo lineamientos técnicos propios de las labores que en ella se realizan. La planta de craqueo catalítico ha venido siendo implantado en los últimos años en las refinerías. Así también, es importante considerar además que no se toman en cuenta de manera enfática en las normativas respecto a lo que establece los instrumentos normativos establecidos por la OMI sobre los límites de azufre, ya que las consideraciones son sobreentendidas y tácitas por ser de conocimiento general a nivel internacional por los productores de combustibles.

Respecto al segundo objetivo específico se pudo comprender que los finos catalíticos llegan al combustible por medio de los catalizadores que son añadidos en

el proceso de craqueo catalítico lo cual se realiza a través del uso de zeolitas que representan un aluminosilicato que tiene una dureza cercana a los diamantes los cuales suelen ser reutilizados hasta 15 000 veces antes de ser desechados, en tal sentido, al llegar a la máquina principal suelen producir desgaste abrasivo afectando principalmente a la camisa del cilindro; al pistón y sus anillos; bombas de combustibles, inyectores, filtros, válvulas, etc. Dicha condición puede producir altas afectaciones económicas para los armadores, ya que los repuestos son extremadamente caros y su cambio establecería una logística compleja que podría perjudicar el desarrollo normal comercial de los buques mercantes.

Así también, en razón del tercer objetivo específico se pudo conocer que el combustible se transporta de las refinerías a los buques por medio de oleoductos y barcazas. Asimismo, respecto a la trazabilidad y las medidas que garantizan su calidad se pudo conocer que los proveedores y usuarios no tienen una perspectiva clara sobre los procedimientos establecidos en normas internacionales, principalmente en las normas ISO, y que las inspecciones por las autoridades competentes son casi inexistentes. Por otra parte, tal situación podría agravar la operatividad de los buques en el contexto local que agregado a la problemática de los finos catalíticos podrían dar pie a la observancia de otros problemas que podrían afectar la operatividad del buque involucrando a que se realicen acciones que podrían contrarrestarse adoptando una actitud proactiva en beneficio de las labores que realiza el departamento de máquinas sobre la gestión del mantenimiento en la máquina principal.

Con respecto al cuarto objetivo específico el cual se basó en identificar acciones que tomaron en cuenta para poder disminuir la presencia de finos catalíticos en la máquina principal se puede establecer que no existen acciones concretas para frenar dicha concentración que afecta de manera directa a los componentes del motor principal, por lo tanto, en la actualidad no existen estrategias que definan que existe una preocupación por una problemática que tal vez podría agudizarse por los objetivos de minimizar la concentración de azufre de los combustibles marinos residuales intermedios que son utilizados en los buques mercantes que realizan cabotaje en el Perú y que son los que utilizan combustible nacional. Si bien es cierto, existe una alternativa de poder utilizar un sensor que detecte los polvos catalíticos, no existe una apreciación común en los oficiales de máquinas para con su aplicación, lo cual enmarca que no se tenga muy en cuenta las graves afectaciones físicas que podrían afectar a los componentes del motor principal, y en consecuencia a las afectaciones económicas que podrían surgir de tales situaciones.

Es así que, se puede establecer que existe la necesidad de fomentar mayor conocimiento en los actores que forman parte de la columna vertebral para dar cumplimiento a las normas que buscan minimizar la concentración de azufre de los combustibles, sobre los cuales proveedores y operadores de los buques compartan información para mejorar las estrategias que puedan aplicarse para minimizar y reducir las concentraciones de finos catalíticos en el motor de los buques que realizan cabotaje en aguas peruanas y son los que consumen combustibles de procedencia nacional.

Los finos catalíticos probablemente podrían aumentar en los combustibles que se comercializan, ya que como se explicó en párrafos anteriores, constituye una forma de cómo reducir el porcentaje de azufre de los combustibles para cumplir con el límite de azufre en beneficio del medio ambiente y la salud humana, sin embargo, es importante que se reflexione sobre el otro factor perjudicial que representa un efecto negativo para los motores de los buques como lo son los daños que han sido evidenciados en los casos que se pudieron recabar y que solo un análisis minucioso podría dar cuenta de dichas deficiencias, garantizando de esta manera la operatividad y buen estado de los componentes que los finos catalíticos suelen afectar en la máquina principal.

5.3. Recomendaciones

Se proponen las siguientes recomendaciones acordes con los hallazgos obtenidos en concordancia con los objetivos específicos:

Se recomienda que los proveedores de combustible marinos proveen mayor información al sector del transporte marítimo nacional sobre las condiciones concretas sobre la producción de residuales intermedios que proveen a los buques, sus características y los estándares internacionales que supervisan su producción, de tal manera que se comparta información con los usuarios y/o compradores finales para fines que pueden ser convenientes dentro de la gestión operacional del buque.

Establecer actividades investigativas en razón de proporcionar mayor información en el contexto nacional sobre la presencia de finos catalíticos en los combustibles que utilizan los buques mercantes, poniendo atención en las actividades que las refinerías suelen realizar con el fin de minimizar los límites de azufre establecidos y la otra parte del uso y verificación que se lleva a cabo en los buques mercantes, lo cual conllevará a disponer de una información integral en los combustibles residuales marinos intermedios.

Realizar inspecciones rigurosas, las cuales deben ser llevado por personal competente en asuntos relacionados con temas de prevención de la contaminación atmosférica, en particular las emisiones de óxidos de azufre ocasionados por los buques, los cuales estén a cargo de la Autoridad Marítima Nacional, de tal manera que se garantice la calidad del combustible en su trazabilidad desde que sale de las

refinerías hasta que llega al buque, lo que en suma representaría acciones en cumplimiento con el rol de suma importancia del Estado como Parte del Protocolo de 1997 en virtud del cumplimiento de las reglas sobre prevención de la contaminación atmosférica ocasionado por los buques.

A las compañías navieras realizar procedimientos y/o establecer buenas prácticas que conlleven en primera instancia a capacitar a sus oficiales sobre dicha problemática y determinar acciones que busquen reducir y/o eliminar la presencia de los finos catalíticos en la máquina principal en los buques mercantes que suelen realizar cabotaje en la jurisdicción marítima nacional, por las repercusiones que pueden ser ocasionadas las cuales han sido expuestas en el presente informe de tesis.

FUENTES DE INFORMACIÓN

Referencias bibliográficas

Barchue, L. (1991). *Un enfoque práctico para el uso eficiente de fuelóleos pesados en motores diésel*. Universidad Marítima Mundial, Suecia.

Corma, C., Casas, M, & Martínez, J. (1996). *Procedimiento de preparación de catalizadores a base de zeolitas tratadas como ácido fosfórico, útiles para su aplicación en unidades de craqueo catalítico*. Oficina Española de Patentes y Marcas, España.

El Comité Joint Hull. (2013). *Daño en motores marinos debido a finos catalíticos en el combustible*. JHC Report, Sudáfrica.

Hernández, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación* (1era ed.). México: Mc Graw Hill.

Jinliang, Y. (1998). *Contaminación atmosférica por motores diésel marinos y su aplicación en el MET (Educación y formación marítima)*. Universidad Marítima Mundial, Suecia.

MAN Diesel y Turbo. (2017). *Finos catalíticos, su impacto en el desgaste del motor y como reducirlos*. Ingeniería del Futuro, Alemania.

Moreno, J. (2013). *Estudio sobre la prevención de emisión de gases en buques aplicado a un cementero*. Universidad Politécnica de Cartagena, España.

OMI. (2017). *MARPOL Edición Refundida*. Londres: CPI Group.

Peña, H. (2016). *Medidas para la reducción de gases contaminantes en motores marinos*. Universidad de la Coruña, España.

Vara, A. (2015). *7 Pasos para elaborar una tesis*. Perú: Editorial Macro.

Vukesivic, M., Racic, N., & Ivosevic, S. (2017). *Material del anillo de pistón en un motor de dos tiempos que sostiene el desgaste debido a finos catalíticos*. Universidad de Maribor, Eslovenia.

Referencias electrónicas

Alfa Laval. (2019). *Combustibles marinos en la nueva era de bajo azufre*. Recuperado de https://www.alfalaval.es/industrias/marina-y-transporte/marina/tratamiento-de-combustible/fuel-line/marine-fuels-in-the-low-sulphur-era/

Asociación Peruana de Agentes Marítimos. (2019). *El combustible que viene*. Recuperado de https://www.apam-peru.com/web/el-combustible-que-viene/

CIMAC. (2006). *Recomendaciones concernientes al diseño de las plantas de tratamiento para los combustibles pesados para motores diésel*. Recuperado de https://www.cimac.com/

CIMAC. (2015). *Tratamiento del filtro de combustibles residuales*. Recuperado de https://www.cimac.com/

Geoxnet. (2014). *Zeolitas*. Recuperado https://post.geoxnet.com/

IACS. (2017). *Recomendaciones para los sistemas de tratamiento de combustibles para motores diésel marinos*. Recuperado de http://www.iacs.org.uk/download/7325

Hill, P. (2017). *Combustibles marinos y finos catalíticos*. Recuperado de https://docplayer.net/85003777-Bunkers-cat-fines-paul-hill-marine-engineer-managing-director-europe-africa-the-current-issues-and-what-the-future-might-look-like.html

ISO. (2019). Organización Internacional de Normalización. Recuperado de https://www.iso.org/home.html

MAN. (2018). *Combustible 2020 – Azufre*. Recuperado de https://ww2.eagle.org/

Machado, C. *El impacto de las zeolitas en la industria de refinación del petróleo*. Recuperado de https://panchomachado.wordpress.com/2014/12/31/el-impacto-de-las-zeolitas-en-la-industria-de-refinacion-del-petroleo/

