



**Universidad  
de La Laguna**

# **“TRATAMIENTO DE LOS COMBUSTIBLES EN BUQUES CON-RO”**

TRABAJO FIN DE GRADO

Para la obtención del Título de  
Graduado en Tecnologías Marinas

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA.  
SECCIÓN DE NÁUTICA, MÁQUINAS Y RADIOELECTRÓNICA NAVAL

Ariel Gustavo Coronel Colman

Daniel Márquez García

Septiembre 2019



# **“TRATAMIENTO DE LOS COMBUSTIBLES EN BUQUES CON-RO”**

**Nombre:** Ariel Gustavo Coronel Colman

Daniel Márquez García

**Grado:** Tecnologías Marinas

**Septiembre 2019**

**Directores:**

Dra. Dña Beatriz Añorbe Díaz



Dra. Dña. Beatriz Añorbe Díaz, Profesora Titular del Departamento de Química Orgánica de la Universidad de La Laguna certifica que:

D. Ariel Gustavo Coronel Colman y D. Daniel Márquez García, han realizado el trabajo fin de grado bajo mi dirección con el título:

**“TRATAMIENTO DE LOS COMBUSTIBLES EN BUQUES CON-RO”**

Revisado dicho trabajo, estimo que reúne los requisitos para ser juzgado por el tribunal que sea designado para su lectura.

Para que conste y surta los efectos oportunos, expido y firmo el presente certificado.

En Santa Cruz de Tenerife a 05 de septiembre de 2019

Fdo. Beatriz Añorbe Díaz  
Directora del trabajo de fin de grado



## **Agradecimientos**

Teniendo en cuenta las dificultades de este año para la realización de los trabajos de fin de grado nos gustaría empezar agradeciendo a nuestra tutora D<sup>a</sup> Beatriz Añorbe por darnos la oportunidad de realizarlo bajo su supervisión y por el apoyo en todo momento.

Siguiendo con este agradecimiento conjunto nos gustaría agradecer a nuestros familiares el apoyo prestado durante todo nuestro recorrido hasta llegar aquí ya que sin ellos no habría sido posible.

Agradecer a los integrantes de la naviera OPDR Canarias por resolvernó todas las dudas en referencia a este trabajo y por la gran aportación de datos para su realización.

A todos nuestros amigos y compañeros que hemos hecho durante estos cuatro años de carrera por su compañerismo y momentos que nos han hecho aprender más allá del ámbito académico.



# ÍNDICE



# ÍNDICE

Resumen .....	15
Abstract.....	16
I. INTRODUCCIÓN .....	17
II. OBJETIVOS .....	21
2.1 Objetivo general. ....	23
2.2 Objetivos específicos.....	23
III. METODOLOGÍA.....	25
3.1. Documentación bibliográfica .....	27
3.2. Metodología del trabajo de campo. ....	27
3.3. Marco referencial.....	27
IV. REVISIÓN Y ANTECEDENTES .....	29
4.1. Definición de los diferentes combustibles líquidos marinos. [2] .....	31
4.2. Tipos de combustibles líquidos marinos. ....	31
4.2.1. Combustible IFO 380 e IFO 180 (Fuel Oil). [2] .....	32
4.2.2. Combustible Marine Diesel Oil (MDO). [2] .....	32
4.3. Propiedades generales de los combustibles marinos. [2] .....	33
4.4. Tratamiento de los combustibles marinos. [2].....	34
4.4.1 Sedimentación. ....	35
4.4.2 Centrifugado. ....	35
4.4.3 Calentadores. ....	36
4.4.4 Filtración.....	36
4.4.5 Viscosidad y temperatura de inyección. [2] .....	37
4.5. ¿Qué es el “bunker”? [2] .....	37
4.5.1. Métodos de suministro. ....	40
4.6. Normativa y especificaciones. [2] .....	41

4.6.1. ISO 8217.....	42
4.6.2. CIMAC 2.003. ....	43
4.6.3. Anexo VI del MARPOL: Reglas para prevenir la contaminación atmosférica ocasionada por los buques. [13] .....	43
V. RESULTADOS .....	49
5.1. Características de los buques OPDR Canarias y OPDR Andalucía. ....	51
5.2. Almacenamiento del combustible a bordo. [8] [7].....	52
5.3. Tipos de combustibles utilizados a bordo. [15].....	55
5.3.1 Características de los combustibles usados en la compañía. ....	56
5.3.2 Parámetros que aporta la analítica. [16] .....	56
5.3.3 Recomendaciones según los resultados. [16] .....	59
5.4. Métodos de abastecimiento llevados a cabo en los buques OPDR Canarias y OPDR Andalucía. [12] .....	60
5.5. Nueva normativa.....	61
5.6. Tratamiento del fuel a bordo. ....	62
5.6.1 Características del FuelPower Conditioner. [17].....	64
5.6.2 Características de Aderco 2055G. [9].....	65
5.6.3 Fases del proceso de Aderco 2055G.....	66
5.7. Impresiones personales sobre el proceso de cambio de los tratamientos químicos. ....	68
VI. CONCLUSIÓN .....	69
VII. ANEXOS .....	73
Anexo 1: Anexo VI del MARPOL (Reglas 13 y 14) .....	75
Anexo 2: Plano sistema de trasiego de combustible. (Buque OPDR Andalucía) .....	82
Anexo 3: Capítulo 7 del Manual de Gestión de la Seguridad de la compañía Bernhard Schulte Canarias, S.A.U. ....	84
Anexo 4: Plan de implementación de la BSM.....	93

Anexo 5: Autorización para el uso de imágenes y documentos de los buques OPDR Canarias y OPDR Andalucía.....	106
VIII. BIBLIOGRAFÍA.....	107

## Índice de ilustraciones

Ilustración 1: Sistema de válvulas de Thermal Oil. ....	52
Ilustración 2: Sistema de tuberías de trasiego de fuel oil y gasoil.....	52
Ilustración 3: Panel de control de válvulas neumáticas. ....	53
Ilustración 4: Bomba de trasiego de combustible. ....	54
Ilustración 5: Albarán de bunkering. ....	55
Ilustración 6: Datos de tiempo de consumo. ....	56
Ilustración 7: Características del combustible suministrado.....	56
Ilustración 8: Comparativa gráfica de las temperaturas.....	58
Ilustración 9: Operación de bunker.....	60
Ilustración 10: Logotipo IMO.....	61
Ilustración 11: Filtro de aspiración bomba de trasiego H.F.O. ....	62
Ilustración 12: Tanque de dosificación química. ....	63
Ilustración 13: Dosificación de la química Aderco. ....	63
Ilustración 14: Dosificación de la química Aderco. ....	64
Ilustración 15: Primera fase producto Aderco.....	66
Ilustración 16: Segunda fase producto Aderco.....	66
Ilustración 17: Tercera fase producto Aderco. ....	67
Ilustración 18: Cuarta fase producto Aderco.....	67

## Índice de tablas

Tabla 1: Factor de conversión.....	31
Tabla 2: Clases de combustibles según la norma ISO. ....	43
Tabla 3: Características de los buques .....	51
Tabla 4: Capacidad de los tanques de combustible.....	53
Tabla 5: Valores generales del IFO 380. ....	57
Tabla 6: Valores específicos del IFO 380.....	57
Tabla 7: Valores calculados del IFO 380. ....	58
Tabla 8: Propiedades del FuelPower Conditioner.....	64

# Resumen

En este Trabajo de Fin de Grado se pretende explicar los tratamientos que se le aplican al Fuel Oil dentro de los buques. El Fuel Oil está presente en la mayoría de buques y además de los tratamientos estándares se le pueden añadir aditivos o aplicar tratamientos químicos según las necesidades del buque.

Aparte también se explicarán los tratamientos químicos a los que se ha visto sometido el Fuel Oil en los casos prácticos de los buques OPDR Andalucía y OPDR Canarias.

Estos tratamientos tienen como finalidad alterar las propiedades del Fuel Oil para así poder mejorar su uso, reducir las emisiones al medio ambiente y disminuir gradualmente el deterioro tanto del motor principal como de la maquinaria auxiliar, los tanques y sus componentes. En dicho caso práctico existe la peculiaridad de que uno de los tratamientos también tiene como finalidad la limpieza de todo el sistema de Fuel Oil para llevar a cabo un cambio en el tipo de combustible con el fin de adaptarse a los requisitos de la norma contra emisiones nocivas al medio ambiente, que tiene como plazo inmediato el 1 de Enero de 2020.

# Abstract

This Final Degree Project intention is to explain the various treatments applied to the Fuel Oil inside the ships. Fuel Oil is present in the vast majority of ships, furthermore, additives or chemical treatments can be applied according to the needs of the vessel in addition to the already known treatments.

In addition, the chemical treatments to which the Fuel Oil has been subjected in the practical case studies of the OPDR Andalucía and OPDR Canarias vessels will also be explained in detail.

These chemical treatments are intended to improve the conditions and capabilities of the Fuel Oil in order to enhance its use, reduce emissions to the environment and prevent the gradual deterioration of both the ship's engine, the auxiliary machinery, the tanks and their components. In this case study there's the peculiarity that one of the treatments also aims to clean the entire Fuel Oil system with the objective to change the type of fuel in order to adapt to the future Harmful emissions to the ecosystem requirements, which will begin to apply in January 2020.

# **I. INTRODUCCIÓN**



Desde el año 2005 con la entrada en vigor del Anexo VI del Convenio MARPOL para la reducción de emisiones de azufre, con el fin de prevenir la contaminación del medio ambiente, las reglas para prevenir la contaminación atmosférica generada por los buques han ido volviéndose más duras hasta llegar a que a partir del 1 de enero del 2020 el límite de contenido de azufre de los combustibles usado en los buques tendrá que ser del 0.50 % masa/masa.

Al haber un salto del 3,5% al 0,5% la mejor opción que tienen las navieras es crear un plan de implementación de este nuevo límite pues no es tan fácil realizar un cambio de combustible en los buques, es un proceso que puede llevar demasiado tiempo y generar muchas pérdidas para la naviera si no se tiene bien planificado.

Por esta razón hemos enfocado este trabajo en los tratamientos de los combustibles en los buques para saber cuál será la forma de las navieras para poder adaptarse a esta nueva restricción. Ya que no solo existe una solución para este nuevo reto, *“existen exenciones para la realización de desarrollo de tecnologías de reducción de emisiones de los buques como por ejemplo dejando de usar el fuel oil por los combustibles en estado gaseoso, o utilizando sistemas de limpieza de los gases de escape”* [6].

Como alumnos de la naviera OPDR durante 9 y 6 meses hemos vivido desde el inicio la forma de adaptar a esta norma y por eso explicaremos desde el caso práctico como esta naviera ha decidido abordar el cambio mostrando su plan de implementación y la manera en que llevarán a cabo el cambio que se han planteado.

El presente trabajo lo hemos dividido en 6 capítulos.

- El capítulo de Objetivos en el que a partir de unos objetivos específicos llegamos a un objetivo general.
- En el capítulo de Revisión y Antecedentes definiremos los combustibles más usados en el ámbito marino, los tratamientos que se usan para tratar dichos combustibles y la manera en la que se suministran.

- En el capítulo de Metodología, expondremos los buques en los que hemos basado este trabajo y sus planes de implementación del cambio, que darán paso al capítulo de Resultados.
- En el capítulo de Resultados expondremos el trabajo práctico que hemos realizado en el que hemos analizado el procedimiento que se lleva a cabo y como el procedimiento afecta a los diferentes sistemas adjuntos.
- Y por último, en el capítulo de Conclusiones valoraremos los frutos del trabajo realizado, respecto a los objetivos iniciales que se plantearon, situando en el capítulo de Bibliografía las fuentes que hemos consultado.

## **II. OBJETIVOS**



## **2.1 Objetivo general.**

El objetivo general de este trabajo es, tras la familiarización con los procesos y procedimientos del tratamiento de los combustibles a bordo, centrarnos en la manera en la que la naviera Bernhard Schulte Canarias S.A.U ha decidido adaptarse a los nuevos límites indicados en la regla 14 del Convenio MARPOL.

## **2.2 Objetivos específicos.**

En este capítulo se darán a conocer los varios objetivos que se pretenden cumplir mediante este Trabajo de Fin de Grado.

- Informar sobre la variedad de combustibles usados en el ámbito marino.
- Explicar los diferentes tratamientos que sufren los combustibles dentro de un buque.
- Introducir las normativas que se encargan de regular los combustibles marinos.
- Exponer en casos prácticos como se llevan a cabo dichos tratamientos.
- Mostrar como en dicho caso práctico se adaptarán a las nuevas regulaciones venideras.



### **III. METODOLOGÍA**



### **3.1. Documentación bibliográfica**

La documentación bibliográfica que podemos encontrar en este Trabajo de Fin de Grado, se ha recopilado a partir de páginas web, informes, libros, trabajos, manuales de los buques, etc.

### **3.2. Metodología del trabajo de campo.**

En cuanto a la realización del trabajo de campo, se ha basado en nuestra experiencia a la hora de la adaptación a la nueva normativa de reducción de emisiones de NOx y SOx siendo nuestra función familiarizarnos con los nuevos productos añadidos a los combustibles, concretamente el Aderco 2055 a los tanques de fuel para su posterior cambio, observar la evolución de las diferentes partes del sistema por si produjese fallos o incompatibilidades el producto y así garantizar el buen funcionamiento de la máquina. Se han añadido fotografías tomadas en nuestro periodo de prácticas de ambos buques, así como tablas y planos, todo con reseñas en las mismas que dan más claridad a la lectura de este TFG.

### **3.3. Marco referencial.**

Nuestro marco referencial son ambos buques, OPDR Canarias y OPDR Andalucía, en los cuales han prestado la información necesaria para la creación de este trabajo.

Y los conocimientos adquiridos por ambos autores en su estancia como alumnos de máquinas en los buques OPDR Canarias y OPDR Andalucía, donde han adquirido los conocimientos necesarios sobre los tratamientos de los combustibles entre otros.



## **IV. REVISIÓN Y ANTECEDENTES**



#### 4.1. Definición de los diferentes combustibles líquidos marinos. [2]

Se conoce con el nombre de combustible a la sustancia que se quema para obtener calor. El estado físico de dicha sustancia lo podemos clasificar en estado sólido, líquido o gaseoso.

La propiedad principal de los combustibles es su poder calorífico, esto significa la cantidad de calor que puede desarrollarse por la combustión de una unidad. Con este dato podemos establecer la cantidad de energía liberada por el mismo.

La unidad de medida del poder calorífico puede variar en función de las necesidades, teniendo en cuenta que la unidad de energía en el Sistema Internacional es el Julio (J), añadimos la siguiente tabla en la que se especifican los factores de conversión a otras unidades.