Mariners Tamil. (2019). *Sistema de combustibles marinos en los buques*. Recuperado de https://www.youtube.com/watch?v=Hi1_QZs2SO0

Meech, R. (2017). *Demanda de combustibles*. Recuperado de https://docplayer.net/85003777-Bunkers-cat-fines-paul-hill-marine-engineer-managing-director-europe-africa-the-current-issues-and-what-the-future-might-look-like.html

MEPC. (2018). *Orientaciones sobre las mejores prácticas para los proveedores de fueloil a fin de garantizar la calidad del fueloil entregado a los buques*. Recuperado de https://www.imo.org/es/MediaCentre/PressBriefings/Paginas/24-sulphur-2020-symposium.aspx

MEPC. (2019). *Directrices de 2019 para 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). *IMO Instruments*. Recuperado de https://www.imo.org/es/MediaCentre/PressBriefings/Paginas/24-sulphur-2020-symposium.aspx

Organización de Países Exportadores de Petróleo (2019). *Combustibles marinos y craqueo catalítico*. Recuperado de https://www.opec.org/opec_web/en/publications/76.htm

Whankhede, A. (2019). *Combustibles marinos pesados (HFO) para buques, propiedades, retos y métodos de* tratamiento*.* Recuperado de https://www.marineinsight.com/tech/marine-heavy-fuel-oil-hfo-for-ships-properties-challenges-and-treatment-methods/

ANEXOS

ANEXO 1

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO: FINOS CATALÍTICOS Y SU INFLUENCIA EN EL DESGASTE DE LOS COMPONENTES DE LA MÁQUINA PRINCIPAL DE UN BUQUE MERCANTE: UNA APROXIMACIÓN CUALITATIVA DESDE LA PERSPECTIVA DE PROVEEDORES Y USUARIOS FINALES DE COMBUSTIBLES MARINOS RESIDUALES INTERMEDIOS VINCULADOS AL TRANSPORTE MARÍTIMO PERUANO.

AUTORES: Bachiller en Ciencias Marítimas: GUTIERREZ Navarro, Luis Alberto – MONTES Quispe, Cristhian Joseph

PROBLEMA	**OBJETIVOS**	**CATEGORÍA DE ANÁLISIS**
Problema general ¿Cuál es la acción de los finos catalíticos en el desgaste de los componentes de la máquina principal de un buque mercante desde la perspectiva de proveedores y usuarios finales de combustibles marinos residuales intermedios vinculados al transporte marítimo peruano? **Problemas específicos** ¿En qué condiciones se producen los combustibles marinos residuales intermedios en las refinerías del Perú? ¿Cómo se producen los finos catalíticos en el combustible marino residual intermedio que consumen los buques mercantes y qué afectación tiene en razón con el desgaste de los componentes de la máquina principal? ¿Cómo es la trazabilidad respecto a las medidas que se establecen para garantizar la calidad de combustible marino residual intermedio desde el proveedor al	**Objetivo general** Conocer la acción de los finos catalíticos en el desgaste de los componentes de la máquina principal de un buque mercante desde la perspectiva de proveedores y usuarios finales de combustibles marinos residuales intermedios vinculados al transporte marítimo peruano. **Objetivos específicos** Conocer bajo qué condiciones se producen los combustibles marinos residuales intermedios en las refinerías del Perú. Comprender cómo se producen los finos catalíticos en el combustible marino residual intermedio que consumen los buques mercantes y qué afectación tiene en razón con el desgaste de los componentes de la máquina principal. Conocer cómo es la trazabilidad respecto a las medidas que se establecen para garantizar la calidad del combustible marino residual	Finos catalíticos en el desgaste de los componentes de la máquina principal de un buque mercante por consumo de combustibles residuales intermedios **SUBCATEGORÍAS DE ANÁLISIS** -Condiciones de producción de combustible marinos residuales intermedios -Presencia de finos catalíticos en el combustible marino residual intermedio y afectación en razón con el desgaste de los componentes de la máquina principal -Trazabilidad respecto a las medidas que garantizan la calidad del combustible marino residual intermedio desde el proveedor al comprador/ usuario final -Acciones para disminuir y/o eliminar la presencia de finos catalíticos en la máquina principal **MUESTRA** No probabilística en cadena o bola de nivele compuesta por: -04 Ingenieros petroquímicos quienes laboran en refinerías peruanas.

comprador/usuario final en cumplimiento con la normativa de azufre OMI 2020? ¿Cuáles son las acciones que se toman en cuenta para disminuir y/o eliminar la presencia de finos catalíticos en la máquina principal?	intermedio desde el proveedor al comprador/usuario final en cumplimiento con la normativa de azufre OMI 2020. Identificar qué acciones se toman en cuenta para disminuir y/o eliminar la presencia de finos catalíticos en la maquina principal.	-07 jefes de máquina vinculados a la operación de buques que realizan cabotaje en el Perú. -01 Superintendente de Flota de una naviera peruana. -05 unidades documentales vinculadas al tema de estudio. **METODOLOGÍA** Ruta: Cualitativa Tipo: Básica Nivel: Exploratorio Diseño: Fenomenológico (Hernández y Mendoza, 2018; Vara, 2015) **PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN** Se aplicó técnicas de corte y captura de palabras claves en contexto utilizando el software de análisis cualitativo QDA Miner. Así también, se realizó análisis de contenido a las unidades documentales vinculadas al tema de estudio. Por último se aplicó el método de la triangulación de la información correspondiente a cada subcategoría de análisis con lo que se responde al objetivo de estudio.

ANEXO 2

GUÍAS DE ENTREVISTAS APLICADOS A MUESTRA POR RASTREO COMPUESTO POR SUJETOS

GUÍA DE ENTREVISTA APLICADO A INGENIEROS PETROQUÍMICOS (PROVEEDORES) QUIENES LABORAN EN REFINERÍAS PERUANAS

Fecha: _____
Lugar: _____
Entrevistadores:
_____
Entrevistado: _____

PREGUNTAS

Condiciones de producción de combustibles marinos residuales intermedios

1. ¿Cuántas refinerías proveen combustibles marinos pesados en el Perú?
2. ¿Qué tipo de combustibles marinos residuales son producidos en las refinerías peruanas?
3. ¿Qué especificaciones se toman en cuenta para la producción de combustibles pesados?
4. ¿Se toma conocimiento sobre las directrices de 2019 para implantación uniforme del límite del contenido de azufre del 0.50 % en virtud del Anexo VI del Convenio MARPOL?
5. ¿Qué tipo específico de combustible marino residual se suelen comprar los buques para su consumo en el Perú?
6. ¿Los combustibles marinos producidos a nivel nacional cumplen con los límites de azufre de 0.50 % masa/masa?
7. ¿Qué lineamientos o recomendaciones se toma en cuenta para cumplir con el límite de azufre?
8. ¿Cómo es el proceso de producción de los combustibles marino pesado referido para cumplir con el límite de azufre establecido de 0.50 % masa/masa?

Presencia de finos catalíticos en el combustible marino residual intermedio y afectación en razón con el desgaste de los componentes de la maquina principal

9. ¿Qué tipo de catalizador es utilizado en el proceso de refinamiento de los combustibles marinos pesados?
10. ¿Se toman en cuenta lo establecido por el marco legal de carácter obligatorio y recomendatorio del transporte marítimo establecido por OMI para cumplir con la producción de combustibles residuales?
11. ¿Es considerado el catalizador utilizado como un aditivo, un ácido inorgánico, un desecho químico, o un mineral?

12. ¿Por qué existe presencia de finos catalíticos en los combustibles residuales marinos?
13. ¿Cómo podría disminuirse la presencia de polvos catalíticos en los combustibles residuales marinos?
14. ¿Qué recomendaciones podría establecer para los operadores de los buques respecto la presencia de polvos catalíticos en el combustible?
15. ¿Qué afectación producen los polvos catalíticos en la máquina principal de un buque?
16. ¿Cuál es el límite permitido de polvos catalíticos en el combustible que se suministra?
17. ¿Suelen tener alguna inspección por parte de Autoridades Marítimas Nacionales con asuntos relacionados al uso y verificación de combustibles marinos pesados que consumen los buques?

Trazabilidad respecto a las medidas que garantizan la calidad del combustible marino residual intermedio desde el proveedor al comprador/usuario final.

18. ¿Cómo se verifica la calidad del combustible antes que salga de la refinería?
19. ¿Cuál es la cadena de distribución de los combustibles marinos proporcionados a nivel nacional?
20. ¿Se toman en consideración la ISO 13739 por parte de los proveedores para poder transferir los combustibles a los buques?
21. ¿Qué alcances brinda la ISO 13739 para el abastecimiento de combustible en los buques?
22. ¿Los combustibles que se proveen cumplen con la norma ISO 8217?
23. ¿Qué tipo de muestreos se realiza para verificar que el combustible cumple con las especificaciones de acuerdo a lo establecido en el Convenio MARPOL y la ISO 8217?
24. ¿Cómo se lleva a cabo los muestreos por parte del proveedor?
25. ¿Cómo se lleva a cabo los muestreos por parte del buque?
26. ¿Quién es el ente encargado de inspeccionar que se cumpla con las especificaciones en razón de los combustibles que se proveen a los buques por parte de los proveedores a nivel nacional?

GUÍA DE ENTREVISTA APLICADO A JEFE DE MÁQUINAS Y SUPERINTENDENTE DE FLOTA QUIENES NAVEGAN EN BUQUES QUE REALIZAN CABOTAJE EN EL PERÚ

Fecha: _____
Lugar: _____
Entrevistadores:
_____
Entrevistado:
_____
PREGUNTAS

Presencia de finos catalíticos en el combustible marino residual intermedio y afectación en razón con el desgaste de los componentes de la maquina principal.

9. ¿Qué tipo de catalizador es utilizado en el proceso de refinamiento de los combustibles marinos pesados?
10. ¿Se toman en cuenta lo establecido por el marco legal de carácter obligatorio y recomendatorio del transporte marítimo establecido por OMI para cumplir con la producción de combustibles residuales?
11. ¿Es considerado el catalizador utilizado como un aditivo, un ácido inorgánico, un desecho químico, o un mineral?
12. ¿Por qué existe presencia de finos catalíticos en los combustibles residuales marinos?
13. ¿Cómo podría disminuirse la presencia de polvos catalíticos en los combustibles residuales marinos?
14. ¿Qué recomendaciones podría establecer para los operadores de los buques respecto la presencia de polvos catalíticos en el combustible?
15. ¿Qué afectación producen los polvos catalíticos en la máquina principal de un buque?
16. ¿Cuál es el límite permitido de polvos catalíticos en el combustible que se suministra?
17. ¿Suelen tener alguna inspección por parte de Autoridades Marítimas Nacionales con asuntos relacionados al uso y verificación de combustibles marinos pesados que consumen los buques?

Trazabilidad respecto a las medidas que garantizan la calidad del combustible marino residual intermedio desde el proveedor al comprador/usuario final

18. ¿Cómo se verifica la calidad del combustible antes que salga de la refinería?
19. ¿Cuál es la cadena de distribución de los combustibles marinos proporcionados a nivel nacional?
20. ¿Se toman en consideración la ISO 13739 por parte de los proveedores para poder transferir los combustibles a los buques?
21. ¿Qué alcances brinda la ISO 13739 para el abastecimiento de combustible en los buques?

22. ¿Los combustibles que se proveen cumplen con la norma ISO 8217?
23. ¿Qué tipo de muestreos se realiza para verificar que el combustible cumple con las especificaciones de acuerdo a lo establecido en el Convenio MARPOL y la ISO 8217?
24. ¿Cómo se lleva a cabo los muestreos por parte del proveedor?
25. ¿Cómo se lleva a cabo los muestreos por parte del buque?
26. ¿Quién es el ente encargado de inspeccionar que se cumpla con las especificaciones en razón de los combustibles que se proveen a los buques por parte de los proveedores a nivel nacional?

Acciones para para disminuir y/o eliminar la presencia de finos catalíticos en la máquina principal

27. ¿Qué entiende usted por finos o polvos catalíticos?
28. ¿Ha tenido alguna experiencia cercana con los finos catalíticos a bordo del buque?
29. ¿Según su experiencia, qué partes de la máquina principal son afectados por los polvos catalíticos?
30. ¿Existe información sobre los finos catalíticos y su influencia en el desgaste del motor principal de los buques en el contexto nacional?
31. ¿Ha realizado el “Iron Test” al “Cylinder Oil” a la máquina principal?
32. ¿Considera importante la implementación de un sensor para detectar a los polvos catalíticas en la maquina principal?
33. ¿Existe alguna información provista por la compañía respecto a acciones que se pueden tomar en cuenta para minimizar o evitar la presencia de finos catalíticos en el combustible?

ANEXO 3

VALIDEZ DEL PROCESO INVESTIGATIVO A CARGO DE JUECES EXPERTOS

ENAMM
ALMIRANTE MIGUEL GRAU

ESCUELA NACIONAL DE MARINA MERCANTE "ALMIRANTE MIGUEL GRAU"

PROGRAMA ACADEMICO DE MARINA MERCANTE:

ESPECIALIDAD DE MÁQUINAS

FINOS CATALÍTICOS Y SU INFLUENCIA EN EL DESGASTE DE LOS COMPONENTES DE LA MÁQUINA PRINCIPAL DE UN BUQUE MERCANTE: UNA APROXIMACIÓN CUALITATIVA DESDE LA PERSPECTIVA DE PROVEEDORES Y USUARIOS FINALES DE COMBUSTIBLES MARINOS RESIDUALES INTERMEDIOS VINCULADOS AL TRANSPORTE MARÍTIMO PERUANO

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

Instrucciones generales:

A continuación, se plantean una serie de preguntas, las cuales se corresponden con los objetivos específicos contenidos en el informe de tesis. Así también se exponen las unidades documentales los cuales dan mayor soporte de acuerdo a cada subcategoría de análisis establecida apriorísticamente.

Para establecer la validez de contenido de la guía de entrevista y las unidades de información señaladas se le ha suministrado un mapa de la categoría de análisis, en la cual se especifica la relación entre cada objetivo, subcategoría, indicadores, preguntas y unidades documentales.

Para emitir su juicio encontrará la tabla de evaluación específica, dentro de la cual se establecieron un conjunto de parámetros o criterios de evaluación que permitirán el análisis de cada uno de los indicadores según los ítems propuestos en la guía de entrevista y las unidades de información establecidas.

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 Gutiérrez Navarro, Luis Alberto
Bachiller en Ciencias Marítimas Montes Quispe, Cristhian Joseph

Operacionalización de la categoría

Objetivo general: Conocer la acción de los finos catalíticos en el desgaste de los componentes de la maquina principal de un buque mercante desde la perspectiva de los proveedores y usuarios finales de combustible marinos residuales intermedios vinculados al transporte marítimo peruano

				ENTREVISTA	DOCUMENTACIÓN
Objetivos específicos	**Categoría de análisis**	**Subcategorías**	**Indicadores**	**Ítems**	**Fuentes**
Conocer bajo qué condiciones se producen los combustibles marinos residuales intermedios en las refinerías del Perú.	Finos catalíticos en el desgaste de los componentes de la maquina	Condiciones de producción de combustibles marinos residuales intermedios	Refinerías en el Perú	1. ¿Cuántas refinerías proveen combustibles marinos pesados en el Perú?	1. Refinerías en el Perú – Ministerio de Energía y Minas
			Combustibles pesados producidos	2. ¿Qué tipo de combustibles marinos residuales son producidos en las refinerías peruanas? 3. ¿Qué especificaciones se toman en cuenta para la producción de combustibles pesados?	2. ISO 8217:2017 Productos del petróleo – Combustibles (clase F) – Especificaciones de combustibles marinos
			MEPC.320(74)	4. ¿Se toma conocimiento sobre las directrices de 2019 para implantación uniforme del límite del contenido de azufre del 0.50 % en virtud del Anexo VI del Convenio MARPOL?	
			Combustible marino residual comprado	5. ¿Qué tipo específico de combustible marino residual utilizan suelen comprar los buques para su consumo en el Perú?	
			Límite de azufre permitido	6. ¿Los combustibles marinos producidos a nivel nacional cumplen con los límites de azufre de 0?50 % masa/masa? 7. ¿Qué lineamientos o recomendaciones se toma en cuenta para cumplir con el límite de azufre?	
			Proceso de producción	8. ¿Cómo es el proceso de producción de los combustibles marino pesado referido para cumplir con el límite de azufre establecido de 0.50 % masa/masa?	
Comprender como se producen los finos catalíticos en el combustible marino residual intermedio que consumen los buques mercantes y que afectación tiene en razón con el desgaste de los componentes de la maquina principal		Presencia de finos catalíticos en el combustible marino residual intermedio y afectación en razón con el desgaste de los componentes de la maquina principal	Tipo de catalizador	9. ¿Qué tipo de catalizador es utilizado en el proceso de refinamiento de los combustibles marinos pesados?	
			Marco legal OMI	10. ¿Se toman en cuenta lo establecido por el marco legal de carácter obligatorio y recomendatorio del transporte marítimo establecido por OMI para cumplir con la producción de combustibles residuales?	
			Denominación de los catalizadores	11. ¿Es considerado el catalizador utilizado como un aditivo, un ácido inorgánico, un desecho químico, o un mineral?	
			Presencia de finos catalíticos	12. ¿Por qué existe presencia de finos catalíticos en los combustibles residuales marinos?	3.Reporte sobre casos vinculados a finos catalíticos en motores marinos de MAN Diésel & Turbo
				13. ¿Cómo podría disminuirse la presencia de polvos catalíticos en los combustibles residuales marinos?	
				14. ¿Qué recomendaciones podría establecer para los operadores de los buques respecto la presencia de polvos catalíticos en el combustible?	
				15. ¿Qué afectación producen los polvos catalíticos en la máquina principal de un buque?	
				16. ¿Cuál es el límite permitido de polvos catalíticos en el combustible que se suministra?	