FACTOR DE CONVERSIÓN		
Unidad	Factor de conversión (kJ)	Símbolo
Tonelada equivalente del petróleo	$4,4 \cdot 10^7$	tep
Metro cúbico de petróleo	$3,7 \cdot 10^7$	m <sup>3</sup> petróleo
Barril equivalente de petróleo	$5,9 \cdot 10^6$	bbl
100.000 BTU	$1,055 \cdot 10^5$	Therm
Kilowatio-hora	$3,6 \cdot 10^3$	kW/h
Caballo vapor-hora	$2,648 \cdot 10^3$	HP-h
Megajulio	$1,00 \cdot 10^3$	MJ
Kilocaloría	4,187	Kcal
British termal unit	1,055	BTU

**Tabla 1: Factor de conversión.  
Elaboración propia.  
Fuente: [1]**

#### 4.2. Tipos de combustibles líquidos marinos.

Los combustibles líquidos más utilizados en los buques son los que derivan del petróleo y concretamente serían el fuel oil y el gas oil.

#### **4.2.1. Combustible IFO 380 e IFO 180 (Fuel Oil). [2]**

Este tipo de combustible se obtiene mediante el procesamiento del petróleo en refinerías, es lo que comúnmente se llama combustible residual, después de haber obtenido los productos de mayor calidad, siendo estos la gasolina, el gasóleo, tipos de gases como el propano y el butano, tipos de aceites lubricantes, entre otros.

En cuanto a su aspecto, denota gran viscosidad, lo cual lo hace complicado a la hora de manipularlo. Su color es negro con un marcado olor desagradable y es extremadamente complicado de manipular.

A este tipo de combustible se le debe añadir una serie de aditivos previamente para poder cumplir los requisitos actuales indicados en la regla 14 del Convenio MARPOL, no obstante debe ser tratado a bordo antes de su puesta en servicio, los cuales se explicarán más adelante.

Al combustible residual ya en fase de uso, se le conoce como Fuel Oil Marino, IFO (Intermediate Fuel Oil), o Fuel Oil Intermedio, cuya viscosidad está en torno a los 380 centiStokes. Este carburante es idóneo para motores principales de barcos con rutas oceánicas.

#### **4.2.2. Combustible Marine Diesel Oil (MDO). [2]**

Conocido comúnmente como Diesel o Gasoil. Su aspecto es ligero, limpio y de fácil manipulación. Su coste aproximado suele, por lo general, duplicar el valor del llamado combustible residual explicado anteriormente. El gasoil es uno de los tantos productos extraídos del petróleo crudo que se refina.

Este tipo de combustible prácticamente no necesita tratamiento antes de poder ser utilizado, es ideal para una gama bastante extensa de motores.

Por lo general es utilizado en pequeños buques, embarcaciones costeras, pero su gran aplicación en este sector es para los motores auxiliares, utilizados a bordo para la generación eléctrica o hidráulica del buque.

Este combustible, aunque proceda de una destilación, tiene dificultades con la contaminación, operativas y tipos de restricciones reglamentarias. Esto se compensa por su fácil manipulación, no así los combustibles del tipo residual, cobrando este último una mayor relevancia en un futuro próximo al tiempo que los reglamentos relacionados con el azufre sean más estrictos, de lo cual se hablará más adelante en este TFG.

#### 4.3. Propiedades generales de los combustibles marinos. [2]

- Densidad. Este parámetro es medido en  $\text{kg/m}^3$  normalmente. Este valor se encuentra entre 980 y 991 en el fuel oil IFO 380. En ocasiones es medida en  $\text{kg/l}$ , lo cual nos proporciona los valores comunes de 0,980 a 0,991.
- Viscosidad. Es medida en centiStokes (cSt). Para expresar este valor hace falta dar una temperatura determinada, ya que la viscosidad cambia según la temperatura. Normalmente la viscosidad del fuel oil se indica a  $40\text{ }^\circ\text{C}$  y su valor está en torno a los 360 cSt.
- Agua. El contenido máximo permitido en el fueloil es de 0,5%. Este no debería contenerla ya que en las refinerías se calienta hasta los  $350\text{ }^\circ\text{C}$ .
- Cenizas. Es un porcentaje que nos indica la cantidad de metales que pueden encontrarse en el petróleo. Este porcentaje suele estar en torno a 0,05%.
- Residuos de carbono. Es medido en porcentaje e indica la composición química del petróleo y el nivel de asfaltenos. Su valor suele ser del 16%.
- Azufre. Se mide en porcentaje y es necesario para demostrar el cumplimiento de las restricciones en las Áreas de Control de Emisiones de Azufre (SECA). En los IFO 380 este valor no debe superar el 3,50%.
- Aluminio. Es medido en partes por millón (ppm). Es un catalizador normalmente utilizado en las refinerías.

- Silicio. Es medido en partes por millón y se suele indicar normalmente con el aluminio en un número combinado. El límite de esta combinación es de 54 ppm.
- Potencial Total de Sedimento (TSP). Se mide en porcentaje, es el resultado de un ensayo en el petróleo el cual ha sido envejecido 2 horas a 100 °C para determinar su estabilidad. Su valor máximo es de 0,10 ppm.
- Punto de fluidez. Se mide en °C este nos indica la temperatura mínima de trasiego. La mayoría de los fueloil paran de fluir a temperaturas cercanas a los 0 °C no obstante podemos encontrar algunos casos que pueden llegar a parar de fluir a los 30 °C.
- Punto de inflamación. Expresado en °C nos indica la temperatura a la que se inflamará la muestra de combustible. En los buques existe un punto mínimo de inflamación de 60 °C.

#### 4.4. Tratamiento de los combustibles marinos. [2]

Previamente a ser usados los combustibles marinos del tipo convencional de motores diésel deben ser tratados. Se tiene que eliminar o reducir al máximo los posibles contaminantes que puedan encontrarse en el combustible antes de que lleguen al motor.

El combustible es trasegado a través de una bomba desde el tanque comúnmente llamado de almacenamiento, pasando por un filtro del tipo cesta o canasta denominado como filtro frío, hasta el tanque de sedimentación.

Este proceso está compuesto por cuatro fases:

- Sedimentación.
- Centrifugado.

- Calentadores.
- Filtración.

#### **4.4.1 Sedimentación.**

Se debe dejar reposar el combustible dentro del tanque de almacenamiento que se encuentra con una temperatura elevada para que el combustible permanezca en estado líquido.

El efecto de la gravedad en el tanque produce el descenso de agua y partículas sólidas al fondo del mismo, donde pueden ser vaciados al exterior.

Como norma, el tanque tiene la capacidad para almacenar el consumo del combustible durante al menos tres días, posteriormente el combustible pasa a la siguiente fase.

#### **4.4.2 Centrifugado.**

El combustible es enviado a un purificador centrífugo o depuradora, el mismo es sometido a fuerzas mucho más altas que la gravedad. De esta forma se reduce aún más el contenido de agua y partículas sólidas.

El combustible entra en este recipiente con una velocidad de giro, dependiendo de la depuradora, de 12.500 revoluciones por minuto (r.p.m.). El mismo pasa al interior del recipiente mediante una serie de platos.

La fuerza centrífuga envía el agua y las partículas sólidas a los extremos del recipiente, por tanto el combustible es dirigido a la parte superior del mismo.

Funcionando correctamente en este proceso, se puede extraer un 80 % de las partículas sólidas (aluminio, silicio, entre otras) y puede eliminar un 2 % de agua aproximadamente.

Este combustible es enviado a un tanque para poder ser utilizado. A este último se le conoce como tanque diario o tanque de servicio diario y su capacidad de almacenaje es el consumo de combustible de un día del motor principal.

#### **4.4.3 Calentadores.**

El combustible que se encuentra en el tanque de suministro diario pasa por los calentadores del combustible, de esta forma se reduce la viscosidad al correcto nivel para ser inyectado.

Los calentadores reciben el calor por medio de un sistema de vapor, un sistema eléctrico o un sistema de aceite térmico. Por último el combustible se encuentra a la temperatura adecuada y posteriormente pasa a la etapa final, que es la de la filtración.

#### **4.4.4 Filtración**

En esta etapa el combustible atraviesa un fino filtro de unas 15 micras aproximadamente.

De esta forma las partículas mayores de este tamaño quedan en el filtro, que se auto-limpia. Esta es la última etapa de tratamiento del combustible antes de entrar en el motor son los llamados comúnmente “filtro caliente”, dado que entran en funcionamiento después de los calentadores.

La calidad del combustible tiene impacto directo sobre el tratamiento rutinario del mismo. Por lo tanto para conseguir una adecuada sedimentación y centrifugación el combustible debe tener una densidad mínima 1g/kg menos que el agua.

El punto para que fluya correctamente debe estar como máximo a 10° C por debajo de la capacidad del calentador de los tanques de almacén, si no el buque no tendrá la posibilidad de bombear dicho combustible.

#### 4.4.5 Viscosidad y temperatura de inyección. [2]

Los M. C. I. A. (motores de combustión interna alternativos) Diésel que utilizan Fuel Oil precisan que el combustible posea una viscosidad desde 12 a 15 cSt y así poder ser inyectado correctamente en cada cilindro del mismo.

De esta manera vemos que el combustible requiere ser calentado justamente antes de ser inyectado al motor. Con un Fuel Oil de 380 cSt a 50 °C debe ser calentado sobre los 132 ° C, en casi todos los buques se tiene un sistema de regulación automática para poder controlar la viscosidad y la temperatura del mismo. Mientras el buque posea la capacidad operativa para calentar dicho combustible, la viscosidad del mismo será óptima, incluso en muchos buques pueden funcionar con combustible de 780 cSt (a 50°C), en algunos M. C. I. A. de más antigüedad pueden que tengan algunas restricciones, en la actualidad no es lo habitual.

#### 4.5. ¿Qué es el “bunker”? [2]

La expresión de “Bunkers”, proviene del inglés, y hace referencia a los combustibles utilizados en los buques para el propio consumo y propulsión. Originalmente se comenzó a utilizar este término con el uso del carbón como combustible principal para las calderas de los buques de vapor.

Por aquel entonces, el carbón se almacenaba a bordo por los laterales de la sala de calderas, a estos sitios se los llamaba en inglés “Coal Bunkers”, al mismo tiempo esta expresión también era utilizada en tierra en los lugares de almacenaje.

Los tripulantes de los buques, normalmente marineros, eran los que se encargaban del mismo, por lo general no suelen utilizar dos palabras cuando con una sola es más que suficiente, de ahí que este espacio pasó a llamarse simplemente “Bunkers”, (carbonera), y a su material (carbón) , de ahí el nombre “Bunkers”, o combustible.

Finalizando el siglo XIX, había muchos buques propulsados por vapor tanto mercantes como militares, estos se aprovisionaban de carbón en puertos donde hacían sus cargas y descargas de mercancías, también en puertos por el paso de su ruta, donde había lugares exclusivos para abastecer el mismo. Esta era una práctica común por aquel entonces a esta labor se le denominó “Bunkering”, en la actualidad se llama en español abastecimiento de combustible marino líquido.

Con el comienzo del siglo XX, el empresario Weetman Pearson, tenía una alta participación en algunos yacimientos petrolíferos y refinerías en México (Mexican Eagle). En 1909 estableció una flota de petroleros con la finalidad de suministrar hidrocarburos a EE.UU., en ese momento se comenzaba a utilizar Fuel Oil en locomotoras ferroviarias. Pearson se dio cuenta que utilizar hidrocarburos generaría la reducción de mano de obra y espacios destinados para el mismo con lo cual se dispondría de más espacio para carga de mercancías con más eficacia utilizando los mismos en las calderas de los buques, que en un principio eran híbridos vale decir que funcionaban con Fuel Oil. Y también con carbón pero en menor cantidad.

Con el uso del Fuel Oil se originó la eliminación de los fogoneros que eran los que suministraban el carbón en el horno a pala, el combustible de hidrocarburo utilizaba menor espacio para cubrir las mismas distancias, y su valor era mucho más económico por milla marina recorrida.

Esto naturalmente no pasó desapercibido por otros, y dos empresarios en particular notaron las ventajas para sus respectivas empresas, uno de ellos Sir Marcus Samuel “fundador de Shell”, que en ese momento transportaba y refinaba hidrocarburos por todo el mundo, proporcionaba a sus clientes gasolina y keroseno, a este le sobraba mucha cantidad de Fueloil, en gran cantidad de localidades, por lo tanto, tenía la necesidad de crear una demanda del mismo.

Por otra parte, el Almirante John Fisher, que en aquel momento era el comandante de la flota mediterránea, utilizando su influencia consiguió que los buques de guerra de la clase Dreadnaught y súper Dreadnaught, utilizaran combustible de

hidrocarburo, dado que el espacio del mismo dentro de buque y su coste eran mucho menor y generaba una reducción de mano de obra significativa.

Pearson y Fisher ejercieron su presión sobre su amigo Sir Winston Churchill para producir el cambio de carbón a hidrocarburo en los buques de la armada británica.

La presión política fue seguida con intriga además de interferencias muy grandes por la compañía que posteriormente sería BP, que no contaba con los medios suficientes para abastecer las necesidades requeridas por lo que se efectuó un contrato adicional.

Dicho contrato tenía requerimientos específicos, como el establecimiento de depósitos de combustible en las localidades donde estaban establecidas las antiguas estaciones de carboneo, el cambio estaba motivado porque a su vez las armadas de otros países también adoptarían el cambio.

Esto fue efectuado con el dinero de los contribuyentes de impuestos, una red de abastecimiento de fuel oil en todo el mundo, además de una infraestructura suficiente para dar servicio a los depósitos de almacenaje en las estaciones y poder trasladar el hidrocarburo a los buques en cuestión.

Transcurrida la primera guerra mundial, el acceso a las estaciones de abastecimiento mejoró el rendimiento de las numerosas ventajas del combustible líquido para ser utilizadas por la marina mercante, aportando así una mayor distancia, menor cantidad de tripulantes, más eficiencia.

En su gran mayoría, las estaciones de abastecimiento del combustible marino eran de propiedad y estaban operadas por lo que hoy se conoce como las grandes petroleras. Así comenzó el cambio rápido de los combustibles de hidrocarburos a la marina mercante.

A finales del siglo XX, existían en servicio menos de 12 buques mercantes propulsados por carbón, y estos operan en lugares donde siempre hay abastecimiento

del mismo como ejemplo citamos la costa de Australia y en la zona de grandes lagos en EE. UU.

Los primeros buques propulsados por vapor tenían calderas en donde el carbón se quemaba en una parrilla abierta, con fogoneros que encendían el fuego y atizaban el mismo, además se encargaban de recoger las cenizas, esto requería mucho trabajo manual en las bodegas del horno y la caldera era gran parte del entrenamiento, incluyendo el año 1.966 los aprendices tenían que pasar algún tiempo dedicado a aprender las técnicas para encender dichas calderas, en la actualidad los buques que son modernos y están propulsados por carbón cuentan con bodegas de encendido y atizado de forma automatizada, como en las centrales eléctricas.

#### **4.5.1. Métodos de suministro.**

Gabarra o barcaza con auto propulsión es la metodología más frecuente para suministrar combustibles marinos a los buques en la actualidad.