	principal de un buque mercante por consumo de combustibles residuales intermedios.		Inspecciones	17. ¿Suelen tener alguna inspección por parte de Autoridades Marítimas Nacionales con asuntos relacionados al uso y verificación de combustibles marinos pesados que consumen los buques?	
Conocer como es la trazabilidad respecto a las medidas que se establecen para garantizar la calidad del combustible marino residual intermedio desde el oveedor al comprador/usuario final cumplimiento con la normativa de azufre OMI 2020?		Trazabilidad respecto a las medidas que garantizan la calidad del combustible marino residual intermedio desde el proveedor al comprador/usuario final.	Verificación de la calidad del combustible en refinería	18. ¿Cómo se verifica la calidad del combustible antes que salga de la refinería?	
			Cadena de distribución	19. ¿Cuál es la cadena de distribución de los combustibles marinos proporcionados a nivel nacional?	
			ISO 13739	20. ¿Se toman en consideración la ISO 13739 por parte de los proveedores para poder transferir los combustibles a los buques? 21. ¿Qué alcances brinda la ISO 13739 para el abastecimiento de combustible en los buques?	
			ISO 8217	22. ¿Los combustibles que se proveen cumplen con la norma ISO 8217?	
			Muestreo	23. ¿Qué tipo de muestreos se realiza para verificar que el combustible cumple con las especificaciones de acuerdo a lo establecido en el Convenio MARPOL y la ISO 8217?	
				24. ¿Cómo se lleva a cabo los muestreos por parte del proveedor?	
				25. ¿Cómo se lleva a cabo los muestreos por parte del buque?	
			Inspecciones	26. ¿Quién es el ente encargado de inspeccionar que se cumpla con las especificaciones en razón de los combustibles que se proveen a los buques por parte de los proveedores a nivel nacional?	
dentificar qué acciones se toman en cuenta para disminuir y/o eliminar la presencia de finos atalíticos en la máquina principal.		Acciones para para disminuir y/o eliminar la presencia de finos catalíticos en la máquina principal	Conocimientos de los finos catalíticos	27. ¿Qué entiende usted por finos o polvos catalíticos?	
			Experiencia con finos catalíticos	28.¿Ha tenido alguna experiencia cercana con los finos catalíticos a bordo del buque?	
			Afectación en la máquina principal por parte de los polvos catalíticos	29. ¿Según su experiencia, qué partes de la máquina principal son afectados por los polvos catalíticos?	4. CIMAC Recomendación 25: Recomendaciones concernientes al diseño de las plantas de tratamiento para los combustibles pesados para motores diésel 5. Directrices de 2019 para la implantación uniforme del límite del contenido de azufre del 0.50 % en virtud del Anexo VI del Convenio MARPOL – Resolución MEPC.320(74)
			Información en el contexto nacional sobre finos catalíticos	30. ¿Existe información sobre los finos catalíticos y su influencia en el desgaste del motor principal de los buques en el contexto nacional?	
			Iron Test	31. ¿Ha realizado el "Iron Test" al "Cylinder Oil" a la máquina principal?	
			Sensor para detectar polvos catalíticos	32. ¿Considera importante la implementación de un sensor para detectar a los polvos catalíticas en la maquina principal?	
			Acciones por parte de la gestión de las compañías	33. ¿Existe alguna información provista por la compañía respecto a acciones que se pueden tomar en cuenta para minimizar o evitar la presencia de finos catalíticos en el combustible?	

FINOS CATALÍTICOS Y SU INFLUENCIA EN EL DESGASTE DE LA MÁQUINA PRINCIPAL DE UN BUQUE MERCANTE: UNA APROXIMACIÓN CUALITATIVA DESDE LA PERSPECTIVA DE PROVEEDORES Y USUARIOS FINALES DE COMBUSTIBLES MARINOS RESIDUALES VINCULADOS AL TRANSPORTE MARÍTIMO PERUANO

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									✓
19									✓
20									✓
21									✓
22									✓
23									✓
24									✓
25									✓
26									✓
27									✓
28									✓
29									✓
30									✓
31									✓
32									✓

33									✓

Observaciones: LAS PREGUNTAS SON PERTINENTES

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. Refinerías en el Perú – Ministerio de Energía y Minas	✓		
2. ISO 8217:2017 Productos del petróleo – Combustibles (clase F) – Especificaciones de combustibles marinos	✓		
3.Reporte sobre casos vinculados a finos catalíticos en motores marinos de MAN Diésel & Turbo	✓		
4. CIMAC Recomendación 25: Recomendaciones concernientes al diseño de las plantas de tratamiento para los combustibles pesados para motores diésel	✓		
5. Directrices de 2019 para la implantación uniforme del límite del contenido de azufre del 0.50 % en virtud del Anexo VI del Convenio MARPOL – Resolución MEPC.320(74)	✓		

Acotaciones: LOS DOCUMENTOS GUARDAN RELACIÓN CON EL OBSETIVO DE ESTUDIO POR LO TANTO SE SUGIERE SU USO.

Evaluación General

1. ¿La búsqueda de la información se corresponden con la categoría de análisis?
   SI.
2. ¿La guía de entrevista y las fuentes de información establecidas permiten alcanzar el objetivo de la investigación?
   SI.
3. Recomendaciones para mejorar la guía de entrevista
   BUSCAR QUE EL ENTREVISTADO PROPORCIONE INFORMACIÓN RELEVANTE PARA VERIFICAR EL MAYOR RESPECTO A LA VALIDEZ
4. Recomendaciones generales para la investigación que se realiza
   ESTABLECER LOS RESULTADOS DE MANERA COHERENTE

Nombre completo : CABALLERO HERRERA DANIEL BENJAMIN
Profesión : MARINO MERCANTE
Grado académico : SUPERIOR
Características que lo determinan como experto:

MARINO MERCANTE, OFICIAL DE MAQUINAS. EXPERIENCIA LABORAL DESDE EL 2013 EN EL AMBITO MARITIMO. ENCARGADO DE LA PROPULSIÓN DEL BUQUE Y EQUIPOS AUXILIARES.

EXPERIENCIA CON PLANTAS DE GENERACION DE GAS INERTE, MOTORES AUXILIARES, PURIFICADORAS, MOTOR PRINCIPAL, BOMBAS EN GENERAL, COMPRESORES DE AIRE, BOMBAS FRAMO, BOMBAS A TURBINA.

Firma
DNI 45984474
Fecha: 09/03/2020

ENAMM
ALMIRANTE MIGUEL GRAU

ESCUELA NACIONAL DE MARINA MERCANTE "ALMIRANTE MIGUEL GRAU"

PROGRAMA ACADEMICO DE MARINA MERCANTE:

ESPECIALIDAD DE MÁQUINAS

FINOS CATALÍTICOS Y SU INFLUENCIA EN EL DESGASTE DE LOS COMPONENTES DE LA MÁQUINA PRINCIPAL DE UN BUQUE MERCANTE: UNA APROXIMACIÓN CUALITATIVA DESDE LA PERSPECTIVA DE PROVEEDORES Y USUARIOS FINALES DE COMBUSTIBLES MARINOS RESIDUALES INTERMEDIOS VINCULADOS AL TRANSPORTE MARÍTIMO PERUANO

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

Instrucciones generales:

A continuación, se plantean una serie de preguntas, las cuales se corresponden con los objetivos específicos contenidos en el informe de tesis. Así también se exponen las unidades documentales los cuales dan mayor soporte de acuerdo a cada subcategoría de análisis establecida apriorísticamente.

Para establecer la validez de contenido de la guía de entrevista y las unidades de información señaladas se le ha suministrado un mapa de la categoría de análisis, en la cual se especifica la relación entre cada objetivo, subcategoría, indicadores, preguntas y unidades documentales.

Para emitir su juicio encontrará la tabla de evaluación específica, dentro de la cual se establecieron un conjunto de parámetros o criterios de evaluación que permitirán el análisis de cada uno de los indicadores según los ítems propuestos en la guía de entrevista y las unidades de información establecidas.

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 Gutiérrez Navarro, Luis Alberto
Bachiller en Ciencias Marítimas Montes Quispe, Cristhian Joseph

Operacionalización de la categoría

Objetivo general: Conocer la acción de los finos catalíticos en el desgaste de los componentes de la maquina principal de un buque mercante desde la perspectiva de los proveedores y usuarios finales de combustible marinos residuales intermedios vinculados al transporte marítimo peruano

				ENTREVISTA	DOCUMENTACIÓN
Objetivos específicos	**Categoría de análisis**	**Subcategorías**	**Indicadores**	**Ítems**	**Fuentes**
Conocer bajo qué condiciones se producen los combustibles marinos residuales intermedios en las refinerías del Perú.	Finos catalíticos en el desgaste de los componentes de la maquina	Condiciones de producción de combustibles marinos residuales intermedios	Refinerías en el Perú	1. ¿Cuántas refinerías proveen combustibles marinos pesados en el Perú?	1. Refinerías en el Perú – Ministerio de Energía y Minas
			Combustibles pesados producidos	2. ¿Qué tipo de combustibles marinos residuales son producidos en las refinerías peruanas? 3. ¿Qué especificaciones se toman en cuenta para la producción de combustibles pesados?	2. ISO 8217:2017 Productos del petróleo – Combustibles (clase F) – Especificaciones de combustibles marinos
			MEPC.320(74)	4. ¿Se toma conocimiento sobre las directrices de 2019 para implantación uniforme del límite del contenido de azufre del 0.50 % en virtud del Anexo VI del Convenio MARPOL?	
			Combustible marino residual comprado	5. ¿Qué tipo específico de combustible marino residual utilizan suelen comprar los buques para su consumo en el Perú?	
			Límite de azufre permitido	6. ¿Los combustibles marinos producidos a nivel nacional cumplen con los límites de azufre de 0?50 % masa/masa? 7. ¿Qué lineamientos o recomendaciones se toma en cuenta para cumplir con el límite de azufre?	
			Proceso de producción	8. ¿Cómo es el proceso de producción de los combustibles marino pesado referido para cumplir con el límite de azufre establecido de 0.50 % masa/masa?	
Comprender como se producen los finos catalíticos en el combustible marino residual intermedio que consumen los buques mercantes y que afectación tiene en razón con el desgaste de los componentes de la maquina principal		Presencia de finos catalíticos en el combustible marino residual intermedio y afectación en razón con el desgaste de los componentes de la maquina principal	Tipo de catalizador	9. ¿Qué tipo de catalizador es utilizado en el proceso de refinamiento de los combustibles marinos pesados?	
			Marco legal OMI	10. ¿Se toman en cuenta lo establecido por el marco legal de carácter obligatorio y recomendatorio del transporte marítimo establecido por OMI para cumplir con la producción de combustibles residuales?	
			Denominación de los catalizadores	11. ¿Es considerado el catalizador utilizado como un aditivo, un ácido inorgánico, un desecho químico, o un mineral?	
			Presencia de finos catalíticos	12. ¿Por qué existe presencia de finos catalíticos en los combustibles residuales marinos?	3.Reporte sobre casos vinculados a finos catalíticos en motores marinos de MAN Diésel & Turbo
				13. ¿Cómo podría disminuirse la presencia de polvos catalíticos en los combustibles residuales marinos?	
				14. ¿Qué recomendaciones podría establecer para los operadores de los buques respecto la presencia de polvos catalíticos en el combustible?	
				15. ¿Qué afectación producen los polvos catalíticos en la máquina principal de un buque?	
				16. ¿Cuál es el límite permitido de polvos catalíticos en el combustible que se suministra?	

	principal de un buque mercante por consumo de combustibles residuales intermedios.		Inspecciones	17. ¿Suelen tener alguna inspección por parte de Autoridades Marítimas Nacionales con asuntos relacionados al uso y verificación de combustibles marinos pesados que consumen los buques?	
Conocer como es la trazabilidad respecto a las medidas que se establecen para garantizar la calidad del combustible marino residual intermedio desde el oveedor al comprador/usuario final n cumplimiento con la normativa de azufre OMI 2020?		Trazabilidad respecto a las medidas que garantizan la calidad del combustible marino residual intermedio desde el proveedor al comprador/usuario final.	Verificación de la calidad del combustible en refinería	18. ¿Cómo se verifica la calidad del combustible antes que salga de la refinería?	
			Cadena de distribución	19. ¿Cuál es la cadena de distribución de los combustibles marinos proporcionados a nivel nacional?	
			ISO 13739	20. ¿Se toman en consideración la ISO 13739 por parte de los proveedores para poder transferir los combustibles a los buques? 21. ¿Qué alcances brinda la ISO 13739 para el abastecimiento de combustible en los buques?	
			ISO 8217	22. ¿Los combustibles que se proveen cumplen con la norma ISO 8217?	
			Muestreo	23. ¿Qué tipo de muestreos se realiza para verificar que el combustible cumple con las especificaciones de acuerdo a lo establecido en el Convenio MARPOL y la ISO 8217?	
				24. ¿Cómo se lleva a cabo los muestreos por parte del proveedor?	
				25. ¿Cómo se lleva a cabo los muestreos por parte del buque?	
			Inspecciones	26. ¿Quién es el ente encargado de inspeccionar que se cumpla con las especificaciones en razón de los combustibles que se proveen a los buques por parte de los proveedores a nivel nacional?	
dentificar qué acciones se toman en cuenta para disminuir y/o eliminar la presencia de finos catalíticos en la máquina principal.		Acciones para para disminuir y/o eliminar la presencia de finos catalíticos en la máquina principal	Conocimientos de los finos catalíticos	27. ¿Qué entiende usted por finos o polvos catalíticos?	
			Experiencia con finos catalíticos	28.¿Ha tenido alguna experiencia cercana con los finos catalíticos a bordo del buque?	
			Afectación en la máquina principal por parte de los polvos catalíticos	29. ¿Según su experiencia, qué partes de la máquina principal son afectados por los polvos catalíticos?	4. CIMAC Recomendación 25: Recomendaciones concernientes al diseño de las plantas de tratamiento para los combustibles pesados para motores diésel 5. Directrices de 2019 para la implantación uniforme del límite del contenido de azufre del 0.50 % en virtud del Anexo VI del Convenio MARPOL – Resolución MEPC.320(74)
			Información en el contexto nacional sobre finos catalíticos	30. ¿Existe información sobre los finos catalíticos y su influencia en el desgaste del motor principal de los buques en el contexto nacional?	
			Iron Test	31. ¿Ha realizado el "Iron Test" al "Cylinder Oil" a la máquina principal?	
			Sensor para detectar polvos catalíticos	32. ¿Considera importante la implementación de un sensor para detectar a los polvos catalíticas en la maquina principal?	
			Acciones por parte de la gestión de las compañías	33. ¿Existe alguna información provista por la compañía respecto a acciones que se pueden tomar en cuenta para minimizar o evitar la presencia de finos catalíticos en el combustible?	

FINOS CATALÍTICOS Y SU INFLUENCIA EN EL DESGASTE DE LA MÁQUINA PRINCIPAL DE UN BUQUE MERCANTE: UNA APROXIMACIÓN CUALITATIVA DESDE LA PERSPECTIVA DE PROVEEDORES Y USUARIOS FINALES DE COMBUSTIBLES MARINOS RESIDUALES VINCULADOS AL TRANSPORTE MARÍTIMO PERUANO

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
19									X
20									X
21									X
22									X
23									X
24									X
25									X
26									X
27									X
28									X
29									X
30									X
31									X
32									X

33									X

Observaciones: S/N

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. Refinerías en el Perú – Ministerio de Energía y Minas	X		
2. ISO 8217:2017 Productos del petróleo – Combustibles (clase F) – Especificaciones de combustibles marinos	X		
3.Reporte sobre casos vinculados a finos catalíticos en motores marinos de MAN Diésel & Turbo	X		
4. CIMAC Recomendación 25: Recomendaciones concernientes al diseño de las plantas de tratamiento para los combustibles pesados para motores diésel	X		
5. Directrices de 2019 para la implantación uniforme del límite del contenido de azufre del 0.50 % en virtud del Anexo VI del Convenio MARPOL – Resolución MEPC.320(74)	X		

Acotaciones: Los documentos son relevantes para el proceso.

Evaluación General

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

Si

2. ¿La guía de entrevista y las fuentes de información establecidas permiten alcanzar el objetivo de la investigación?

Si

3. Recomendaciones para mejorar la guía de entrevista

Ninguna.

4. Recomendaciones generales para la investigación que se realiza

Nombre completo : CARLOS BORJA GARCÍA
Profesión : OFICIAL DE MARINA MERCANTE
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 Posgrado ENAMM

Firma
DNI 08538482
Fecha: 09-03-2020

ENAMM
ALMIRANTE MIGUEL GRAU

ESCUELA NACIONAL DE MARINA MERCANTE "ALMIRANTE MIGUEL GRAU"

PROGRAMA ACADEMICO DE MARINA MERCANTE:

ESPECIALIDAD DE MÁQUINAS

FINOS CATALÍTICOS Y SU INFLUENCIA EN EL DESGASTE DE LOS COMPONENTES DE LA MÁQUINA PRINCIPAL DE UN BUQUE MERCANTE: UNA APROXIMACIÓN CUALITATIVA DESDE LA PERSPECTIVA DE PROVEEDORES Y USUARIOS FINALES DE COMBUSTIBLES MARINOS RESIDUALES INTERMEDIOS VINCULADOS AL TRANSPORTE MARÍTIMO PERUANO

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

Instrucciones generales:

A continuación, se plantean una serie de preguntas, las cuales se corresponden con los objetivos específicos contenidos en el informe de tesis. Así también se exponen las unidades documentales los cuales dan mayor soporte de acuerdo a cada subcategoría de análisis establecida apriorísticamente.

Para establecer la validez de contenido de la guía de entrevista y las unidades de información señaladas se le ha suministrado un mapa de la categoría de análisis, en la cual se especifica la relación entre cada objetivo, subcategoría, indicadores, preguntas y unidades documentales.

Para emitir su juicio encontrará la tabla de evaluación específica, dentro de la cual se establecieron un conjunto de parámetros o criterios de evaluación que permitirán el análisis de cada uno de los indicadores según los ítems propuestos en la guía de entrevista y las unidades de información establecidas.

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 Gutiérrez Navarro, Luis Alberto
Bachiller en Ciencias Marítimas Montes Quispe, Cristhian Joseph

Operacionalización de la categoría

Objetivo general: Conocer la acción de los finos catalíticos en el desgaste de los componentes de la maquina principal de un buque mercante desde la perspectiva de los proveedores y usuarios finales de combustible marinos residuales intermedios vinculados al transporte marítimo peruano

				ENTREVISTA	DOCUMENTACIÓN
Objetivos específicos	**Categoría de análisis**	**Subcategorías**	**Indicadores**	**Ítems**	**Fuentes**
Conocer bajo qué condiciones se producen los combustibles marinos residuales intermedios en las refinerías del Perú.	Finos catalíticos en el desgaste de los componentes de la maquina	Condiciones de producción de combustibles marinos residuales intermedios	Refinerías en el Perú	1. ¿Cuántas refinerías proveen combustibles marinos pesados en el Perú?	1. Refinerías en el Perú – Ministerio de Energía y Minas
			Combustibles pesados producidos	2. ¿Qué tipo de combustibles marinos residuales son producidos en las refinerías peruanas? 3. ¿Qué especificaciones se toman en cuenta para la producción de combustibles pesados?	2. ISO 8217:2017 Productos del petróleo – Combustibles (clase F) – Especificaciones de combustibles marinos
			MEPC.320(74)	4. ¿Se toma conocimiento sobre las directrices de 2019 para implantación uniforme del límite del contenido de azufre del 0.50 % en virtud del Anexo VI del Convenio MARPOL?	
			Combustible marino residual comprado	5. ¿Qué tipo específico de combustible marino residual utilizan suelen comprar los buques para su consumo en el Perú?	
			Límite de azufre permitido	6. ¿Los combustibles marinos producidos a nivel nacional cumplen con los límites de azufre de 0?50 % masa/masa? 7. ¿Qué lineamientos o recomendaciones se toma en cuenta para cumplir con el límite de azufre?	
			Proceso de producción	8. ¿Cómo es el proceso de producción de los combustibles marino pesado referido para cumplir con el límite de azufre establecido de 0.50 % masa/masa?	
Comprender como se producen los finos catalíticos en el combustible marino residual intermedio que consumen los buques mercantes y que afectación tiene en razón con el desgaste de los componentes de la maquina principal		Presencia de finos catalíticos en el combustible marino residual intermedio y afectación en razón con el desgaste de los componentes de la maquina principal	Tipo de catalizador	9. ¿Qué tipo de catalizador es utilizado en el proceso de refinamiento de los combustibles marinos pesados?	
			Marco legal OMI	10. ¿Se toman en cuenta lo establecido por el marco legal de carácter obligatorio y recomendatorio del transporte marítimo establecido por OMI para cumplir con la producción de combustibles residuales?	
			Denominación de los catalizadores	11. ¿Es considerado el catalizador utilizado como un aditivo, un ácido inorgánico, un desecho químico, o un mineral?	
			Presencia de finos catalíticos	12. ¿Por qué existe presencia de finos catalíticos en los combustibles residuales marinos?	3.Reporte sobre casos vinculados a finos catalíticos en motores marinos de MAN Diésel & Turbo
				13. ¿Cómo podría disminuirse la presencia de polvos catalíticos en los combustibles residuales marinos?	
				14. ¿Qué recomendaciones podría establecer para los operadores de los buques respecto la presencia de polvos catalíticos en el combustible?	
				15. ¿Qué afectación producen los polvos catalíticos en la máquina principal de un buque?	
				16. ¿Cuál es el límite permitido de polvos catalíticos en el combustible que se suministra?	