La misma es una estructura que flota de simple construcción, dotada de tanques y con un sistema de bombeo y tuberías en el mismo, también cuenta con motor y sitios de fondeo con resguardo, o también un buque tanque para cabotaje, con una equipación suficiente para navegar en zonas de la costa o navegaciones cortas.

Todas las gabarras o barcasas están equipadas con defensas que suelen ser sólidas o defensas neumáticas, que son las más habituales, para evitar el contacto del metal entre ambos buques, la gabarra o barcaza y el buque a ser suministrado. El conducto de carga es de goma y está conectado al suministrador y al conducto de toma de combustible del buque a ser suministrado, que es el encargado de distribuir el combustible en dicho buque.

La conexión que va desde la gabarra o barcaza al buque a ser suministrado se realiza mediante una manguera de goma que es maleable, por lo general su diámetro suele estar entre las cuatro y las seis pulgadas (100 mm a 150 mm), a partir de ahí suele ser conectada.

Todas las gabarras o barcasas de actual construcción poseen doble casco, no obstante hay algunas gabarras o barcasas que operan todavía que no cuentan con el sistema de doble casco.

#### **4.6. Normativa y especificaciones. [2]**

En la actualidad existen dos normas de clasificación de los diferentes tipos de combustibles con gran aceptación, con una especialización para los combustibles de uso marino en el sector tanto para vendedores y proveedores, pero no todos están en estas dos normas.

La primera especificación completa es la vieja normativa Británica BSMA-100 del año 1.982, anteriormente se contaba con otras especificaciones pero no eran específicas para los combustibles marinos. El combustible marino era pedido con el nombre de “Bunker C” o indicado su viscosidad. La especificación BSMA-100 tenía algunos valores con limitación en algunos parámetros, dado que poseía 15 diferentes tipos de gasóleo, el gasóleo estaba indicado con las siglas M1, mientras que el Fuel Oil, estaba indicado con la sigla M7 que era el Fuel Oil normal de 380 cSt.

Posteriormente le siguió la norma ISO 8217 del año 1.987, la cual estaba asistida por la Organización Internacional de Normalización.

El foro de fabricantes de motores, el Congreso Internacional de Máquinas A Combustión (CIMAC), publicó su primera especificación de los combustibles que se deberían utilizar en los buques en el año 1.990, ya en ese momento, la norma británica había sido reeditada con especificaciones muy parecidas a la ISO 8.217, ambos organismos (CIMAC e ISO) tienen personal trabajando en las constantes actualizaciones.

#### 4.6.1. ISO 8217.

La norma ISO en la actualidad para los combustibles marinos es muy parecida a la norma ISO 8217 del año 2005, la misma se publicó en Noviembre del mismo año, y tuvo vigencia hasta el año 2010, cuenta en su nomenclatura con cuatro tipos de destilación (DMX, DMA, DMB YDMC) y más de 10 tipos de Fuel Oil marinos (desde el RMA 30, hasta RMK 700).

El significado de las siglas DM es destilado marino y RM es residual marino. Los números de los diferentes tipos Fuel Oil nos aportan valores de la viscosidad a 50°C.

La norma posee ocho apartados de textos con sus correspondientes cláusulas donde se especifica las prestaciones del combustible. La cláusula N°5 tiene especial relevancia, dado que detalla las características del combustible: debe ser una mezcla homogénea de hidrocarburos cuya derivación es directa del refinado del petróleo, no puede tener ácidos inorgánicos, ni ningún tipo de aceites reciclados, así mismo excluye también toda incorporación de sustancias agregadas o de desechos químicos, cuya capacidad comprometa la seguridad del buque, o afecte de manera adversa al rendimiento del mismo, además resultaría nocivo para el personal, y generalmente contaminan el aire.

Esta cláusula prohíbe todos los adulterantes con un factor alto de peligros hallados en el combustible en los últimos 20 años, sin que sea importante tener a cada uno identificado.

La norma ISO 8217 tiene párrafos para informar sobre los posibles problemas que el grupo de trabajo de la norma ISO manifestó que deben aclararse. Algunos de estos tendrán probablemente incorporación en futuras revisiones.

Resumen de las clases principales	
DMX	Gasóleo para motores que poseen combustible almacenado por fuera de la sala de máquinas, cuyo punto de inflamación en menor a 50°C
DMA	Gasóleo
DMB	Diesel destilado
DMC	Diesel mezclado
RMA	Mezcla de Fuel Oil ligero
RME	Combustible residual para motores con velocidad media y motores antiguos de baja velocidad
RMG	La clase más frecuente de combustible en motores más actuales de velocidad media y casi en su totalidad para motores de baja velocidad.
RMK	Combustible de alta viscosidad y alta densidad usado por los buques actuales porta contenedores.

**Tabla 2: Clases de combustibles según la norma ISO.**  
**Elaboración propia.**  
**Fuente: [2]**

El número siguiente a las letras de las clases es la viscosidad del combustible a 50°C. No todas las clases de combustibles están disponibles en todos los puertos.

#### **4.6.2. CIMAC 2.003.**

La normativa CIMAC utiliza el mismo tipo de descripción, pero sin las siglas DM O RM.

Hay proveedores y vendedores que cuentan con sus propias especificaciones, sobre todo cuando sus requisitos son un tanto más exigentes que las normas anteriormente mencionadas, algún requisito en los parámetros o por legislación nacional.

#### **4.6.3. Anexo VI del MARPOL: Reglas para prevenir la contaminación atmosférica ocasionada por los buques. [13]**

##### **Regla N° 13**

##### **Óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>)**

La regla se aplicará en todos los motores de uso marino con potencia superior a 130 kW. En este caso, los buques expuestos en nuestro trabajo son de 6.000 kW, cuya

instalación fue en el momento de la construcción de los buques, por lo que los mismos no fueron sometidos a una transformación o adaptación del mismo.

Además cabe destacar, que dicha regla no se aplicará a los motores destinados a situaciones de emergencia, o para accionar dispositivos únicamente de emergencia instalados en el buque, tampoco a botes salvavidas destinados al mismo fin, además a motores instalados en buques que estén de manera única a efectuar viajes dentro de las aguas sometidas a la soberanía o jurisdicción del estado cuyo pabellón son autorizados a enarbolar, pero sí, están obligados a medidas de control que el estado considere oportuno.

De igual modo, la administración puede permitir que la regla no se aplique a buques cuya construcción sea anterior al 19 de Mayo del año 2005, tampoco a motores marinos con una transformación importante con la misma fecha, con la condición exclusiva de realizar viajes hacia puertos o terminales que estén mar adentro en el estado o cuyo pabellón enarbolan.

¿A qué llamamos transformación importante?

Se entiende a las modificaciones, a partir del 1 de enero de 2000 o posterior, del motor diesel marino que no tenga su certificación, según estipulaciones mediante la cual se cambie un motor por otro o se instale otro adicional, o se realice algún cambio notable en él, “según se especifica en el código sobre los NO<sub>x</sub> revisado en año 2008”, o se extienda el régimen máximo continuo del motor mayor al 10% con respecto al régimen máximo continuo indicado en su certificación original.

En caso de una transformación importante que el mismo no tenga la situación original, se aplicará las correspondientes normas en el momento de sustitución o cambio del motor, en caso de que el motor instalado no cumpla con la normativa, el mismo tendrá que ajustarse a la vigente normativa.

Si el buque hubiese sido construido el 1 de enero de 2000 o posteriormente se le aplicaran las normas que estén en vigor al momento de la construcción del mismo.

## **Nivel N°1**

En este anexo, está prohibido el funcionamiento de todo motor marino instalado en un buque cuya construcción haya sido antes del 1 de enero del 2000 o posterior, pero con anterioridad al 1 de enero del 2011, a menos que la cantidad de óxido de nitrógeno (calculada en forma de emisión total ponderada de NO<sub>x</sub>) que sea emitido por el mismo este dentro de los límites especificados, siendo  $n$  el régimen nominal del motor (revoluciones por minuto).

*“ $45 * n^{(-0,23)}$  g/kWh si  $n$  es igual o superior a 130 rpm pero inferior a 2000 rpm;”*

## **Nivel N°2**

En este anexo está prohibido el funcionamiento de todo motor marino instalado en un buque cuya construcción haya tenido lugar después del 1 de enero del 2011, a menos que la cantidad de óxido de nitrógeno (calculada en forma de emisión total ponderada de NO<sub>x</sub>) que sea emitido por el mismo este dentro de los límites especificados, siendo  $n$  el régimen nominal del motor (revoluciones por minuto).

*“ $44 * n^{(-0,23)}$  g/kWh si  $n$  es igual o superior a 130 rpm pero inferior a 2000 rpm;”*

## **Nivel N° 3**

En este anexo la zona de control de emisiones que están sometidas a controles del NO<sub>x</sub> del nivel N° 3 se aplica sobre el funcionamiento de los motores diésel marinos instalados en buques: Está prohibido a menos que la cantidad de óxidos de nitrógeno (calculada en forma de emisión ponderada del motor en NO<sub>x</sub>) que el mismo emita dentro de los límites especificados, siendo  $n$  el régimen nominal del motor (revoluciones por minuto).

*“ $9 * n^{(-0,23)}$  g/kWh si  $n$  es igual o superior a 130 rpm pero inferior a 2000 rpm;”*

## **Certificación**

La misma, con su prueba y sus correspondientes procedimientos a las normas estipuladas en la presente regla se recoge en el código técnico sobre los NO<sub>x</sub>, revisado el año 2008, cuyo objeto es representativo sobre el funcionamiento normal del motor. Algún dispositivo con el fin de manipular, o alguna estrategia que sea irracional está en dirección contraria al propósito de la misma, además no es permitido su uso, así mismo la presente regla no prohíbe el uso de algún dispositivo de supervisión adicional utilizado para proteger el buen funcionamiento del motor y de esta manera pueda ocasionar algún daño o avería para hacer más fácil el arranque del mismo

### **Regla 14**

#### **Óxidos de azufre (SO<sub>x</sub>) y materia particulada**

Disposiciones generales: El contenido de azufre del combustible fuel Oil que se debe utilizar a bordo de los buques no debe sobrepasar los límites indicados.

- 4,50 % masa/masa anterior al 1 de enero de 2012
- 3,50 % masa/masa al 1 de enero de 2012 y posterior
- 0,50 % masa/masa al 1 de enero 2020 y posterior

Lo que contiene de media el azufre a nivel internacional del combustible fuel oil residual que se suministra para uso a bordo de los buques, se va a controlar según las normas elaboradas por la organización (MARPOL).

#### **Disposiciones que se aplicarán en las zonas de control de las emisiones.**

Las zonas de control de las emisiones son: la zona del mar Báltico, la zona de Norteamérica, la zona del mar Caribe de los Estados Unidos, cualquier zona marítima, incluyendo las zonas portuarias, que hayan sido designadas a conforme con los criterios y procedimientos que se han indicado en los anexos. Mientras los buques naveguen en la zona de control de las emisiones, el contenido de azufre en el combustible fuel oil utilizado no debe exceder los límites que a continuación se detallan:

- 1,50 % masa/masa antes de julio de 2010
- 1,00 % masa/masa del 1 de julio 2010 y posteriormente
- 0,10 % masa/masa el 1 de enero 2015 y posteriormente

Con anterioridad al 1 de enero de 2020, el contenido de azufre en el combustible fuel oil al que estamos haciendo referencia, no se aplicará a los buques que naveguen en la zona de Norteamérica y la zona del mar Caribe de los Estados Unidos, cuya construcción haya sido antes del 1 de agosto de 2011, que utilicen calderas como sistema de propulsión y que no estuvieran proyectadas en su construcción original para funcionar de manera continua con el uso de combustible con bajo contenido en azufre o gas natural.

Además el suministrador debe demostrar con la documentación pertinente, que cumplen con las disposiciones de bajo contenido en azufre en el fuel oil.

En los buques que utilicen distintos tipos de fuel oil , deben llevar un procedimiento documentado que explique cómo se debe realizar el cambio de los distintos tipos de fuel oil que hay a bordo del buque, con el fin de hacer el cambio de combustible con tiempo suficiente de tal forma que limpie el sistema de distribución del mismo y de esta forma poder cumplir con la normativa vigente en vigor, para que esto quede documentado, se anotará en el libro registros de hidrocarburos emitido por la administración, en el mismo se anotará el volumen de fuel oil con bajo contenido en azufre.

### **Examen de la norma**

Con el objetivo de determinar la disponibilidad de fuel oil, y así poder cumplir con la norma se deben tener en cuenta los siguientes elementos: la oferta y la demanda mundial de fuel oil para poder cumplir con lo establecido, hacer un análisis con las tendencias del mercado internacional sobre la cantidad de fuel oil disponible y tener en cuenta las cuestiones pertinentes como los distintos aspectos marítimos, ambientales, científicos y jurídicos para poder hacer un buen estudio del mismo.

Basándose en la información elaborada por los expertos se podrá decidir si es posible que los buques puedan cumplir con el plazo de la fecha estipulada (01 de enero de 2020), de no ser así y no poder cubrir las necesidades mundiales en este plazo, podría prorrogarse hasta 1 de enero de 2025.

## **V. RESULTADOS**



### 5.1. Características de los buques OPDR Canarias y OPDR Andalucía.

Los buques OPDR CANARIAS y OPDR ANDALUCIA son buques gemelos encargados por la compañía OPDR para renovar los buques de la línea Canarias-Sevilla. En la construcción de estos buques se hizo un tercero que fue vendido a Contenemar y ahora este buque pertenece a la naviera Armas con el nombre de Volcán de Teneguía.

Se trata de dos barcos de bandera española con registro en Santa Cruz de Tenerife, al ser ambos buques gemelos las diferencias entre ellos son mínimas o nulas por esta razón trataremos los datos como si tratáramos de un único barco.

Nombre	OPDR Andalucía	OPDR Canarias
Construido	2007	
Bandera	Española	
Puerto de inscripción	Santa Cruz de Tenerife	
Numero IMO	9331206	9331191
Señal de llamada	ECKZ	
Motor principal	MaK 12 VM 32C	
Potencia MMPP	6000 kW	
Calado de Verano	6.013 m	
Manga de Tazado	22 m	
Puntal	13.9 m	
Velocidad máxima	16.4 nudos	
Arqueo Bruto	11.300 Tn	
Arqueo Neto	2.800 Tn	
Peso muerto total	7300 Tn	
Capacidad en TEU (nominal)	500	
Capacidad de TEU (14t)	290	
Hélice de proa	WÄRTSILÄ FT175H	
Hélice de popa	WÄRTSILÄ CPP2-20250-038-160M-A2A10SDS	
Potencia hélice de proa	825 kW	
Potencia hélice de popa	500 kW	
Velocidad	16.5 Knt	
Clasificación	Con-Ro	
Astillero y número.	Fujian Mawei Shipbuilding, Fuzhou China / 433-2	

**Tabla 3: Características de los buques**  
**Elaboración propia**  
**Fuente: [14]**

La tripulación del barco está compuesta por capitán, jefe de máquinas, primer oficial de cubierta y primer oficial de máquinas, segundo oficial de cubierta, mecánico, electricista, conremaestre, cuatro marineros, alumno de máquinas y alumno de puente.