	principal de un buque mercante por consumo de combustibles residuales intermedios.		Inspecciones	17. ¿Suelen tener alguna inspección por parte de Autoridades Marítimas Nacionales con asuntos relacionados al uso y verificación de combustibles marinos pesados que consumen los buques?	
Conocer como es la trazabilidad respecto a las medidas que se establecen para garantizar la calidad del combustible marino residual intermedio desde el oveedor al comprador/usuario final n cumplimiento con la normativa de azufre OMI 2020?		Trazabilidad respecto a las medidas que garantizan la calidad del combustible marino residual intermedio desde el proveedor al comprador/usuario final.	Verificación de la calidad del combustible en refinería	18. ¿Cómo se verifica la calidad del combustible antes que salga de la refinería?	
			Cadena de distribución	19. ¿Cuál es la cadena de distribución de los combustibles marinos proporcionados a nivel nacional?	
			ISO 13739	20. ¿Se toman en consideración la ISO 13739 por parte de los proveedores para poder transferir los combustibles a los buques? 21. ¿Qué alcances brinda la ISO 13739 para el abastecimiento de combustible en los buques?	
			ISO 8217	22. ¿Los combustibles que se proveen cumplen con la norma ISO 8217?	
			Muestreo	23. ¿Qué tipo de muestreos se realiza para verificar que el combustible cumple con las especificaciones de acuerdo a lo establecido en el Convenio MARPOL y la ISO 8217?	
				24. ¿Cómo se lleva a cabo los muestreos por parte del proveedor?	
				25. ¿Cómo se lleva a cabo los muestreos por parte del buque?	
			Inspecciones	26. ¿Quién es el ente encargado de inspeccionar que se cumpla con las especificaciones en razón de los combustibles que se proveen a los buques por parte de los proveedores a nivel nacional?	
Identificar qué acciones se toman en cuenta para disminuir y/o eliminar la presencia de finos catalíticos en la máquina principal.		Acciones para para disminuir y/o eliminar la presencia de finos catalíticos en la máquina principal	Conocimientos de los finos catalíticos	27. ¿Qué entiende usted por finos o polvos catalíticos?	
			Experiencia con finos catalíticos	28.¿Ha tenido alguna experiencia cercana con los finos catalíticos a bordo del buque?	
			Afectación en la máquina principal por parte de los polvos catalíticos	29. ¿Según su experiencia, qué partes de la máquina principal son afectados por los polvos catalíticos?	4. CIMAC Recomendación 25: Recomendaciones concernientes al diseño de las plantas de tratamiento para los combustibles pesados para motores diésel 5. Directrices de 2019 para la implantación uniforme del límite del contenido de azufre del 0.50 % en virtud del Anexo VI del Convenio MARPOL – Resolución MEPC.320(74)
			Información en el contexto nacional sobre finos catalíticos	30. ¿Existe información sobre los finos catalíticos y su influencia en el desgaste del motor principal de los buques en el contexto nacional?	
			Iron Test	31. ¿Ha realizado el "Iron Test" al "Cylinder Oil" a la máquina principal?	
			Sensor para detectar polvos catalíticos	32. ¿Considera importante la implementación de un sensor para detectar a los polvos catalíticas en la maquina principal?	
			Acciones por parte de la gestión de las compañías	33. ¿Existe alguna información provista por la compañía respecto a acciones que se pueden tomar en cuenta para minimizar o evitar la presencia de finos catalíticos en el combustible?	

FINOS CATALÍTICOS Y SU INFLUENCIA EN EL DESGASTE DE LA MÁQUINA PRINCIPAL DE UN BUQUE MERCANTE: UNA APROXIMACIÓN CUALITATIVA DESDE LA PERSPECTIVA DE PROVEEDORES Y USUARIOS FINALES DE COMBUSTIBLES MARINOS RESIDUALES VINCULADOS AL TRANSPORTE MARÍTIMO PERUANO

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
19									X
20									X
21									X
22									X
23									X
24									X
25									X
26									X
27									X
28									X
29									X
30									X
31									X
32									X

33									X

Observaciones: Sin Novedad

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. Refinerías en el Perú – Ministerio de Energía y Minas	X		
2. ISO 8217:2017 Productos del petróleo – Combustibles (clase F) – Especificaciones de combustibles marinos	X		
3.Reporte sobre casos vinculados a finos catalíticos en motores marinos de MAN Diésel & Turbo	X		
4. CIMAC Recomendación 25: Recomendaciones concernientes al diseño de las plantas de tratamiento para los combustibles pesados para motores diésel	X		
5. Directrices de 2019 para la implantación uniforme del límite del contenido de azufre del 0.50 % en virtud del Anexo VI del Convenio MARPOL – Resolución MEPC.320(74)	X		

Acotaciones: S/N

Evaluación General

1. ¿La búsqueda de la información se corresponden con la categoría de análisis?
   Si
2. ¿La guía de entrevista y las fuentes de información establecidas permiten alcanzar el objetivo de la investigación?
   Si
3. Recomendaciones para mejorar la guía de entrevista
   Ninguna
4. Recomendaciones generales para la investigación que se realiza
   Ninguna

Nombre completo : Ynocencio Gonzales Córdova
Profesión : Jefe de Ingenieros 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 Ingenieros a bordo de buques tanques petroleros, buques gaseros y quimiqueros.

Firma
DNI 32902424
Fecha: 08-03-2020

ENAMM
ALMIRANTE MIGUEL GRAU

ESCUELA NACIONAL DE MARINA MERCANTE "ALMIRANTE MIGUEL GRAU"

PROGRAMA ACADEMICO DE MARINA MERCANTE:

ESPECIALIDAD DE MÁQUINAS

FINOS CATALÍTICOS Y SU INFLUENCIA EN EL DESGASTE DE LOS COMPONENTES DE LA MÁQUINA PRINCIPAL DE UN BUQUE MERCANTE: UNA APROXIMACIÓN CUALITATIVA DESDE LA PERSPECTIVA DE PROVEEDORES Y USUARIOS FINALES DE COMBUSTIBLES MARINOS RESIDUALES INTERMEDIOS VINCULADOS AL TRANSPORTE MARÍTIMO PERUANO

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

Instrucciones generales:

A continuación, se plantean una serie de preguntas, las cuales se corresponden con los objetivos específicos contenidos en el informe de tesis. Así también se exponen las unidades documentales los cuales dan mayor soporte de acuerdo a cada subcategoría de análisis establecida apriorísticamente.

Para establecer la validez de contenido de la guía de entrevista y las unidades de información señaladas se le ha suministrado un mapa de la categoría de análisis, en la cual se especifica la relación entre cada objetivo, subcategoría, indicadores, preguntas y unidades documentales.

Para emitir su juicio encontrará la tabla de evaluación específica, dentro de la cual se establecieron un conjunto de parámetros o criterios de evaluación que permitirán el análisis de cada uno de los indicadores según los ítems propuestos en la guía de entrevista y las unidades de información establecidas.

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 Gutiérrez Navarro, Luis Alberto
Bachiller en Ciencias Marítimas Montes Quispe, Cristhian Joseph

Operacionalización de la categoría

Objetivo general: Conocer la acción de los finos catalíticos en el desgaste de los componentes de la maquina principal de un buque mercante desde la perspectiva de los proveedores y usuarios finales de combustible marinos residuales intermedios vinculados al transporte marítimo peruano

				ENTREVISTA	DOCUMENTACIÓN
Objetivos específicos	**Categoría de análisis**	**Subcategorías**	**Indicadores**	**Ítems**	**Fuentes**
Conocer bajo qué condiciones se producen los combustibles marinos residuales intermedios en las refinerías del Perú.	Finos catalíticos en el desgaste de los componentes de la maquina	Condiciones de producción de combustibles marinos residuales intermedios	Refinerías en el Perú	1. ¿Cuántas refinerías proveen combustibles marinos pesados en el Perú?	1. Refinerías en el Perú – Ministerio de Energía y Minas
			Combustibles pesados producidos	2. ¿Qué tipo de combustibles marinos residuales son producidos en las refinerías peruanas? 3. ¿Qué especificaciones se toman en cuenta para la producción de combustibles pesados?	2. ISO 8217:2017 Productos del petróleo – Combustibles (clase F) – Especificaciones de combustibles marinos
			MEPC.320(74)	4. ¿Se toma conocimiento sobre las directrices de 2019 para implantación uniforme del límite del contenido de azufre del 0.50 % en virtud del Anexo VI del Convenio MARPOL?	
			Combustible marino residual comprado	5. ¿Qué tipo específico de combustible marino residual utilizan suelen comprar los buques para su consumo en el Perú?	
			Límite de azufre permitido	6. ¿Los combustibles marinos producidos a nivel nacional cumplen con los límites de azufre de 0?50 % masa/masa? 7. ¿Qué lineamientos o recomendaciones se toma en cuenta para cumplir con el límite de azufre?	
			Proceso de producción	8. ¿Cómo es el proceso de producción de los combustibles marino pesado referido para cumplir con el límite de azufre establecido de 0.50 % masa/masa?	
Comprender como se producen los finos catalíticos en el combustible marino residual intermedio que consumen los buques mercantes y que afectación tiene en razón con el desgaste de los componentes de la maquina principal		Presencia de finos catalíticos en el combustible marino residual intermedio y afectación en razón con el desgaste de los componentes de la maquina principal	Tipo de catalizador	9. ¿Qué tipo de catalizador es utilizado en el proceso de refinamiento de los combustibles marinos pesados?	
			Marco legal OMI	10. ¿Se toman en cuenta lo establecido por el marco legal de carácter obligatorio y recomendatorio del transporte marítimo establecido por OMI para cumplir con la producción de combustibles residuales?	
			Denominación de los catalizadores	11. ¿Es considerado el catalizador utilizado como un aditivo, un ácido inorgánico, un desecho químico, o un mineral?	
			Presencia de finos catalíticos	12. ¿Por qué existe presencia de finos catalíticos en los combustibles residuales marinos?	3.Reporte sobre casos vinculados a finos catalíticos en motores marinos de MAN Diésel & Turbo
				13. ¿Cómo podría disminuirse la presencia de polvos catalíticos en los combustibles residuales marinos?	
				14. ¿Qué recomendaciones podría establecer para los operadores de los buques respecto la presencia de polvos catalíticos en el combustible?	
				15. ¿Qué afectación producen los polvos catalíticos en la máquina principal de un buque?	
				16. ¿Cuál es el límite permitido de polvos catalíticos en el combustible que se suministra?	

	principal de un buque mercante por consumo de combustibles residuales intermedios.		Inspecciones	17. ¿Suelen tener alguna inspección por parte de Autoridades Marítimas Nacionales con asuntos relacionados al uso y verificación de combustibles marinos pesados que consumen los buques?	
Conocer como es la trazabilidad respecto a las medidas que se establecen para garantizar la calidad del combustible marino residual intermedio desde el oveedor al comprador/usuario final n cumplimiento con la normativa de azufre OMI 2020?		Trazabilidad respecto a las medidas que garantizan la calidad del combustible marino residual intermedio desde el proveedor al comprador/usuario final.	Verificación de la calidad del combustible en refinería	18. ¿Cómo se verifica la calidad del combustible antes que salga de la refinería?	
			Cadena de distribución	19. ¿Cuál es la cadena de distribución de los combustibles marinos proporcionados a nivel nacional?	
			ISO 13739	20. ¿Se toman en consideración la ISO 13739 por parte de los proveedores para poder transferir los combustibles a los buques? 21. ¿Qué alcances brinda la ISO 13739 para el abastecimiento de combustible en los buques?	
			ISO 8217	22. ¿Los combustibles que se proveen cumplen con la norma ISO 8217?	
			Muestreo	23. ¿Qué tipo de muestreos se realiza para verificar que el combustible cumple con las especificaciones de acuerdo a lo establecido en el Convenio MARPOL y la ISO 8217?	
				24. ¿Cómo se lleva a cabo los muestreos por parte del proveedor?	
				25. ¿Cómo se lleva a cabo los muestreos por parte del buque?	
			Inspecciones	26. ¿Quién es el ente encargado de inspeccionar que se cumpla con las especificaciones en razón de los combustibles que se proveen a los buques por parte de los proveedores a nivel nacional?	
Identificar qué acciones se toman en cuenta para disminuir y/o eliminar la presencia de finos atalíticos en la máquina principal.		Acciones para para disminuir y/o eliminar la presencia de finos catalíticos en la máquina principal	Conocimientos de los finos catalíticos	27. ¿Qué entiende usted por finos o polvos catalíticos?	
			Experiencia con finos catalíticos	28.¿Ha tenido alguna experiencia cercana con los finos catalíticos a bordo del buque?	
			Afectación en la máquina principal por parte de los polvos catalíticos	29. ¿Según su experiencia, qué partes de la máquina principal son afectados por los polvos catalíticos?	4. CIMAC Recomendación 25: Recomendaciones concernientes al diseño de las plantas de tratamiento para los combustibles pesados para motores diésel 5. Directrices de 2019 para la implantación uniforme del límite del contenido de azufre del 0.50 % en virtud del Anexo VI del Convenio MARPOL – Resolución MEPC.320(74)
			Información en el contexto nacional sobre finos catalíticos	30. ¿Existe información sobre los finos catalíticos y su influencia en el desgaste del motor principal de los buques en el contexto nacional?	
			Iron Test	31. ¿Ha realizado el "Iron Test" al "Cylinder Oil" a la máquina principal?	
			Sensor para detectar polvos catalíticos	32. ¿Considera importante la implementación de un sensor para detectar a los polvos catalíticas en la maquina principal?	
			Acciones por parte de la gestión de las compañías	33. ¿Existe alguna información provista por la compañía respecto a acciones que se pueden tomar en cuenta para minimizar o evitar la presencia de finos catalíticos en el combustible?	

FINOS CATALÍTICOS Y SU INFLUENCIA EN EL DESGASTE DE LA MÁQUINA PRINCIPAL DE UN BUQUE MERCANTE: UNA APROXIMACIÓN CUALITATIVA DESDE LA PERSPECTIVA DE PROVEEDORES Y USUARIOS FINALES DE COMBUSTIBLES MARINOS RESIDUALES VINCULADOS AL TRANSPORTE MARÍTIMO PERUANO

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
19									X
20									X
21									X
22									X
23									X
24									X
25									X
26									X
27									X
28									X
29									X
30									X
31									X
32									X

33									

Observaciones: La redaccion es adecuada

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. Refinerías en el Perú – Ministerio de Energía y Minas	✓		
2. ISO 8217:2017 Productos del petróleo – Combustibles (clase F) – Especificaciones de combustibles marinos	✓		
3.Reporte sobre casos vinculados a finos catalíticos en motores marinos de MAN Diésel & Turbo	✓		
4. CIMAC Recomendación 25: Recomendaciones concernientes al diseño de las plantas de tratamiento para los combustibles pesados para motores diésel	✓		
5. Directrices de 2019 para la implantación uniforme del límite del contenido de azufre del 0.50 % en virtud del Anexo VI del Convenio MARPOL – Resolución MEPC.320(74)	✓		

Acotaciones: Los documentos ayudan a obtener mayor información

Evaluación General

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

SI

2. ¿La guía de entrevista y las fuentes de información establecidas permiten alcanzar el objetivo de la investigación?

SI

3. Recomendaciones para mejorar la guía de entrevista

Profundizar en la información recopilada.

4. Recomendaciones generales para la investigación que se realiza

Se sugiere plasmar resultados de manera ilustrativa.

Nombre completo : Renzo Mauricio Roque Montes
Profesión : Marino Mercante
Grado académico : Superior
Características que lo determinan como experto:

Egresado de la escuela nacional de marina mercante "Almirante Miguel Grau" en el año 2012, cursando estudios de alto rendimiento en TECSUP (CETEX) en la carrera de Mantenimiento industrial, habiendo realizado el curso de concientización con el medio marino. con 7 años de experiencia de la compañía con respecto al medio ambiente ha sido evaluando permanente para minimizar las emisiones de COV (compuestos orgánicos volátiles).

Firma
DNI 46173234
Fecha: 10-03-20

ENAMM
ALMIRANTE MIGUEL GRAU

ESCUELA NACIONAL DE MARINA MERCANTE "ALMIRANTE MIGUEL GRAU"

PROGRAMA ACADEMICO DE MARINA MERCANTE:

ESPECIALIDAD DE MÁQUINAS

FINOS CATALÍTICOS Y SU INFLUENCIA EN EL DESGASTE DE LOS COMPONENTES DE LA MÁQUINA PRINCIPAL DE UN BUQUE MERCANTE: UNA APROXIMACIÓN CUALITATIVA DESDE LA PERSPECTIVA DE PROVEEDORES Y USUARIOS FINALES DE COMBUSTIBLES MARINOS RESIDUALES INTERMEDIOS VINCULADOS AL TRANSPORTE MARÍTIMO PERUANO

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

Instrucciones generales:

A continuación, se plantean una serie de preguntas, las cuales se corresponden con los objetivos específicos contenidos en el informe de tesis. Así también se exponen las unidades documentales los cuales dan mayor soporte de acuerdo a cada subcategoría de análisis establecida apriorísticamente.

Para establecer la validez de contenido de la guía de entrevista y las unidades de información señaladas se le ha suministrado un mapa de la categoría de análisis, en la cual se especifica la relación entre cada objetivo, subcategoría, indicadores, preguntas y unidades documentales.

Para emitir su juicio encontrará la tabla de evaluación específica, dentro de la cual se establecieron un conjunto de parámetros o criterios de evaluación que permitirán el análisis de cada uno de los indicadores según los ítems propuestos en la guía de entrevista y las unidades de información establecidas.