## 5.2. Almacenamiento del combustible a bordo. [8] [7]

En ambos buques el sistema de almacenamiento es igual con pequeñas salvedades como puede ser la posición de una válvula o de tuberías.

Todo el sistema de almacenamiento y trasiego está calefactado en su mayoría por el sistema de thermal oil que en la etapa de almacenamiento lo mantiene a 60 °C y en la etapa de sedimentación aumenta su temperatura hasta 90 °C.



**Ilustración 1: Sistema de válvulas de Thermal Oil.  
Elaboración propia.**



**Ilustración 2: Sistema de tuberías de trasiego de fuel oil y gasoil.  
Elaboración propia.**

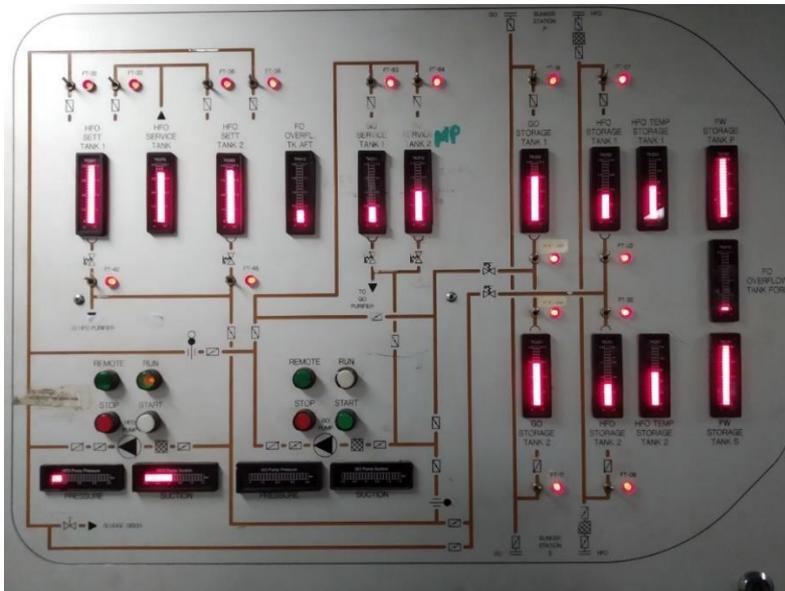
Como podemos ver en el plan de los sistemas de trasiego de combustibles los buques (Anexo 2) constan de 4 tanques de almacenamiento, 2 para el HFO y 2 para el MDO, 4 tanques de servicio diario, 2 para el HFO y 2 para el MDO, 2 tanques de sedimentación para el HFO y 1 tanque de reboses.

Las capacidades de estos tanques son:

Nombre	Capacidad (m <sup>3</sup> )
HFO Storage Tank 1	340
HFO Storage Tank 2	351
GO Storage Tank 1	47
GO Storage Tank 2	47
HFO Settling Tank 1	27.3
HFO Settling Tank 2	27.5
HFO Service Tank	22.7
GO Service Tank 1	7.9
GO Service Tank 2	6.3

**Tabla 4: Capacidad de los tanques de combustible.**  
**Elaboración propia.**  
**Fuente: [8]**

Desde un panel se controlan las operaciones de trasiego (ver Ilustración 3). Dichas operaciones las realiza el primer oficial o el mecánico, dependiendo de cuál de ellos esté de guardia, cada 6 horas para que así los tanques de sedimentación siempre estén llenos.

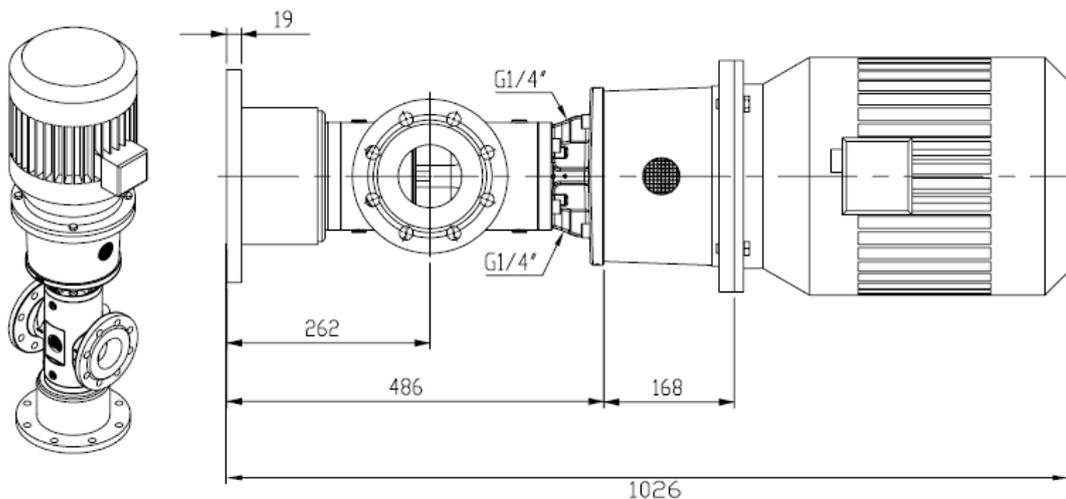


**Ilustración 3: Panel de control de válvulas neumáticas.**  
**Elaboración propia.**

En cuanto a los tanques de servicio diario de gasoil es costumbre en la compañía se destine el tanque de servicio 1 únicamente para almacenar el combustible utilizado por los motores auxiliares. Este tanque se rellena 1 o 2 veces a la semana con gasoil depurado, mientras que el tanque de servicio 2 queda para el consumo del motor

principal y se llena directamente desde el tanque almacén, es decir sin ser previamente depurado el gasoil.

Para finalizar con el sistema de trasiego de combustibles hablaremos sobre las bombas de trasiego. Ambas son bombas Behrens Pumpen KV 275 + 132 un tipo de bomba de 3 tornillos.



**Ilustración 4: Bomba de trasiego de combustible.**

**Fuente: [7]**

Como principales características de este tipo de bombas tenemos:

- Alta potencia: El flujo axial de este tipo de bombas permite una buena entrega de potencia. Esto unido a las altas presiones que puede obtener, hace que en comparación con otras bombas de diseño compacto, el desarrollo de la potencia en esta sea más eficiente.
- Operatividad con alta gama de fluidos. Esta bomba es capaz de bombear fluidos desde 26 cSt de viscosidad hasta 600 cSt. Siempre que el suministro sea constante, para garantizar un adecuado funcionamiento.
- Bajo nivel de vibraciones y ruidos. En un funcionamiento de flujo medio este tipo de bombas trabaja de manera muy silenciosa y sin apenas vibraciones.
- Fácil ajustado. Controlando la velocidad de giro, podremos regular perfectamente el volumen de descarga.

### 5.3. Tipos de combustibles utilizados a bordo. [15]

En ambos barcos los combustibles utilizados son Heavy Fuel Oil en concreto el IFO 380 y Marine Diesel Oil, de los cuales ya se ha hablado en los capítulos anteriores.

Analizamos uno de los albaranes del año 2019 en el que podemos ver que la empresa que suministra dichos combustibles es CEPSA transportando los combustibles desde la factoría Petrocan Tenerife hasta el barco en gabarra, en este caso la gabarra Florence-B (ver Ilustración 5).

  		<b>SELLER:</b> COMPAÑIA ESPAÑOLA DE PETROLEOS S.A.U. TORRE CEPSA - PASEO DE LA CASTELLANA 258A 28046 MADRID - ESPAÑA Tel +34 91 337 8000 Fax +34 91 337 6027 BUNKER@CEPSA.COM / WWW.CEPSA.COM	
		<b>SUPPLIER:</b> SAME AS THE SELLER	
<b>Recibo de Entrega Bunker (REB) / Bunker Delivery Note (BDN)</b>			
DEPENDENCIA SUMINISTRADORA / BUNKER INSTALLATIONS <b>FACTORIA DE PETROCAN TENERIFE</b>		FECHA SUMINISTRO / DELIVERY DATE <b>11/03/2019</b>	Nº RECIBO / RECEIPT No. <b>282019000655</b>
PUERTO / PORT <b>S. C. DE TENERIFE</b>	PUNTO DE ENTREGA / SUPPLY POINT <b>MUELLE DE CONTENEDORES ( / )</b>		Nº NOMINACION / NOMINATION No. <b>0060637369</b>
NOMBRE DEL BUQUE / VESSEL'S NAME <b>OPDR ANDALUCIA</b>	Nº IMO / IMO NUMBER <b>9331206</b>	BANDERA / FLAG <b>ESPAÑA</b>	PUERTO DE MATRICULA / PORT OF REGISTER <b>S/C. DE TENERIFE</b>
DESTINO / DESTINATION <b>NACIONAL</b>	PAIS / COUNTRY <b>NACIONAL</b>	ARMADOR / ARIADOR / DISPONENTE / OPERADOR / OWNER / DISPONENT OWNER / OPERATOR <b>MACANDREWS GMBH</b>	
COMPRADOR / BUYER <b>MACANDREWS GMBH</b>		N.I.F. / COD. 	N.I.F. / COD. <b>A60389624</b>
TIPO DE OPERACION <input type="checkbox"/> CON I.E. <input checked="" type="checkbox"/> EXENTO DE I.E. <input type="checkbox"/> CON I.V.A./I.G.I.C. <input checked="" type="checkbox"/> EXENTO I.V.A./I.G.I.C.			
FORMA DE SUMINISTRO METHOD OF DELIVERY		<b>GABARRA</b>	<b>ANAFI</b>

**Ilustración 5: Albarán de bunkering.  
Elaboración propia  
Fuente: [15]**

En este formato de albarán se indica las cantidades que se carga de combustible, las densidades a 15 °C, la viscosidad de cada uno y el flash point. Aparte de las horas en las que se realiza la operación de bunker. Destacar que el responsable del suministro entrega dos muestras de todo combustible con sus respectivos precintos que también queda reflejado en el albarán. Una de estas muestras es para el barco que es la usada para enviar a analizar, y la otra muestra se suministra por ley para ser almacenada a bordo mínimo 1 año (ver Ilustración 6 y 7).

DATOS DE TIEMPO / TIME SHEET												
Producto (Product)	ATACÓ / FONDEÓ DOCKED / ANCHORED		ACOPLO CONNECTED		EMPEZÓ COMMENCED		TERMINO COMPLETED		DESCONECTÓ DISCONNECTED		TOTAL HORAS / HOURS	Nº NOTA ENTREGA / No. DELIVERY NOTE
	HORA HOUR	FECHA DATE	HORA HOUR	FECHA DATE	HORA HOUR	FECHA DATE	HORA HOUR	FECHA DATE	HORA HOUR	FECHA DATE		
IFO 380 T	2:18	11/03/2019	3:54	11/03/2019	4:12	11/03/2019	5:30	11/03/2019	5:54	11/03/2019	2: 0	
GASOIL	2:18	11/03/2019	3:48	11/03/2019	4:30	11/03/2019	4:56	11/03/2019	5:24	11/03/2019	1: 36	
											2: 6	

**Ilustración 6: Datos de tiempo de consumo.  
Elaboración propia.  
Fuente: [15]**

Producto Product	Epigrate Tax TB	Cantidades Suministradas Supplied Quantities			Densidad Density 15°C air	Viscosidad Viscosity cSt	Azufre Sulphur % m/m	Inflamabilidad Flash Point °C	Muestras Nº /Samples N°				
		M3	M3 a 15° (in air)	MT					Barco Ship	Suminist. Supplier	Custodia Custody	MARPOL 7/37B	
												Barco Vessel	Suminist. Supplier
IFO 380 T	1,5	310,783	303,306	300,000	989,1	380,00	1,39	73,00	0515204	0515205	0515206	0372713	0372714
GASOIL	1.3	17,063	17,022	15,000	881,2	5,25	0,097	86,00	0515201	0515202	0515203	0372711	0372712

**Ilustración 7: Características del combustible suministrado.  
Elaboración propia.  
Fuente: [15]**

Otro de los datos que se pueden destacar es que en dicho albarán el proveedor del fuel certifica y firma que el fuel que suministra se ajusta a lo dispuesto en la regla 18.3 del Anexo VI del Convenio MARPOL y que no supera los límites de contenido de azufre indicados en las reglas 14.1 y 14.4 de dicho Anexo.

### 5.3.1 Características de los combustibles usados en la compañía.

En este capítulo se enumerarán las características del combustible tras ser analizado ya que podremos ver con más claridad muchos más parámetros y hablaremos de las recomendaciones hechas al buque tras dichos análisis dependiendo de sus resultados.

### 5.3.2 Parámetros que aporta la analítica. [16]

En la analítica que nos envía la empresa VISWA LAB al barco nos separa los resultados del test en tres apartados: Parámetros específicos, parámetros adicionales y valores calculados. Después de exponer todos los datos el laboratorio nos informa de

que la muestra está conforme con las especificaciones del grado de IFO 380 – RMG 380 en relación a la norma ISO 8217:2005. A continuación veremos un ejemplo de cada uno de estos apartados con los resultados de uno de los meses del año 2018 escogido al azar.

Parámetros	Unidades	Resultados	Limites específicos
Densidad a 15 °C	Kg/m <sup>3</sup>	989.5	( 991.0 Max )
Viscosidad a 50 °C	cSt	344.0	( 380.0 Max )
Residuos de Carbón	% (masa)	15.92	( 18.00 Max )
Cenizas	% (masa)	0.05	( 0.15 Max )
Agua	% (volumen)	0.1	( 0.5 Max )
Sulfuro	% (masa)	2.15	( 3.50 Max )
Porcentaje de sedimentos totales	% (masa)	0.01	( 0.10 Max )
Vanadio	Ppm	154	( 300 Max )
Al + Si	Ppm	40	( 80 Max )
Flash Point	°C	> 70.0	( 60.0 Min )
Calcio	Ppm	10	( 30 Max )
Zinc	Ppm	< 1	( 15 Max )
Fósforo	ppm	< 1	( 15 Max )

**Tabla 5: Valores generales del IFO 380.**

**Elaboración propia.**

**Fuente [16]**

Parámetros	Resultados del test	Unidades
Viscosidad a 100°C	33.8	cSt
Grados API	12.03	
Sodio	23	ppm
Aluminio	17	ppm
Silicio	15	ppm
Hierro	22	ppm
Plomo	< 1	ppm
Níquel	28	ppm
Magnesio	2	ppm
Potasio	< 1	ppm
Numero de ácidos	< 0.1	mg KOH/g
Numero de ácidos fuertes	0.00	mg KOH/g

**Tabla 6: Valores específicos del IFO 380.**

**Elaboración propia.**

**Fuente: [16]**

Parámetros	Valor	Unidad
Energía específica neta	40.69	MJ/kg
Energía específica bruta	43.01	MJ/kg
CCAI	846	
Temperatura de inyección (para 13 cSt)	133	°C
Temperatura mínima de trasiego	42	°C
EFN (1 a 100)	56	

**Tabla 7: Valores calculados del IFO 380.**

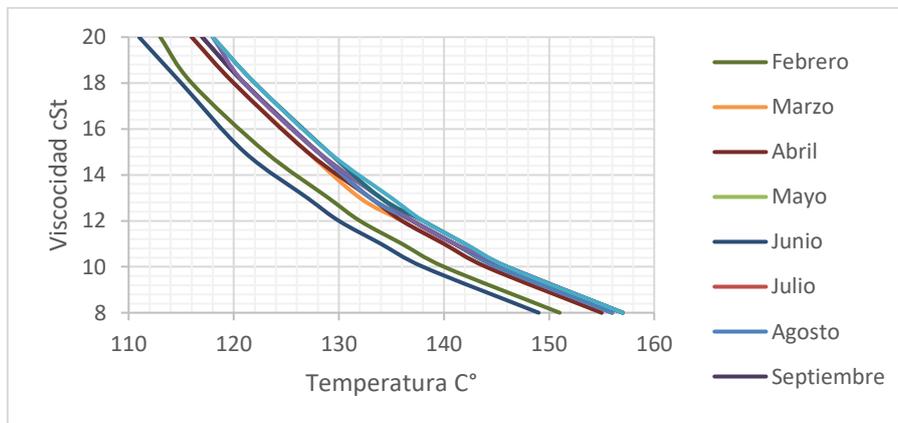
**Elaboración propia.**

**Fuente: [16]**

Calculated Carbon Aromaticity Index (CCAI): El retardo de ignición está indicado por el CCAI, mayor de 840 para motores de velocidad media y mayor de 870 para motores lentos. Desgraciadamente el CCAI tiene menos fiabilidad que otros métodos de ensayos más avanzados, como el FIA de Fueltech (proceso de craqueo catalítico).

Engine Friendliness Number (EFN): Es únicamente un valor de la calidad del fuel que nos aporta VISWA LAB desde el punto de vista de los daños por fricción o incrustaciones que podría provocar el uso del fuel al motor.

Siguiendo con los datos de la analítica el laboratorio nos aporta las temperaturas de inyección a 8, 10, 11, 12, 13, 15, 18 y 20 cSt. A continuación, veremos una gráfica con la que compararemos estos datos mes a mes, en la que podremos ver que no se aprecian diferencias significativas a lo largo del tiempo y por lo tanto estos datos solo se usan como elemento de control (ver Ilustración 8).



**Ilustración 8: Comparativa gráfica de las temperaturas.**

**Elaboración propia.**

**Fuente: [16]**

Y según todos los datos que han recopilado dan recomendaciones a los trabajadores del barco para la manipulación del fuel analizado.

### 5.3.3 Recomendaciones según los resultados. [16]

- Alto contenido de partículas catalizadoras (Al + Si). Cuando el contenido de partículas es alto los pistones y el sistema de fuel son susceptibles de sufrir rozamientos excesivos. Si el contenido de partículas es menor a 15 ppm, los daños serán mínimos. Pero si el contenido de partículas es mayor los daños por fricción aumentarán significativamente. En este caso la recomendación es purificar y recircular el fuel varias veces para que el contenido de partículas descienda.
- Alta densidad. En caso de que la densidad sea alta habrá que asegurarse de que el depurado del fuel se mantiene en una temperatura estable, alrededor de 98 °C. Además de asegurarse de que encaje bien el plato de gravedad de la depuradora en el caso de que su modelo lo posea.
- Alto contenido de residuos de carbono. Cuando este nivel es alto hay una alta probabilidad de que las combustiones sean incompletas produciendo alto contenido de hollín en los gases de escape, aumentando los depósitos de suciedad en la caldera de gases de escape. Se recomienda aumentar la temperatura de aire de barrido, realizar limpiezas de la caldera de escape con más regularidad, y si fuera necesario inspeccionar las turbos y realizarle limpiezas.
- Alto contenido de partículas de hierro. Alto nivel de hierro causa daño en las bombas de inyección y los inyectores. Asegurarse de que el sistema de depuración y filtrado funcionan correctamente.

#### 5.4. Métodos de abastecimiento llevados a cabo en los buques OPDR Canarias y OPDR Andalucía. [12]

El método de abastecimiento llevado a cabo en ambos es el denominado bunkering que básicamente es una operación portuaria en la que se suministra combustible desde un buque a otro.

El combustible viene transportado por una gabarra, la encargada de suministrar el combustible al buque.

Una vez desde inspección se ha planificado el día y la hora de bunker, la sección de máquinas procede a preparar la maniobra. Los encargados de realizar el bunker son el jefe de máquinas, que se encarga de rellenar el papeleo y dirigir toda la operativa, el primer oficial de máquinas y el mecánico, que se encargan de conectar las distintas mangueras de la gabarra al buque.



**Ilustración 9: Operación de bunker.  
Elaboración propia.**

La operación de bunker es operación en la que existe la posibilidad de un derrame, por este motivo el barco en su manual de gestión de la seguridad destina un capítulo para esta operación en la que vienen detallados todos los pasos que se deben seguir.

En este capítulo del manual de gestión contamos con 8 apartados: Objetivo, alcance, referencias, definiciones, responsabilidades, procedimiento, registro y archivo, y anexos. (Anexo 3)

### 5.5. Nueva normativa.



**Ilustración 10: Logotipo IMO**  
**Fuente: [4]**

Para empezar con este capítulo vamos a explicar qué es la IMO 2020 que es la razón de que se le esté dando este tratamiento a ambos barcos ya que la naviera piensa cambiar el combustible a otro que respete lo que esta regulación impone.

La IMO 2020 es la regulación aprobada por el Comité de Protección del Medio Marino de la OMI en la sesión 70 (entre el 24 y el 29 de Octubre de 2018) que obliga a los buques a emplear un combustible con un contenido máximo de azufre del 0.5% en masa frente al actual del 3.5% para así reducir las emisiones de óxido de azufre, ya que esta sustancia es muy contaminante para el medio ambiente y contribuye a la destrucción de la capa de ozono. [13]

La OMI en su sesión 73 ha aprobado una guía sobre el desarrollo de un plan de implementación en el buque para la adaptación al nuevo límite de azufre del 0,50% dentro del Anexo VI del MARPOL, y por consiguiente la BSM ha creado a partir de esta un plan de implementación para sus buques.

En este plan los buques están obligados a plantear varios puntos:

1. Evaluación de riesgos y planificación de mitigación del nuevo fuel.
2. Modificaciones en el sistema de Fuel Oil y limpieza de tanques (si fuese necesario).
3. Capacidad de Fuel Oil y capacidad de segregación.

4. Adquisición de combustible compatible.
5. Plan de cambio de combustible.
6. Documentación e informes.

En el Anexo 4 podemos ver un ejemplo de plan de implementación, el cual hemos obtenido a través de la BSM (Bernhard Schulte Management).

### 5.6. Tratamiento del fuel a bordo.

En este capítulo hablaremos de los tratamientos químicos que se le realizan al fuel en ambos buques. El primer tratamiento consiste en la dosificación de químico FuelPower Conditioner, que se dosificaba a través del filtro de aspiración de la bomba de trasiego de fuel.

Este tratamiento se implantó en el buque porque el módulo de combustible daba alarmas intermitentes a lo largo del día por subidas repentinas de la viscosidad del fuel, esto dio lugar al pensamiento de que la causa era la formación de lodos en los tanques previos al módulo, y las medidas que se tomaron para solucionar el problema fueron implementar este tratamiento y drenar los tanques de fuel con más frecuencia.



**Ilustración 11: Filtro de aspiración bomba de trasiego H.F.O.  
Elaboración propia.**



**Ilustración 12: Tanque de dosificación química.  
Elaboración propia.**

Este tratamiento se ha sustituido en el mes de abril del año 2019 por el Aderco 2055G que se suministra a través de las sondas de los tanques almacén siempre antes de las operaciones de bunker. Este tratamiento se ha impuesto sobre el anterior porque es una manera de preparar el buque para el cambio de fuel al bajo contenido en azufre y poder acogerse a la nueva normativa de 2020.

En el transcurso del cambio de tratamientos hubo un periodo de tiempo de un mes en el que no se le agregó ningún tipo de aditivo al fuel, para luego comenzar con la primera fase del químico Aderco 2055G.



**Ilustración 13: Dosificación de la química Aderco.  
Elaboración propia.**



**Ilustración 14: Dosificación de la química Aderco.  
Elaboración propia.**

### 5.6.1 Características del FuelPower Conditioner. [17]

El FuelPower Conditioner estabiliza y detiene la formación de lodos en los tanques. Este también mejora la depuración del fuel reduciendo la cantidad de lodos desperdiciados.

Beneficios:

- Estabiliza las mezclas de fuel, reduciendo los problemas de compatibilidad.
- Dispersa y previene la formación de lodos.
- Reduce la cantidad de lodos en el separador centrífugo.
- Con la depuradora trabajando eficientemente, los filtros limpios y el sistema de fuel en buen estado el personal de máquinas podrá enfocarse en cosas más importantes del mantenimiento.

Propiedades:

Apariencia	Claro y luminoso
Densidad ( $Kg/dm^3$ )	0.84
Flash Point ( $C^\circ$ )	>61
Estado	Líquido
No compatibilidades	Puede hinchar gomas y cauchos sintéticos

**Tabla 8: Propiedades del FuelPower Conditioner.  
Elaboración propia.  
Fuente: [17]**

### 5.6.2 Características de Aderco 2055G. [9]

Aderco 2055G es un polarizador de sulfatos muy potente, un tratamiento sostenible efectivo en combustibles ligeros y pesados. No contiene disolventes, ni catalizadores y está libre de componentes metálicos.

Aderco 2055G es auto-dispersante y está altamente concentrado. No son necesarios equipos especiales de dosificación.

Uno de los principales propósitos del uso del Aderco 2055G es la disolución de las aglomeraciones de asfaltenos y reducir las pequeñas partículas dispersas en el fuel que puedan crear posteriormente estos depósitos en la línea.

Esta acción generará más estabilidad en el fuel, reduciendo la incompatibilidad de los diferentes combustibles que se carguen y ayudando al drenaje de agua que estos contienen.

El resultado de este tratamiento será la disminución progresiva de los lodos y asfaltenos, y la reducción de las pequeñas partículas producto de la mala combustión del fuel en el motor.

Beneficios:

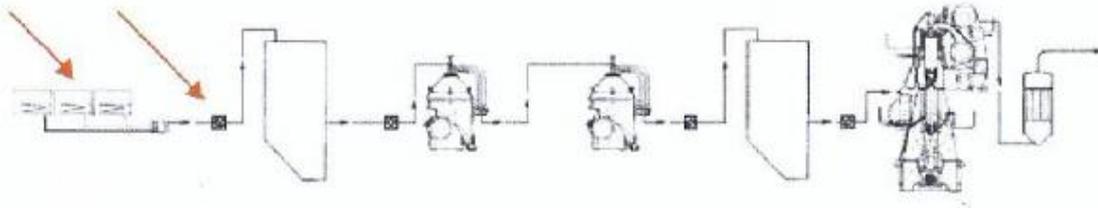
- Homogeneizar los combustibles evitando incompatibilidades.
- Dispersar concentraciones de asfaltenos del fuel.
- Prevenir la contaminación bacteriana de los combustibles ligeros.
- Mantener limpios los depósitos y los componentes del sistema de alimentación.
- Eliminar el agua emulsionada en los combustibles.
- Mantener más limpios los filtros y aumentar los tiempos en la centrifugación.
- Incrementar la atomización mejorando las combustiones y el rendimiento térmico.
- Reducir los periodos de limpieza de la turbo, economizador y sistema de escapes.
- Reducir emisiones de partículas.

- Reducir costes de mantenimiento.

### 5.6.3 Fases del proceso de Aderco 2055G.

#### Primera fase.

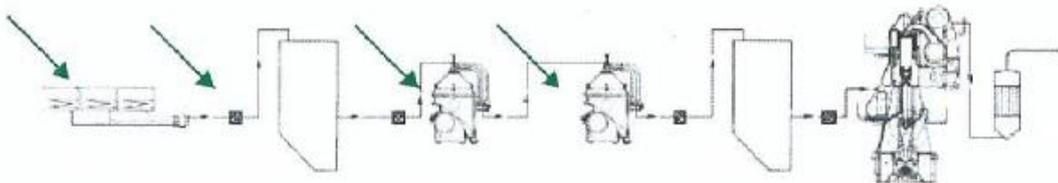
En esta primera fase entran los 10 primeros días después de la primera dosis. En ella notaremos más actividad en los primeros procesos de filtración, se recomienda drenar bien los tanques de sedimentación. Una vez pasados estos 10 días veremos cómo poco a poco se vuelve a la normalidad.



**Ilustración 15: Primera fase producto Aderco.**  
Fuente: [9]

#### Segunda fase.

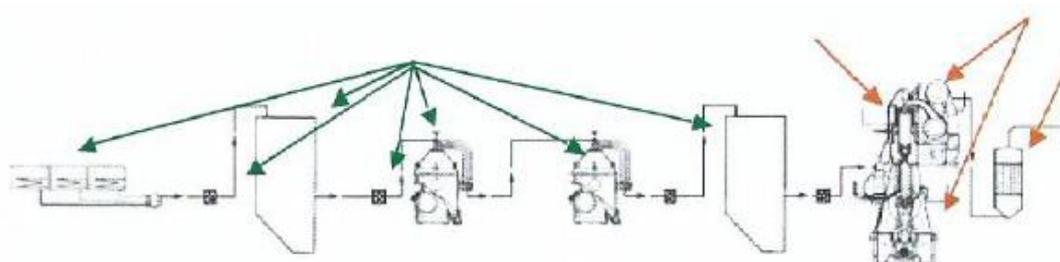
Esta segunda fase empieza antes de las 1000-1200 horas de funcionamiento después de la primera dosificación. En ella podremos ver que se reducen la cantidad de depósitos y lodos tanto en los filtros como en la depuradora. Con esto sabremos que el proceso de limpieza de los tanques ha comenzado.



**Ilustración 16: Segunda fase producto Aderco.**  
Fuente: [9]

### Tercera fase.

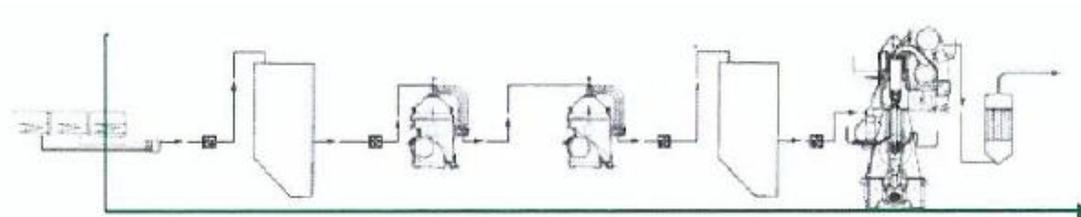
Antes de las 1800-2000 horas, el proceso de limpieza de los tanques sigue en proceso, se seguirá viendo como reducen los depósitos de los filtros y las depuradoras. Los depósitos de inquemados disminuirán en el pistón y los aros se verán más libres en sus ranuras. Se reducirá la formación de lodos, y las válvulas de escapes, las toberas de escape y el economizador empezarán a verse afectados por el proceso de limpieza.



**Ilustración 17: Tercera fase producto Aderco.**  
Fuente: [9]

### Cuarta fase.

Antes de las 3400-3600 horas ya los tanques y las líneas de fuel estarán limpias. Además de seguir con los efectos de las fases anteriores, se verán reducidas las emisiones del motor y las decantaciones de carbonos.



**Ilustración 18: Cuarta fase producto Aderco.**  
Fuente: [9]

## 5.7. Impresiones personales sobre el proceso de cambio de los tratamientos químicos.

Durante el periodo del cambio hemos podido vivir las tres primeras etapas del tratamiento Aderco 2055G, y nos gustaría dar una breve opinión de las dificultades que hemos vivido durante ese periodo.

Ambos coincidimos en que en la primera etapa, que podría asignarse al primer mes de la implementación, el mantenimiento tanto de la depuradora de fuel como de los filtros se volvió algo más tedioso ya que se empezó a encontrar una mayor formación de lodos. No obstante, una vez superado este periodo el mantenimiento empezó a ser mucho más llevadero que cuando se le aplicaba al sistema el FuelPower Conditioner.

También queríamos destacar que la dosificación del Aderco 2055G era un poco más complicada que la del FuelPower Conditioner ya que la zona en la que se dosificaba era algo complicada, ya que se encontraba debajo de la escala real con lo cual el espacio era muy reducido y quedabas expuesto directamente al mar en el momento de su dosificación.

Personalmente creemos que el cambio ha sido un acierto en cuanto a nivel de mantenimiento, pero queda esperar a ver si el resultado es el esperado en cuanto a la limpieza de los tanques.

## **VI. CONCLUSIÓN**



Para finalizar este Trabajo de Fin de Grado expondremos las conclusiones a las que hemos llegado tras la realización de este.

- Hemos analizados los conceptos de combustibles marinos, así como sus propiedades, los tratamientos que sufren a bordo y su manera de distribución.
- Hemos estudiado las normativas que influyen sobre dichos combustibles a la hora de su uso.
- Hemos dado a conocer la manera de trabajar del OPDR Andalucía y el OPDR Canarias de la naviera Bernhard Schulte Canarias S.A.U. sobre los combustibles que utilizan y el plan que van a seguir para cambiar de combustible y adaptarse a las normativas venideras.
- Este Trabajo de Fin de Grado se ha realizado partiendo desde un ámbito general de tratamientos que se llevan a cabo en la mayoría de los buques, a un ámbito más concreto como los tratamientos químicos que se realizan en los buques en los que ambos alumnos han realizados sus prácticas.
- Finalmente, nos gustaría destacar de este Proyecto que podría ser usado como guía para otros buques o navieras, en casos parecidos a los de los buques expuestos, que no tengan claro aún el plan que van a seguir para adaptarse a los nuevos cambios de legislación.



## **VII. ANEXOS**



**Anexo 1:** Anexo VI del MARPOL (Reglas 13 y 14)

**Regla 13**

*Óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>)*

**Ámbito de aplicación**

**1.1** *La presente regla se aplicará:*

- 1. A todo motor Diesel marino con una potencia de salida superior a 130 KW instalado en un buque; y*
- 2. A todo motor Diesel marino con una potencia de salida a 130 KW que haya sido objeto de una transformación importante el 1 de enero de 2000 o posteriormente, salvo cuando haya quedado demostrado, de manera satisfactoria a juicio de la Administración, que tal motor constituye una sustitución idéntica del motor al que sustituye y no está contemplado en el párrafo 1.1.1 de la presente regla.*

**1.2** *La presente regla no se aplicará:*

- 1. A los motores Diesel marinos destinados a ser utilizados solamente en caso de emergencia, o únicamente para accionar dispositivos o equipos destinados a ser utilizados solamente en caso de emergencia a bordo del buque en que estén instalados, ni a los motores Diesel marinos instalados en botes salvavidas destinados a ser utilizados únicamente en caso de emergencia; ni*
- 2. A los motores Diesel marinos instalados en buques que estén exclusivamente dedicados a realizar viajes dentro de las aguas sometidas a la soberanía o jurisdicción del estado cuyo pabellón están autorizados a enarbolar, a condición de que tales motores estén sometidos a otra medida de control de los NO<sub>x</sub> establecida por la administración.*

**1.3** *No obstante lo dispuesto en el párrafo 1.1 de la presente regla, la administración podrá permitir que la presente regla no se aplique a los motores Diésel marinos que se instalen en los buques construidos antes del 19 de mayo de 2005 ni a los motores Diésel marinos que sean objeto de una transformación importante antes de esa fecha, a condición de que los buques en que vayan instalados los motores estén*

*exclusivamente dedicados a realizar viajes hacia puertos o terminales mar adentro situados en el estado cuyo pabellón tienen derecho a enarbolar.*

### ***Transformación importante***

**2.1** *A los efectos de la presente regla, por transformación importante se entenderá la modificación, el 1 de enero de 2000 o posteriormente, de un motor Diésel marino que no haya sido certificado según las normas estipuladas en los párrafos 3,4 o 5.1.1 de la presente regla, mediante la cual:*

*.1 se sustituya el motor por un motor Diésel marino o se instale un motor Diésel marino adicional, o*

*.2 se realice una modificación apreciable del motor, según se define está en el Código técnico sobre los NO<sub>x</sub> revisado de 2008, o*

*.3 se aumente el régimen nominal máximo continuo del motor en más de un 10% con respecto al régimen nominal máximo continuo indicado en la certificación original del motor.*

**2.2** *En el caso de una transformación importante que suponga la sustitución de un motor Diésel marino por un motor Diésel marino no idéntico o la instalación de un motor Diésel marino adicional, se aplicarán las normas estipuladas en la presente regla en el momento de la sustitución o adición del motor. Por lo que respecto únicamente a los motores de sustitución, si no es posible que dicho motor de sustitución se ajuste a las normas indicadas en el apartado 5.1.1 de la presente regla (nivel III, según proceda), ese motor de sustitución habrá de ajustarse a las normas indicadas en el párrafo 4 de la presente regla (nivel II), teniendo en cuenta las directrices elaboradas por la Organización\*.*

**2.3** *Por lo que respecta a los motores Diésel marinos mencionados en el párrafo 2.1.2 o 2.1.3, esos motores habrán de ajustarse a las normas siguientes:*

*.1 en el caso de los buques construidos antes del 1 de enero de 2000, se aplicarán las normas estipuladas en el párrafo 3 de la presente regla; y*

*.2 en el caso de los buques construidos el 1 de enero de 2000 o posteriormente, se aplicarán las normas que estén en vigor en el momento de construirse del buque.*

### **Nivel I**

**3** A reserva de lo dispuesto en la regla 3 del presente anexo, se prohíbe el funcionamiento de todo motor diésel marino instalado en un buque construido el 1 de enero del 2000 o posteriormente y antes del 1 de enero del 2011, a menos que la cantidad de óxido de nitrógeno (calculada en forma de emisión total ponderada de NO<sub>2</sub>) emitidos por el motor se encuentre dentro de los límites que figuran a continuación, siendo *n* el régimen nominal del motor (revoluciones por minuto del cigüeñal):

- .1** 17,0 g/kWh si *n* es inferior a 130 rpm;
- .2**  $45 \cdot n^{(-0,23)}$  g/kWh si *n* es igual o superior a 130 rpm pero inferior a 2000 rpm;
- .3** 9,8 g/kWh si la *n* no es igual o superior a 2000 rpm.

### **Nivel II**

**4** A reserva de lo dispuesto en la regla 3 del presente anexo, se prohíbe el funcionamiento de todo motor Diesel marino instalado en un buque construido el 1 de enero del 2011 o posteriormente, a menos que la cantidad de óxidos de nitrógeno (calculada en forma de emisión total ponderada de NO<sub>2</sub>) emitidos por el motor se encuentre dentro de los límites que figuran a continuación, siendo *n* el régimen nominal del motor (revoluciones por minuto del cigüeñal):

- .1** 14,4 g/kWh si *n* es inferior a 130 rpm.
- .2**  $44 \cdot n^{(-0,23)}$  g/kWh si *n* es igual o superior a 130 rpm pero inferior a 2000 rpm;
- .3** 7,7 g/kWh si *n* es igual o superior a 2000 rpm.

### **Nivel III**

**5.1** A reserva de lo dispuesto en la regla 3 del presente anexo, en la zona de control de las emisiones designadas para el control de los NO<sub>x</sub>, del nivel III en virtud del

párrafo 6 de la presente regla, el funcionamiento de los motores diésel marinos instalados en buques:

*.1 está prohibido, a menos que la cantidad de óxidos de nitrógeno (calculada en forma de emisión total ponderada en NO<sub>x</sub>) emitidos por el motor se encuentre dentro de los límites que figuran a continuación, siendo n el régimen nominal del motor (revoluciones por minuto del cigüeñal):*

*.1.1 3,4 g/kWh si n es inferior a 130 rpm.*

*.1.2  $9 * n^{(-0,23)}$  g/kWh si n es igual o superior a 130 rpm pero inferior a 2000 rpm;*

*.1.3 2,0 g/kWh si n es igual o superior a 2000 rpm.*

### **Certificación**

*8 La certificación, las pruebas y los procedimientos de medición correspondiente a las normas estipuladas en la presente regla se recogen en el Código técnico sobre los NO<sub>x</sub> revisados del 2008.*

*9 Los procedimientos para determinar las emisiones de NO<sub>x</sub> especificadas en el Código técnico sobre los NO<sub>x</sub> revisado de 2008 tienen por objeto ser representativos del funcionamiento normal del motor. Los dispositivos manipuladores y las estrategias irracionales de control de emisiones van en contra de este propósito, y no están permitidos. La presente regla no prohíbe el uso de dispositivos de control auxiliares que se utilicen para proteger el motor y/o su equipo auxiliar en caso de condiciones de funcionamiento que pudieran ocasionar daños o averías o para facilitar el arranque del motor.*

### **Regla 14**

*Óxidos de azufre (SO<sub>x</sub>) y materia particulada*

#### **Prescripciones generales**

*1 El contenido de azufre de todo fueloil utilizado a bordo de los buques no excederá los siguientes límites:*

*.1 4,50 % masa/masa antes del 1 de enero de 2012;*

*.2 3,50 % masa/masa el 1 de enero de 2012 y posteriormente; y*

- .3 0,50 % masa/masa el 1 de enero de 2020 y posteriormente.*
- 2 El contenido medio de azufre a escala mundial del fueloil residual suministrado para uso a bordo de los buques se vigilará teniendo en cuenta las directrices elaboradas por la Organización.*

### ***Prescripciones aplicables a las zonas de control de las emisiones***

- 3 A efecto de la presente regla, las zonas de control de las emisiones serán:*
  - .1 la zona del mar Báltico definida en la regla 1.11.2 del Anexo I y la zona del mar del Norte definida en la regla 1.14.6 del Anexo 5;*
  - .2 la zona de Norteamérica definida por las coordenadas que figuren en el apéndice VII del presente Anexo;*
  - .3 la zona del mar Caribe de los Estados Unidos definida por las coordenadas que figuran en el apéndice VII del presente anexo; y*
  - .4 cualquier otra zona marítima, incluida las portuarias, designada por la Organización de conformidad con los criterios y procedimientos indicados en el apéndice III del presente anexo.*
- 4 Mientras los buques operen dentro de las zonas de control de las emisiones, el contenido de azufre del fueloil utilizado a bordo no excederá los siguientes límites:*
  - .1 1,50 % masa/masa antes del 1 de julio de 2010;*
  - .2 1,00 % masa/masa el 1 de julio de 2010 y posteriormente; y*
  - .3 0,10 % masa/masa el 1 de enero de 2015 y posteriormente.*
  - .4 Con anterioridad al 1 de enero de 2020, el contenido de azufre de fueloil al que se hace referencia en el párrafo IV de la presente regla no se aplicará a los buques que operen en la zona de Norteamérica o la zona del mar Caribe de los Estados Unidos definidas en el párrafo III, construidos el 1 de agosto de 2011 o anteriormente, que utilicen caldera de propulsión que no estén estuvieran proyectadas originalmente para funcionar de manera continuada con combustible destilado para usos marinos o gas natural.*
- 5 El proveedor demostrará mediante la pertinente documentación, según lo prescrito en la regla 18 del presente anexo, el contenido de azufre del fueloil mencionado en los párrafos 1 y 4 de la presente regla.*

- 6 *En los buques que utilicen fueloil de distintos tipos para cumplir lo prescrito en el párrafo 4 de la presente regla y que entren o salgan de una zona de control de las emisiones indicadas en el párrafo 3 de la presente regla, se llevará un procedimiento por escrito que muestre como se debe realizar el cambio de fueloil, a fin de prever el tiempo suficiente para limpiar el sistema de distribución de combustible de todo fueloil con un contenido de azufre superior al especificado en el párrafo 4 de la presente regla, antes de entrar en una zona de control de las emisiones. Se anotarán en el libro registro prescrito por la Administración, el volumen de fueloil con bajo contenido de azufre de cada tanque, así como la fecha, la hora u la situación del buque, cuando se lleve a cabo una operación de cambio de fueloil antes de entrar en una zona de control de las emisiones o se inicie tal operación al salir de ella.*
- 7 *Durante los 12 meses siguientes a la entrada en vigor de una enmienda por la que se designe una zona específica de control de las emisiones en virtud de lo dispuesto en el párrafo 3 de la presente regla, los buques que operen en dicha zona de control de las emisiones estarán exentos del cumplimiento de las prescripciones de los párrafos 4 y de la presente regla y de las prescripciones del párrafo 5 de la presente regla en la medida en que estén relacionadas con dicho párrafo 4.*

**Examen de la norma \***

- 8 *Antes de 2018 se llevará a cabo un examen de la norma específica en el párrafo 1.3 de la presente regla, con objeto de determinar la disponibilidad de fueloil a fin de cumplir la norma del fueloil que figura en dicho párrafo, y en él se tendrán en cuenta los elementos siguientes:*
  - .1 *el estado de la oferta y la demanda mundial de fueloil para cumplir lo indicado en el párrafo 1.3 de la presente regla, en el momento en que se realice el examen;*
  - .2 *un análisis de las tendencias en los mercados de fueloil; y*
  - .3 *cualquier cuestión pertinente.*
- 9 *La Organización constituirá un grupo de expertos, integrados por representantes con los conocimientos oportunos sobre el mercado del fueloil y los distintos*

*aspectos marítimos, ambientales, científicos y jurídicos, para que lleve a cabo el examen mencionado en el párrafo 8 de la presente regla. El grupo de expertos elaborara la información pertinente para que las partes puedan decidir con conocimientos de causa.*

**10** *Las Partes, basándose en la información elaborada por el grupo de expertos, podrán decidir si es posible que los buques se ajusten a la fecha que se especifica en el párrafo 13 de la presente regla. Si se decide que ello no es posible, la norma indicada en ese párrafo entrara en Vigor el 1 de enero de 2025.” [9]*

**Anexo 2:** Plano sistema de trasiego de combustible. (Buque OPDR Andalucía)



**Anexo 3:** Capítulo 7 del Manual de Gestión de la Seguridad de la compañía Bernhard Schulte Canarias, S.A.U.



**MANUAL DE GESTIÓN DE SEGURIDAD**  
**BERNHARD SCHULTE CANARIAS, S.A.U**

**Capítulo 7: Elaboración de Planes para las Operaciones de a bordo.**  
**Nº Doc.: PO.708/Toma de combustible o lubricante**

**ÍNDICE**

- 1.- **Objetivo**
- 2.- **Alcance**
- 3.- **Referencias**
- 4.- **Definiciones**
- 5.- **Responsabilidades**
- 6.- **Procedimiento**
- 7.- **Registro y archivo**
- 8.- **Anexos:**
  - Anexo I: Lista comprobación antes de suministro**
  - Anexo II: Lista comprobación después suministro**
  - Anexo III: Comprobación de cantidades suministradas al término de una operación de Bunker**
  - Anexo IV: Carta de protesta en operaciones de Bunkering**

Revisión:002  
Fecha: 05/06/2019

Aprobación: Servando Luis

Pág. 1 / 8



**MANUAL DE GESTIÓN DE SEGURIDAD**  
**BERNHARD SCHULTE CANARIAS, S.A.U**

**Capítulo 7: Elaboración de Planes para las Operaciones de a bordo.**  
**Nº Doc.: PO.708/Toma de combustible o lubricante**

**1.- OBJETIVO**

Establecer un método para que la toma de combustible o lubricantes para consumo del buque se realice en las mejores condiciones de seguridad para el personal implicado, para el buque y para la protección del medio ambiente.

**2.- ALCANCE**

Todos los buques de la compañía.

**3.- REFERENCIAS**

- El MGS, capítulo 7
- Código ISM, punto 7
- MARPOL 73/78
- Libro de Registro de Hidrocarburos
- Plan de Contingencia para el Derrame de Hidrocarburos (SOPEP)

**4.- DEFINICIONES**

Toma de bunker o aceite: La preparación, operaciones y controles necesarios para trasladar el combustible o lubricante desde la barcaza, muelle, camión o cisterna, a los tanques o estibas del buque destinados a su almacenaje.

**5.- RESPONSABILIDADES**

El primer responsable del cumplimiento del MGS es la dirección de la compañía, que dará instrucciones a las siguientes personas encargadas de que se cumplan las instrucciones y procedimientos aquí establecidos:

1. La persona designada, tal como se deriva de lo establecido en el capítulo IV de este MGS.
2. El capitán del buque, como responsable de la organización y cumplimiento de las obligaciones contenidas en el MGS.
3. Los jefes de departamento son responsables de la preparación de sus respectivos departamentos para la toma de bunker o aceite según se establece en el presente procedimiento.
4. Los oficiales del buque, como responsables del cumplimiento de las instrucciones generales y de las órdenes del capitán o el jefe de máquinas en su caso.

Revisión:002  
Fecha: 05/06/2019

Aprobación: Servando Luis

Pág. 1 / 7



**MANUAL DE GESTIÓN DE SEGURIDAD**  
**BERNHARD SCHULTE CANARIAS, S.A.U**

**Capítulo 7: Elaboración de Planes para las Operaciones de a bordo.**  
**Nº Doc.: PO.708/Toma de combustible o lubricante**

1. Cada tripulante es responsable de las actuaciones que se derivan de las funciones desempeñadas por su cargo.

**6.- PROCEDIMIENTO**

- 6.1.- El jefe de máquinas puede delegar en un oficial de máquinas la responsabilidad del suministro y cumplimiento de la Listas de Comprobación (Anexos I y II).
- 6.2.- El jefe de máquinas u oficial autorizado, en comunicación con el capitán u oficial de guardia, evalúa las condiciones en las que se va a efectuar la toma de bunker o aceite y, si las encuentra adecuadas, autoriza la misma. Si no hubiese conformidad, se procede a indicar en la Lista de Comprobación antes del suministro (Anexo I) esta decisión, informando a la Inspección de la naviera y al proveedor.
- 6.3.- Si se precisan más detalles sobre la incidencia, se pueden utilizar el PG.007/ Anexo XV: Informe de mantenimiento e inspección.
- 6.4.- El oficial de máquinas responsable controla durante el suministro el cumplimiento de los puntos correspondientes de las Listas de Comprobación.
- 6.5.- El oficial de máquinas responsable mantendrá informado al jefe de máquinas, que evalúa las condiciones que se están dando durante el suministro.
- 6.6.- Ante cualquier duda, o si las condiciones no son idóneas, se parará de inmediato la toma de bunker y aceite.
- 6.7.- Al terminar el suministro, el jefe de máquinas solicitará del proveedor la correspondiente "Nota de entrega o albarán" así como las botellas de muestra correspondientes.
- 6.8.- En el caso de que se produzcan incidencias durante el suministro de bunker, el jefe de máquinas las registrará en el Anexo III.
- 6.9.- Las incidencias que conlleven perjuicios para el armador o charreador deben ser canalizadas a través de una carta de protesta para el proveedor. según el Anexo IV. Será firmada y sellada por el proveedor y devuelta al buque.
- 6.10.- La documentación de entrega de bunker se archivará a bordo por un periodo de tres años.
- 6.11.- Las botellas de muestra se guardarán a bordo al menos un año, en lugar adecuado, siempre cerradas con su precinto y de manera que no resulten dañadas o se puedan perder los datos de etiqueta.

Revisión:002  
Fecha: 05/06/2019

Aprobación: Servando Luis

Pág. 1 / 6



**MANUAL DE GESTIÓN DE SEGURIDAD**  
**BERNHARD SCHULTE CANARIAS, S.A.U**

**Capítulo 7: Elaboración de Planes para las Operaciones de a bordo.**  
**Nº Doc.: PO.708/Toma de combustible o lubricante**

6.12.- En caso de suministro de bunker, la etiqueta adjunta a la botella de muestra debe contener la siguiente información: método y punto de toma de muestra, fecha de suministro, puerto de suministro, nombre de la barcaza o lugar de suministro, n° IMO del barco, nombre del proveedor, nombre y firma de representantes del proveedor y armador, detalle de precintado, tipo de combustible.

6.13.- El jefe de máquinas hace la anotación correspondiente en el Libro de Hidrocarburos.

**7.- REGISTRO Y ARCHIVO**

Las Listas de Comprobación (Anexo I y II), la Comprobación de cantidades suministradas al término de una operación de Bunker (Anexo III), y la Carta de protesta en operaciones de bunkering (Anexo IV), una vez cumplimentadas, constituye un registro de seguridad en formato permanente.

Las anotaciones en el Libro de Hidrocarburos, Libro de Azufres y Cuaderno de Máquinas son un registro de seguridad y de protección al medio ambiente.

Los albaranes o notas de entrega también serán registros que deben conservarse archivados a bordo por periodo de tres años.

**8.- ANEXOS DOCUMENTALES**

- Anexo I** Lista de comprobación antes del suministro
- Anexo II** Lista de comprobación después del suministro
- Anexo III** Comprobación de cantidades suministradas al término de una operación de Bunker
- Anexo IV** Carta de protesta en operaciones de Bunkering

Revisión:002  
Fecha: 05/06/2019

Aprobación: Servando Luis

Pág. 1 / 5



**MANUAL DE GESTIÓN DE SEGURIDAD**  
**BERNHARD SCHULTE CANARIAS, S.A.U**

**Capítulo 7: Elaboración de Planes para las Operaciones de a bordo.**  
**Nº Doc.: PO.708/Toma de combustible o lubricante**

**ANEXO I**

**LISTA COMPROBACIÓN: ANTES DE COMENZAR EL SUMINISTRO DE \_\_\_\_\_**

Persona responsable de la operación: \_\_\_\_\_  
Cargo: \_\_\_\_\_ (Cumplimentará las Listas de Comprobación).

- El Capitán y el Jefe de Máquinas, ¿se han puesto de acuerdo con la cantidad de suministro a embarcar y de acuerdo con las órdenes de la Compañía?  Sí  No
- El Jefe de Máquinas u Oficial autorizado, ¿autoriza la toma de bunker o aceite, considerando las condiciones de la misma adecuadas?  Sí  No
- ¿Se ha izado la letra B o, si es de noche, se ha encendido la luz roja?  Sí  No
- ¿Se han señalado las tomas con el tipo de suministro: MGO, RMG, ACEITE, etc.?  Sí  No
- ¿Hay una bandeja y material absorbente apropiado para recoger posibles pequeños goteos en la toma del buque?  Sí  No
- ¿Se han acordado las medidas de seguridad por las personas responsables de ambas partes (buque y suministrador), incluido plan para caso de derrame y contaminación?  Sí  No
- ¿Se ha previsto el procedimiento para la parada rápida en caso de alguna incidencia, emergencia o duda? REGLA DE ORO.  Sí  No
- ¿Se han comprobado las sondas iniciales de los tanques de combustible y si tienen capacidad para recibir lo previsto (anotar sondas)?  Sí  No
- ¿Se han tomado las sondas en tierra / gabarra, o comprobado el contador, antes de iniciar la toma de suministro (si fuera posible)?  Sí  No
- ¿Se ha comprobado que la operación de conexión a la toma del buque ha sido correcta?  Sí  No
- Durante el procedimiento de toma de combustible, ¿se ha parado el sistema de aire acondicionado de las acomodaciones?  Sí  No
- Antes de abrir la toma de entrada de combustible, ¿el responsable del buque ha comprobado que todas las válvulas de la línea de tuberías hasta el tanque receptor de combustible del buque están abiertas y las innecesarias cerradas?  Sí  No
- ¿Se ha acordado el inicio de la operación a poca presión / caudal para ir aumentando paulatinamente y que cuando se acerque el fin de la misma se realizará también con poca presión / caudal?  Sí  No

Firma del Oficial Encargado: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_  
Buque: \_\_\_\_\_ Hora: \_\_\_\_ / \_\_\_\_  
Cargo: \_\_\_\_\_ Nombre: \_\_\_\_\_

Revisión:002  
Fecha: 05/06/2019

Aprobación: Servando Luis

Pág. 1 / 4



**MANUAL DE GESTIÓN DE SEGURIDAD**  
**BERNHARD SCHULTE CANARIAS, S.A.U**

**Capítulo 7: Elaboración de Planes para las Operaciones de a bordo.**  
**Nº Doc.: PO.708/Toma de combustible o lubricante**

**ANEXO II**

**LISTA COMPROBACION: DESPUES DE TERMINAR SUMINISTRO DE \_\_\_\_\_**

- ¿Se ha hecho un seguimiento de la capacidad del tanque para evitar derrames?  Sí  No
- ¿Se ha establecido claramente quién debe dar la orden de paro de la operación de embarque?  Sí  No
- ¿Se ha comprobado que la operación de desconexión a la toma del buque ha sido correcta?  Sí  No
- Después de la operación, ¿se han tomado las sondas a bordo para comprobar / contrastar la cantidad embarcada?  Sí  No
- ¿Se han comprobado al finalizar las sondas en tierra / barcaza o se ha comprobado la lectura final del contador (si fuera posible)?  Sí  No
- ¿El Jefe de Máquinas ha recibido a satisfacción el certificado de cantidad y de calidad del producto embarcado (albarán)?  Sí  No
- En caso de suministro de combustible, ¿se han suministrado al buque muestras en botellas precintadas, firmadas y selladas por el proveedor? (A guardar según prescripción de Marpol, enviar a laboratorio de análisis y órdenes de la Cia.)  Sí  No
- Si se ha producido algún no-cumplimiento, ¿se ha comunicado al Capitán u Oficial de Guardia y se ha anotado en el Cuaderno de Máquinas?  Sí  No
- ¿Se ha informado al Capitán u Oficial de Guardia de la cantidad de suministro tomado?  Sí  No
- ¿Se ha realizado anotación en Cuaderno de Máquinas? (Hora de comienzo y terminación, tipo de suministro y cantidades)  Sí  No
- Una vez finalizada la operación de toma de combustible, ¿se ha puesto en marcha el aire acondicionado de las acomodaciones?  Sí  No

**EL JEFE DE MAQUINAS DEBE HACER ANOTACION DEL SUMINISTRO EN EL "LIBRO DE REGISTRO DE HIDROCARBUROS".**

Firma del Oficial Encargado:  
Buque:

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

Hora: \_\_\_\_ / \_\_\_\_

Cargo:                      Nombre:

Revisión:002 Fecha: 05/06/2019	Aprobación: Servando Luis		Pág. 1 / 3
-----------------------------------	---------------------------	--	------------



**MANUAL DE GESTIÓN DE SEGURIDAD**  
**BERNHARD SCHULTE CANARIAS, S.A.U**

Capítulo 7: Elaboración de Planes para las Operaciones de a bordo.  
Nº Doc.: PO.708/Toma de combustible o lubricante

**ANEXO III**

**COMPROBACIÓN DE CANTIDADES SUMINISTRADAS AL TÉRMINO DE UNA OPERACIÓN DE BUNKER**

Buque: \_\_\_\_\_ Puerto: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

Combustible a suministrar:

TIPO	CANTIDAD	DENSIDAD

	EXISTENCIA ANTES DEL SUMINISTRO (TM)	EXISTENCIA AL FINAL DEL SUMINISTRO (TM)	INCREMENTO
HFO TK Almacén Nº. 1 – Babor			
HFO TK Almacén Nº. 2 – Estribor			
Subtotal fuel			
GO TK Almacén Nº. 1 – Babor			
GO TK Almacén Nº. 2 – Estribor			
Subtotal gasoil			

Una vez contrastados los datos previos y posteriores al suministro, se confirma:

- Que las cantidades suministradas coinciden razonablemente con lo solicitado por el buque y, por lo tanto, no hay incidencias
- Que existe diferencia entre las cantidades suministradas y las solicitadas por el buque (se indicará la diferencia): \_\_\_\_\_
- Que existe la siguiente incidencia:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Firma: Jefe de Máquinas/ Oficial autorizado  
Nombre, firma y sello

Revisión:002  
Fecha: 05/06/2019

Aprobación: Servando Luis

Pág. 1 / 2



**MANUAL DE GESTIÓN DE SEGURIDAD  
BERNHARD SCHULTE CANARIAS, S.A.U**

**Capítulo 7: Elaboración de Planes para las Operaciones de a bordo.  
Nº Doc.: PO.708/Toma de combustible o lubricante**

**ANEXO IV**

**CARTA DE PROTESTA EN OPERACIONES DE BUNKERING  
(Bunkering – Letter of Protest – LoP)**

DEL: Buque: \_\_\_\_\_ Puerto \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

PARA: (barcaza, terminal de suministro, etc.):  
\_\_\_\_\_

Estimados Sres.,

Por la presente y en nombre del armador, les transmitimos nuestra protesta relativa a las incidencias habidas en el suministro de bunker realizado en el día de hoy, y que pasamos a describir:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Rogamos lea este documento y dé acuse de recibo mediante firma y sello, devolviendo al buque las copias adjuntas:

Buque: \_\_\_\_\_

Jefe de Máquinas

Capitán

\_\_\_\_\_

Surveyor / Capitán / Representante

Nombre:

Cargo:

Fecha:

NOTA: Nos reservamos el derecho de ejercitar cualquier acción pertinente para salvaguardar los intereses de la naviera.

Revisión:002 Fecha: 05/06/2019	Aprobación: Servando Luis		Pág. 1 / 1
-----------------------------------	---------------------------	--	------------

**Anexo 4:** Plan de implementación de la BSM.

## **PLAN DE IMPLEMENTACIÓN A BORDO**

**Para lograr el cumplimiento del límite del 0,50%  
de azufre que entra en vigor el  
1 de enero de 2020 utilizando solo fuel oil compatible**

**MV OPDR Andalucía**

**NÚMERO IMO: 9331206**

## Contenidos

Registro de Revisiones .....	3
Planificación y preparación (antes del 1 de enero de 2020) .....	4
1.0 Evaluación de riesgos y plan de mitigación. ....	4
2.0 Modificaciones del sistema de fuel oil y limpieza del tanque (si es necesario) .....	5
3.0 Capacidad de fuel oil y capacidad de segregación: .....	8
4.0 Obtención del fuel oil compatible: .....	9
5.0 Plan de cambio de combustible .....	11
6.0 Documentación e informes .....	12

## Contents

Revision Record .....	3
Planning and preparation (before 1 January 2020) .....	4
1.0 Risk assessment and mitigation plan .....	<b>[Error! Marcador no definido.]</b>
2.0 Fuel oil system modifications and tank cleaning (if needed) .....	5
3.0 Fuel oil capacity and segregation capability: .....	8
4.0 Procurement of compliant fuel oil .....	9
5.0 Fuel oil changeover plan .....	11
6.0 Documentation and reporting .....	12



Planificación y preparación (antes del 1 de enero de 2020).

Planning and preparation (before 1 January 2020)

1.0 Evaluación de riesgos y plan de mitigación.

1.0 Risk assessment and mitigation plan

1.1 Evaluación de riesgos (impacto de nuevos combustibles): Sí/NO

1.1 Risk assessment (impact of new fuels): YES/NO

1.2 Vinculado a bordo SMS: Sí/NO

1.2 Linked to onboard SMS YES/NO

2.0 Modificaciones del sistema de fuel oil y limpieza del tanque (si es necesario)

2.0 Fuel oil system modifications and tank cleaning (if needed)

2.1 Programación de encuentros con fabricantes y / o sociedades de clasificación:  
2.1 Schedule for meeting with manufacturers and/or classification societies:

2.2 Modificaciones estructurales (instalación de sistemas de fuel/tanques) necesarias: SÍ/NO/NO APLICABLE  
2.2 Structural Modifications (installation of fuel oil systems/tankage) required: YES/NO/NOT APPLICABLE

Si la respuesta es SÍ:  
If YES, then:

2.2.1 Sistema de almacenamiento de fuel oil:  
2.2.1 Fuel oil storage system:

Descripción de la modificación:  
Description of modification:

Detalles de la reserva de dique (si es aplicable), horarios, etc.:  
Details of yardocking (as applicable), time schedules etc.:

Fecha estimada de finalización de la modificación:  
Estimated date of completion of modification:

2.2.2 Transferencia de combustible, filtración y sistemas de entrega:  
2.2.2 Fuel transfer, filtration and delivery systems:

Descripción de la modificación:  
Description of modification:

Detalles de la reserva de dique (si es aplicable), horarios, etc.:  
Details of yard booking (as applicable), time schedules etc.:

Fecha estimada de finalización de la modificación:  
Estimated date of completion of modification:

2.2.3 Equipos de combustión:  
2.2.3 Combustion equipment:

Descripción de la modificación:  
Description of modification:

Detalles de la reserva de dique (si es aplicable), horarios, etc.:  
Details of yard booking (as applicable), time schedules etc.:

Fecha estimada de finalización de la modificación:  
Estimated date of completion of modification:

2.3 Limpieza necesaria de tanques: SÍ/NO/NO APLICABLE  
2.3 Tank cleaning required: YES/NO/NOT APPLICABLE

Si la respuesta es SÍ:  
If YES, then:

Detalles de la programación de limpieza (incluyendo la reserva de dique, horarios, etc., si es aplicable):  
Details of cleaning schedule (including, yard booking, time schedules etc., if applicable):

Fecha estimada de finalización de la limpieza:  
Estimated date of completion of cleaning:

### 3.0 Capacidad de fuel oil y capacidad de segregación:

#### 3.0 Fuel oil capacity and segregation capability:

Siguiendo las modificaciones requeridas según la Sección 2:

Following any required modifications as per Section 2:

3.1 Número estimado de tanques almacén destinados a almacenar fuel oil con un contenido de azufre del 0,50%:

3.1 Expected number of bunker tanks designated to store 0.50% sulphur compliant fuel oil:

3.2 Capacidad de almacenamiento total estimada (m<sup>3</sup>) para fuel oil con un contenido azufre del 0,50%:

3.2 Expected total storage capacity (m<sup>3</sup>) for 0.50% sulphur compliant fuel oil:

3.3 Número estimado de tanques almacén destinados a almacenar fuel oil con un contenido de azufre del 0,10%:

3.3 Expected number of bunker tanks designated to store 0.10% sulphur compliant fuel oil:

3.4 Capacidad de almacenamiento total estimada (m<sup>3</sup>) para fuel oil con un contenido azufre del 0,10%:

3.4 Expected total storage capacity (m<sup>3</sup>) for 0.10% sulphur compliant fuel oil:

3.5 Contenido total aproximado de fuel oil (m<sup>3</sup>) en los sistemas de transferencia, purificación y entrega de fuel oil:

3.5 Approximate total fuel oil content (m<sup>3</sup>) in the fuel oil transfer, purification and delivery systems:

## 4.0 Obtención del fuel oil compatible:

## 4.0 Procurement of compliant fuel oil

4.1 Detalles del procedimiento de compra de combustible para abastecerse de combustibles compatibles, incluidos los procedimientos en los que no se dispone fácilmente de fuel oil:

4.1 Details of fuel purchasing procedure to source compliant fuels, including procedures in cases where compliant fuel oil is not readily available:

4.2 Fecha estimada para la toma del combustible con un contenido de azufre límite del 0.50%, no más tarde de las 24:00hrs, 31 de diciembre de 2019:

4.2 Estimated date for bunkering compliant fuel oil, not later than 24:00hrs, 31 December 2019:

4.3 Si el combustible es adquirido por el charreador, ¿hay alguna una intención de aceptar contratos de fletamento que no tienen una obligación específica de proporcionar fuel oil compatible después del 1 de junio de 2019 u otra fecha por identificarse?: SÍ/NO

4.3 If fuel arranged by charterer, is there an intention to accept charter party contracts that do not have a specified obligation to provide compliant fuel oil after 1 June 2019 or other date to be identified: YES/NO

Si la respuesta es Sí:  
If YES, then:

Detalles de los pasos alternativos tomados para garantizar que la parte del fletamento proporcione la entrega oportuna del combustible compatible:

Details of alternate steps taken to ensure that the charter party provides timely delivery of compliant fuel:

4.4 ¿Hay confirmación de los proveedores de bunker para proporcionar fuel oil compatible en la fecha especificada?

4.4 Is there confirmation from bunker supplier(s) to provide compliant fuel oil on the specified date: YES/NO

Si la respuesta es NO:  
If NO, then:

Detalles de los pasos alternativos tomados para garantizar la disponibilidad oportuna de fuel oil compatible:  
Details of alternate steps taken to ensure timely availability of compliant fuel oil:

4.5 Detalles de los acuerdos (si hay planeados) para eliminar cualquier combustible restante que no sea compatible.  
4.5 Details of arrangements (if any planned) to dispose of any remaining noncompliant fuel oil:

## 5.0 Plan de cambio de combustible

## 5.0 Fuel oil changeover plan

- 5.1 Considere si el plan de cambio de combustible específico del barco debe estar disponible. El plan debe incluir medidas para descargar o consumir cualquier combustible restante que no cumpla con los requisitos. El plan también debe demostrar cómo pretende el barco garantizar que todas sus unidades de combustión utilicen fuel oil compatible a más tardar el 1 de enero de 2020.
- 5.1 Consider whether a ship-specific fuel changeover plan is to be made available. The plan should include measures to offload or consume any remaining non-compliant fuel oil. The plan should also demonstrate how the ship intends to ensure that all its combustion units will be using compliant fuel oil no later than 1 January 2020.
- 5.2 De acuerdo con el plan de cambio de combustible específico del barco, el período de tiempo máximo requerido para cambiar el sistema de fuel oil del barco para usar fuel oil compatible en todas las unidades de combustión:
- 5.2 As per the ship-specific fuel changeover plan, the maximum time period required to changeover the ship's fuel oil system to use compliant fuel oil at all combustion units:
- 5.3 Fecha prevista y hora estimada de la finalización del procedimiento de cambio antes mencionado:
- 5.3 Expected date and approximate time of completion of the above mentioned changeover procedure:
- 5.4 Considere la disponibilidad de oficiales y tripulación adecuadamente entrenados que estén familiarizados con el sistema de combustible del barco y los procedimientos para llevar a cabo el cambio de combustible. Si esto no se puede confirmar, entonces considere si hay una cantidad suficiente de tiempo para dedicarlo a la familiarización y entronamiento específico acerca del barco a nuevos oficiales y tripulación.
- 5.4 Consider availability of adequately trained officers and crew familiar with the ship's fuel system and fuel changeover procedures to carry out the fuel oil changeover procedure. If this cannot be confirmed, then consider whether there is a sufficient amount of time dedicated for ship-specific familiarization and training of new officers and crew.

## 6.0 Documentación e informes

## 6.0 Documentation and reporting

6.1 Si hay modificaciones planificadas de acuerdo con la sección 2, los documentos relacionados que incluyen los planes de manejo del tanque de combustible líquido a bordo y los cuadernillos de estabilidad y recorres deben actualizarse.

6.1 If there are modifications planned as per section 2, related documents including the shipboard fuel oil tank management plans and stability and trim booklets should be consequently updated.

6.2 El plan de implementación se mantendrá a bordo y se actualizará según corresponda.

6.2 The implementation plan could be kept on board and updated as applicable.

6.3 Si al seguir el plan de implementación, el barco tiene almacenar y usar fuel oil no compatible debido a la falta de disponibilidad de fuel oil compatible para su uso a bordo del barco, los pasos para limitar el impacto del uso de fuel oil no compatible podrían ser:

6.3 If when following the implementation plan the ship has to bunker and use non-compliant fuel oil due to unavailability of compliant fuel oil safe for use on board the ship, steps to limit the impact of using non-compliant fuel oil could be:

6.4 El barco debe tener un procedimiento de Informe de no Disponibilidad de Fuel Oil (FONAR). El Capitán y el Jefe de Máquinas deben saber cuándo y cómo se debe usar FONAR y a quién se debe informar.

6.4 The ship should have a procedure for Fuel Oil Non-Availability Reporting (FONAR). The master and chief engineer should be conversant about when and how FONAR should be used and who it should be reported to.

**Anexo 5:** Autorización para el uso de imágenes y documentos de los buques OPDR Canarias y OPDR Andalucía.

**CON-RO "OPDR Canarias"**

**SANTA CRUZ DE TENERIFE**

Tel: 00 870 773131841

Fax: 00 870 783135069

Móvil: 608 919 347

e-mailcanop@schultegroup.com // opdr.canarias@gtships.com

---

C. / Unión Artística El Cabo, 5 - Edificio Buenavista, local "F" - 38003 S/C de Tenerife

D. ANTONIO AREA BERNÁRDEZ, Capitán de la Marina Mercante Española, con D.N.I. Nº 35.272.777 X, al mando del buque "OPDR CANARIAS," Nº OMI 9331191, de bandera Española, puerto de matrícula S. C. de Tenerife, perteneciente a la Compañía Armadora "BERNHARD SCHULTE CANARIAS S.A.U."

HE AUTORIZADO al Alumno de Máquinas ARIEL GUSTAVO CORONEL COLMAN a tomar fotografías y datos de los Equipos del barco para realización de su trabajo de estudios

Y para que así conste a todos los efectos oportunos estando en el puerto de S.C. de Tenerife, a día 28 de junio de 2019.

EL CAPITÁN

Buque: "OPDR CANARIAS"  
**CAPITÁN**  
**S/C. DE TENERIFE**

D. ANTONIO AREA BERNÁRDEZ

## **VIII. BIBLIOGRAFÍA**



- [1] Combustión y quemadores. Manuel Márquez Martínez. Marcombo S.A.
- [2] Guía de abastecimiento del combustible marino. Nigel Draffin. Petrosport Limited.
- [3] [http://www.energypigroup.com/pdf/ficha\\_tecnica\\_ifo\\_380.pdf](http://www.energypigroup.com/pdf/ficha_tecnica_ifo_380.pdf)
- [4] <http://www.imo.org/es/OurWork/Environment/PollutionPrevention/AirPollution/Paginas/Air-Pollution.aspx>
- [5] <https://www.boe.es/boe/dias/2010/11/15/pdfs/BOE-A-2010-17458.pdf>
- [6] <http://www.imo.org/es/MediaCentre/HotTopics/Paginas/Sulphur-2020.aspx>
- [7] Manual bombas behrens (Fujian shipbuilding).
- [8] Planos finales OPDR Andalucía y OPDR Canarias. (Sistemas de Combustible)
- [9] Manual Aderco 2055G.
- [10] Manual MaK CAT Operating media. (Manual motor)
- [11] Plan de implementación de la BSM.
- [12] Manual de Gestión de la Seguridad de la compañía Bernhard Schulte Canarias, S.A.U.
- [13] Convenio MARPOL. Anexo VI: artículos 13 y 14.
- [14] OPDR. <http://www.opdr.com/es/lineas.html>
- [15] Recibos de entrega bunker. CEPSA

[16] Analíticas de los combustibles de OPDR Andalucía y OPDR Canarias. VISWA LAB

[17] <https://www.wilhelmsen.com/product-catalogue/products/marine-chemicals/fuel-oil-chemicals/heavy-fuel-oil-treatment/fuel-power-conditioner-25-ltr/>