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 Gutiérrez Navarro, Luis Alberto
Bachiller en Ciencias Marítimas Montes Quispe, Cristhian Joseph

Operacionalización de la categoría

Objetivo general: Conocer la acción de los finos catalíticos en el desgaste de los componentes de la maquina principal de un buque mercante desde la perspectiva de los proveedores y usuarios finales de combustible marinos residuales intermedios vinculados al transporte marítimo peruano

				ENTREVISTA	DOCUMENTACIÓN
Objetivos específicos	**Categoría de análisis**	**Subcategorías**	**Indicadores**	**Ítems**	**Fuentes**
Conocer bajo qué condiciones se producen los combustibles marinos residuales intermedios en las refinerías del Perú.	Finos catalíticos en el desgaste de los componentes de la maquina	Condiciones de producción de combustibles marinos residuales intermedios	Refinerías en el Perú	1. ¿Cuántas refinerías proveen combustibles marinos pesados en el Perú?	1. Refinerías en el Perú – Ministerio de Energía y Minas
			Combustibles pesados producidos	2. ¿Qué tipo de combustibles marinos residuales son producidos en las refinerías peruanas? 3. ¿Qué especificaciones se toman en cuenta para la producción de combustibles pesados?	2. ISO 8217:2017 Productos del petróleo – Combustibles (clase F) – Especificaciones de combustibles marinos
			MEPC.320(74)	4. ¿Se toma conocimiento sobre las directrices de 2019 para implantación uniforme del límite del contenido de azufre del 0.50 % en virtud del Anexo VI del Convenio MARPOL?	
			Combustible marino residual comprado	5. ¿Qué tipo específico de combustible marino residual utilizan suelen comprar los buques para su consumo en el Perú?	
			Límite de azufre permitido	6. ¿Los combustibles marinos producidos a nivel nacional cumplen con los límites de azufre de 0?50 % masa/masa? 7. ¿Qué lineamientos o recomendaciones se toma en cuenta para cumplir con el límite de azufre?	
			Proceso de producción	8. ¿Cómo es el proceso de producción de los combustibles marino pesado referido para cumplir con el límite de azufre establecido de 0.50 % masa/masa?	
Comprender como se producen los finos catalíticos en el combustible marino residual intermedio que consumen los buques mercantes y que afectación tiene en razón con el desgaste de los componentes de la maquina principal		Presencia de finos catalíticos en el combustible marino residual intermedio y afectación en razón con el desgaste de los componentes de la maquina principal	Tipo de catalizador	9. ¿Qué tipo de catalizador es utilizado en el proceso de refinamiento de los combustibles marinos pesados?	
			Marco legal OMI	10. ¿Se toman en cuenta lo establecido por el marco legal de carácter obligatorio y recomendatorio del transporte marítimo establecido por OMI para cumplir con la producción de combustibles residuales?	
			Denominación de los catalizadores	11. ¿Es considerado el catalizador utilizado como un aditivo, un ácido inorgánico, un desecho químico, o un mineral?	
			Presencia de finos catalíticos	12. ¿Por qué existe presencia de finos catalíticos en los combustibles residuales marinos?	3.Reporte sobre casos vinculados a finos catalíticos en motores marinos de MAN Diésel & Turbo
				13. ¿Cómo podría disminuirse la presencia de polvos catalíticos en los combustibles residuales marinos?	
				14. ¿Qué recomendaciones podría establecer para los operadores de los buques respecto la presencia de polvos catalíticos en el combustible?	
				15. ¿Qué afectación producen los polvos catalíticos en la máquina principal de un buque?	
				16. ¿Cuál es el límite permitido de polvos catalíticos en el combustible que se suministra?	

	principal de un buque mercante por consumo de combustibles residuales intermedios.		Inspecciones	17. ¿Suelen tener alguna inspección por parte de Autoridades Marítimas Nacionales con asuntos relacionados al uso y verificación de combustibles marinos pesados que consumen los buques?	
Conocer como es la trazabilidad respecto a las medidas que se establecen para garantizar la calidad del combustible marino residual intermedio desde el oveedor al comprador/usuario final n cumplimiento con la normativa de azufre OMI 2020?		Trazabilidad respecto a las medidas que garantizan la calidad del combustible marino residual intermedio desde el proveedor al comprador/usuario final.	Verificación de la calidad del combustible en refinería	18. ¿Cómo se verifica la calidad del combustible antes que salga de la refinería?	
			Cadena de distribución	19. ¿Cuál es la cadena de distribución de los combustibles marinos proporcionados a nivel nacional?	
			ISO 13739	20. ¿Se toman en consideración la ISO 13739 por parte de los proveedores para poder transferir los combustibles a los buques? 21. ¿Qué alcances brinda la ISO 13739 para el abastecimiento de combustible en los buques?	
			ISO 8217	22. ¿Los combustibles que se proveen cumplen con la norma ISO 8217?	
			Muestreo	23. ¿Qué tipo de muestreos se realiza para verificar que el combustible cumple con las especificaciones de acuerdo a lo establecido en el Convenio MARPOL y la ISO 8217?	
				24. ¿Cómo se lleva a cabo los muestreos por parte del proveedor?	
				25. ¿Cómo se lleva a cabo los muestreos por parte del buque?	
			Inspecciones	26. ¿Quién es el ente encargado de inspeccionar que se cumpla con las especificaciones en razón de los combustibles que se proveen a los buques por parte de los proveedores a nivel nacional?	
Identificar qué acciones se toman en cuenta para disminuir y/o eliminar la presencia de finos catalíticos en la máquina principal.		Acciones para para disminuir y/o eliminar la presencia de finos catalíticos en la máquina principal	Conocimientos de los finos catalíticos	27. ¿Qué entiende usted por finos o polvos catalíticos?	
			Experiencia con finos catalíticos	28.¿Ha tenido alguna experiencia cercana con los finos catalíticos a bordo del buque?	
			Afectación en la máquina principal por parte de los polvos catalíticos	29. ¿Según su experiencia, qué partes de la máquina principal son afectados por los polvos catalíticos?	4. CIMAC Recomendación 25: Recomendaciones concernientes al diseño de las plantas de tratamiento para los combustibles pesados para motores diésel 5. Directrices de 2019 para la implantación uniforme del límite del contenido de azufre del 0.50 % en virtud del Anexo VI del Convenio MARPOL – Resolución MEPC.320(74)
			Información en el contexto nacional sobre finos catalíticos	30. ¿Existe información sobre los finos catalíticos y su influencia en el desgaste del motor principal de los buques en el contexto nacional?	
			Iron Test	31. ¿Ha realizado el "Iron Test" al "Cylinder Oil" a la máquina principal?	
			Sensor para detectar polvos catalíticos	32. ¿Considera importante la implementación de un sensor para detectar a los polvos catalíticas en la maquina principal?	
			Acciones por parte de la gestión de las compañías	33. ¿Existe alguna información provista por la compañía respecto a acciones que se pueden tomar en cuenta para minimizar o evitar la presencia de finos catalíticos en el combustible?	

FINOS CATALÍTICOS Y SU INFLUENCIA EN EL DESGASTE DE LA MÁQUINA PRINCIPAL DE UN BUQUE MERCANTE: UNA APROXIMACIÓN CUALITATIVA DESDE LA PERSPECTIVA DE PROVEEDORES Y USUARIOS FINALES DE COMBUSTIBLES MARINOS RESIDUALES VINCULADOS AL TRANSPORTE MARÍTIMO PERUANO

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									✓
19									✓
20									✓
21									✓
22									✓
23									✓
24									✓
25									✓
26									✓
27									✓
28									✓
29									✓
30									✓
31									✓
32									✓

33									✓

Observaciones: Ninguno.

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. Refinerías en el Perú – Ministerio de Energía y Minas	✓		
2. ISO 8217:2017 Productos del petróleo – Combustibles (clase F) – Especificaciones de combustibles marinos	✓		
3.Reporte sobre casos vinculados a finos catalíticos en motores marinos de MAN Diésel & Turbo	✓		
4. CIMAC Recomendación 25: Recomendaciones concernientes al diseño de las plantas de tratamiento para los combustibles pesados para motores diésel	✓		
5. Directrices de 2019 para la implantación uniforme del límite del contenido de azufre del 0.50 % en virtud del Anexo VI del Convenio MARPOL – Resolución MEPC.320(74)	✓		

Acotaciones: Buscar extraer los considerandos mas importantes.

Evaluación General

1. ¿La búsqueda de la información se corresponden con la categoría de análisis?
   Si.
2. ¿La guía de entrevista y las fuentes de información establecidas permiten alcanzar el objetivo de la investigación?
   Si.
3. Recomendaciones para mejorar la guía de entrevista
   Buscar profundizar información del entrevistado
4. Recomendaciones generales para la investigación que se realiza
   Realizar una teorización que busque captar los ideas más importantes de los entrevistados

Nombre completo : Jose Antonio Bazoza Badoya
Profesión : Jefe de Máquinas - Abogado
Grado académico : Doctor en Ciencias Marítimas
Características que lo determinan como experto:

- 1/0 Años oficial marina mercante.
- 06 Años docente de postgrado y postgrado
- Doctorado en Ciencias Marítimas

Firma
DNI 25140235
Fecha: 03-03-2020

ANEXO 4

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

CONSENTIMIENTO INFORMADO

"FINOS CATALÍTICOS Y SU INFLUENCIA EN EL DESGASTE DE LOS COMPONENTES DE LA MÁQUINA PRINCIPAL DE UN BUQUE MERCANTE: UNA APROXIMACIÓN CUALITATIVA DESDE LA PERSPECTIVA DE PROVEEDORES Y USUARIOS FINALES DE COMBUSTIBLES MARINOS RESIDUALES INTERMEDIOS VINCULADOS AL TRANSPORTE MARÍTIMO PERUANO"

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 Gutierrez Navarro, Luis Alberto.

-Bachiller en Ciencias Marítimas Montes Quispe, Cristhian Joseph.

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:

Fecha: