

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 781 683**

51 Int. Cl.:

C10L 1/08 (2006.01)

C10L 1/14 (2006.01)

C10L 1/24 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.08.2016 E 18160954 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.01.2020 EP 3360949**

54 Título: **Modificación de fuelóleos para compatibilidad**

30 Prioridad:

13.08.2015 US 201562204716 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

04.09.2020

73 Titular/es:

**EXXONMOBIL RESEARCH AND ENGINEERING
COMPANY (100.0%)
1545 Route 22 East P.O. Box 900
Annandale, NJ 08801-0900, US**

72 Inventor/es:

**KAR, KENNETH CHI HANG y
RUBIN-PITEL, SHERYL B.**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 781 683 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Modificación de fuelóleos para compatibilidad

CAMPO DE LA INVENCIÓN

Esta invención se refiere a métodos para mejorar la compatibilidad de fuelóleos.

5 ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN

10 El fuelóleo marino, a veces denominado combustible para tanques, ha proporcionado tradicionalmente un uso para fracciones de gasoil que de otro modo son difíciles y/o costosas de convertir para un uso beneficioso. Debido en parte al uso de combustibles a los que se permitía tener un contenido de azufre relativamente alto en aguas internacionales, fracciones residuales de vacío así como otras fracciones ligeramente procesadas (o incluso no procesadas) se pueden incorporar en fuelóleos tradicionales.

15 Más recientemente, muchos países han adoptado especificaciones locales para disminuir emisiones de azufre procedentes de embarcaciones. Esto puede dar como resultado que algunas embarcaciones lleven dos tipos de fuelóleo, siendo un tipo adecuado para aguas internacionales mientras que el segundo tipo se puede usar mientras se satisfacen las regulaciones locales más restrictivas.

20 La Patente de EE. UU. N° 5.997.723 describe métodos para combinar crudos de petróleo para evitar combinaciones incompatibles. Los crudos de petróleo se pueden caracterizar basándose en un índice de solubilidad (S_{BN}) y un índice de insolubilidad (I_N). El objetivo durante la combinación puede ser seleccionar combinaciones que mantengan una relación deseada de índice de solubilidad a índice de insolubilidad, tal como al menos 1,3, o seleccionar combinaciones que tengan una diferencia mínima entre el índice de solubilidad y el índice de insolubilidad, tal como al menos 20. El índice de solubilidad para una combinación de crudos de petróleo se describe como una media ponderada de índices de solubilidad para los componentes individuales.

25 La Patente de EE. UU. N° 4.441.890 describe el uso de aditivos de ácido alcarilsulfónico para reducir o inhibir la formación de sedimento asfáltico en fuelóleos.

30 La Patente de EE. UU. N° 8.987.537 describe composiciones de combustible marino con bajos contenidos de azufre, tal como un contenido de azufre de 0,1% en peso o menos. Las composiciones de combustible se forman al combinar de 50 a 90% en peso de una fracción residual, tal como un residuo atmosférico, con 10 a 50% en peso de un componente hidrocarbonado adicional que opcionalmente es un componente hidrocarbonado hidroprocesado.

35 La Publicación Francesa N° FR 3011004 describe composiciones de combustible marino formadas al combinar una fracción de intervalo de ebullición de destilado pesado procedente de un procedimiento de craqueo, opcionalmente después de hidrot ratamiento, con una fracción de destilado directo o una fracción de destilado hidrot ratado.

40 El documento WO2009/058262 A1 se refiere a un procedimiento para producir una corriente de productos mejorada procedente de una corriente de alimentación alquitranosa del craqueador de vapor de agua adecuada para el uso en procedimientos de refinería o planta química o para la utilización en la venta o la combinación de fuelóleos.

El documento WO2014/096703 A1 se refiere al refinado y la conversión de fracciones hidrocarbonadas pesadas que contienen, entre otras cosas, impurezas basadas en azufre.

El documento WO91/13951 A1 se refiere a composiciones de fuelóleo y a un método para tratarlas.

45 SUMARIO DE LA INVENCIÓN

La invención es una composición de combustible marino o para tanques según la reivindicación 1 y métodos para combinar fuelóleos según se definen en las reivindicaciones 2 y 3.

50 En diversos aspectos, la invención puede incluir materiales de combinación/composiciones de fuelóleo que tengan compatibilidad mejorada y métodos para mejorar la compatibilidad de fuelóleos, tales como fuelóleos que tengan contenidos variables de azufre. Los métodos pueden incluir tratar uno o más fuelóleos para modificar propiedades tales como contenido de asfaltenos, viscosidad cinemática, densidad y/u otras propiedades. Esto puede permitir la formación reducida o minimizada de sólidos (compatibilidad incrementada) cuando se mezclan fuelóleos, tal como en un sistema de aporte de combustible para una embarcación.

55

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La FIG. 1 muestra esquemáticamente un ejemplo de valores de BMCI y TE para combinaciones de fuelóleos que tienen diversos contenidos de asfaltenos.

5 La FIG. 2 muestra cantidades de sedimento a partir de combinaciones de diversos fuelóleos de contenido de azufre regular con un fuelóleo de contenido de azufre bajo a diversas relaciones de combinación.

La FIG. 3 muestra valores de BMCI y TE para combinaciones de un fuelóleo de contenido de azufre regular y un fuelóleo de contenido de azufre bajo.

La FIG. 4 muestra valores de BMCI y TE para combinaciones de un fuelóleo de contenido de azufre regular y un fuelóleo de contenido de azufre bajo.

10 La FIG. 5 muestra ejemplos de varios fuelóleos pesados que tienen un contenido de azufre de menos de aproximadamente 3,5% en peso.

La FIG. 6 muestra ejemplos de varios fuelóleos de contenido de azufre bajo que tienen un contenido de azufre de menos de aproximadamente 0,1% en peso.

La FIG. 7 muestra propiedades fisicoquímicas seleccionadas de una variedad de fuelóleos/materiales de combinación.

15 La FIG. 8 muestra un mayor detalle del perfil del intervalo de ebullición de los fuelóleos/materiales de combinación de la FIG. 7.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS REALIZACIONES

20 En diversos aspectos, la invención puede incluir materiales de combinación/composiciones de fuelóleo que tienen una compatibilidad mejorada y métodos para determinar la compatibilidad de diversas clases de fuelóleos, así como para modificar fuelóleos para mejorar la compatibilidad. Se ha descubierto que el poder de solvatación equivalente de tolueno de una combinación de fuelóleos no varía necesariamente de un modo directo con respecto al poder de solvatación equivalente de tolueno de los componentes individuales. Adicionalmente o alternativamente, se ha determinado que el contenido de asfaltenos de los componentes individuales puede influir en el poder de solvatación equivalente de tolueno de la combinación final. Basándose en el reconocimiento de la complejidad de una o ambas de estas relaciones, se proporcionan métodos en la presente para permitir la modificación de uno o más componentes de una combinación de fuelóleos potencial, ventajosamente para reducir y/o minimizar la probabilidad de inmiscibilidad indeseable (p. ej., precipitación de asfaltenos) cuando se añade otro componente a una composición de combustible existente para formar una combinación de fuelóleos.

30 Cuando una embarcación se mueve de aguas internacionales a aguas locales, las emisiones de azufre permitidas desde la embarcación pueden estar restringidas. Por ejemplo, en enero de 2015, se instituyeron zonas de control de emisiones correspondientes a las aguas costeras de diversos países. En estas zonas de control de emisiones, las embarcaciones estaban restringidas a tener emisiones correspondientes a las emisiones esperadas a partir de la combustión de un fuelóleo de contenido de azufre bajo que tenga un contenido de azufre de aproximadamente 0,1% en peso o menos. En contraste, en aguas internacionales, las regulaciones actuales todavía permiten emisiones correspondientes a un fuelóleo que contenga hasta aproximadamente 3,5% en peso de azufre. Una opción para manejar estos requerimientos diferentes puede ser usar un lavador u otra tecnología de control de emisiones sobre las emisiones de la embarcación cuando esté en zonas de control de emisiones. Esto puede permitir que una embarcación use un solo tipo de fuelóleo mientras que se usa tecnología de control de emisiones para satisfacer las regulaciones locales. Sin embargo, muchas embarcaciones no tienen la ventaja de esta tecnología de control de emisiones.

45 Otra opción puede ser modificar el tipo de fuelóleo usado, dependiendo de la localización de la embarcación. En este tipo de opción, un fuelóleo "de contenido de azufre regular" se puede usar en aguas internacionales, mientras que un fuelóleo "de bajo contenido de azufre" se puede usar cuando se aplican regulaciones de control de emisiones. Esto puede permitir que el fuelóleo de contenido de azufre regular sustancialmente menos costoso se use para la mayor parte de un viaje de una embarcación. Sin embargo, si el fuelóleo de contenido de azufre regular y el fuelóleo de contenido de azufre bajo no son compatibles (p. ej., suficientemente miscibles), la transición entre un tipo de fuelóleo y otro puede conducir a precipitación (p. ej., de asfaltenos) dentro del sistema de aporte de combustible. Por ejemplo, muchas embarcaciones pueden tener un solo sistema de aporte de combustible para los motores de la embarcación. Durante una transición desde un fuelóleo de contenido de azufre regular a un fuelóleo de contenido de azufre bajo (o viceversa), los dos tipos diferentes de fuelóleo se puede combinar entre sí, tal como en el depósito de servicio (depósito

diurno), con una amplia variedad de combinaciones potenciales que se crean. Si una combinación se forma localmente dentro del sistema de aporte de combustible que corresponde a una relación de combinación incompatible para los fuelóleos, pueden precipitar (formar sólidos) asfaltenos y/u otros sólidos dentro del sistema de aporte de combustible. Estos precipitados pueden conducir rápidamente a obturación de filtros dentro del sistema de aporte de combustible, entre otros elementos.

En diversos aspectos, la precipitación de asfaltenos y/u otros sólidos debido a la mezcladura de fuelóleos incompatibles se puede reducir y/o minimizar al modificar al menos un fuelóleo para mejorar la compatibilidad. Esto puede corresponder a incrementar el índice de solubilidad y/o el Bureau de Mines Correlation Index (BMCI) de un fuelóleo, disminuir el índice de insolubilidad y/o el valor de equivalencia de tolueno (TE) de un fuelóleo, o una de sus combinaciones. La cantidad de modificación se puede basar al menos en parte en la relación inesperada entre la equivalencia de tolueno de una combinación de fuelóleos y el contenido de asfaltenos de los componentes de fuelóleo individuales de la combinación.

Caracterización de la Solubilidad y el Potencial de Precipitación de Asfaltenos

A fin de caracterizar fuelóleos potenciales con respecto a la compatibilidad, se pueden seleccionar uno o más métodos para describir las características de un fuelóleo en cuanto a la tendencia a formar precipitados y/o depositar coque sobre superficies. En algunos aspectos, estos métodos se pueden dirigir a la capacidad de un fuelóleo para mantener la solubilidad de asfaltenos y/o la cantidad de poder de solvencia requerida para evitar la separación de fases de asfaltenos.

En este análisis, los asfaltenos se definen como correspondientes a compuestos insolubles en n-heptano que se pueden caracterizar usando ASTM D6560. Típicamente, estos asfaltenos insolubles en n-heptano se pueden entender como compuestos insolubles en n-heptano mientras que son solubles en tolueno, bajo las condiciones indicadas en ASTM D6560. Según el estándar ASTM, si menos de 0,5% en masa de una muestra da sólidos insolubles en n-heptano con las condiciones apropiadas, se apunta que el resultado de la prueba es completamente soluble en n-heptano. Sin embargo, se apunta que los asfaltenos o los compuestos de tipo asfaltano se pueden identificar al menos parcialmente por su solubilidad/insolubilidad en uno o más disolventes diferentes. Estos disolventes alternativos pueden incluir, pero no se limitan a, otros alcanos C₃-C₇, tolueno, o sus combinaciones.

Aunque el contenido de asfaltenos de una muestra de fuelóleo se puede caracterizar directamente, tal como al usar ASTM D6560, también se pueden usar otros métodos de caracterización. Por ejemplo, otro método para caracterizar una muestra de fuelóleo se puede basar en una prueba de microrresiduo de carbono (MCR). En una prueba de MCR ejemplar, aproximadamente 4 gramos de una muestra se pueden introducir en una ampolla de vidrio pesada. A continuación, la muestra de la ampolla se puede calentar en un baño a ~553°C durante aproximadamente 20 minutos. Después del enfriamiento, la ampolla se puede pesar de nuevo y se anota la diferencia. Aunque la prueba de MCR no proporciona una medida directa del contenido de asfaltenos, se cree generalmente que el valor de MCR está muy relacionado con la tendencia de una fracción de petróleo para formar coque, y por lo tanto puede proporcionar una indicación alternativa/aproximada del contenido de asfaltenos.

El Bureau de Mines Correlation Index (BMCI) puede proporcionar otro método para caracterizar las propiedades de un fuelóleo (u otra fracción de petróleo). El índice BMCI puede proporcionar un indicador de la capacidad de una fracción de fuelóleo para mantener la solubilidad de compuestos tales como asfaltenos. El índice BMCI se puede calcular basándose en la Ecuación (1):

$$(1) \text{BMCI} = \frac{48640}{\text{VABP}} + (473.7 \times d_{60}) - 456.8$$

En la Ecuación (1), VABP se refiere al punto de ebullición medio en volumen (en grados Kelvin) de la fracción, que se puede determinar basándose en los puntos de ebullición en peso fraccionado para la destilación de la fracción a intervalos de alrededor de 10% en volumen desde ~10% en volumen hasta ~90% en volumen. El valor "d₆₀" se refiere a la densidad en g/cm³ de la fracción a ~60°F (~16°C). Aunque esta definición no depende directamente de la naturaleza de los compuestos de la fracción, se cree que el valor del índice BMCI proporciona una indicación de la capacidad de una fracción de fuelóleo para solvatar asfaltenos.

Un método adicional/alternativo para caracterizar las propiedades de solubilidad de un fuelóleo (u otra fracción de petróleo) puede corresponder a la equivalencia de tolueno (TE) de un fuelóleo, basándose en la prueba de equivalencia de tolueno que se describe, por ejemplo, en la Patente de EE. UU. N° 5.871.634, que se incorpora en la presente mediante referencia con respecto a las definiciones y las descripciones de equivalencia de tolueno, índice de solubilidad (S_{BN}) e índice de insolubilidad (I_N).

- Para la prueba de equivalencia de tolueno, se define que el procedimiento especificado en AMS 79-004 y/o que se publica en otras partes (p. ej., véase Griffith, M.G. y Siegmund, C. W., "Controlling Compatibility of Residual Fuel Oils", Marine Fuels, ASTM STP 878, C. H. Jones, Ed., American Society for Testing and Materials, Filadelfia, 1985, pp. 227-247, que se incorpora en la presente mediante referencia) proporciona el procedimiento. Generalmente, se puede seleccionar una relación volumétrica conveniente de aceite a una mezcla líquida de prueba, tal como aproximadamente 2 gramos de fuelóleo (con una densidad de aproximadamente 1 g/ml) a aproximadamente 10 ml de mezcla líquida de prueba. A continuación, se pueden preparar diversas mezclas de la mezcla líquida de prueba al combinar n-heptano y tolueno en diversas proporciones conocidas. Cada una de estas se puede mezclar con el fuelóleo a la relación volumétrica seleccionada de aceite a mezcla líquida de prueba. A continuación, se puede realizar una determinación de cada aceite/mezcla líquida de prueba para determinar si los asfaltenos son solubles o insolubles. Se podría usar cualquier método conveniente. Una posibilidad puede ser observar una gota de la combinación de mezcla líquida de prueba y aceite entre un portaobjetos de vidrio y un cubreobjetos de vidrio usando luz transmitida con un microscopio óptico con una ampliación de ~50x a ~600x. Si los asfaltenos están en solución, se observarán pocas, si es que alguna, partículas oscuras. Si los asfaltenos son insolubles, se pueden observar muchas partículas oscuras, habitualmente, parduscas, habitualmente de un tamaño de ~0,5 micras a ~10 micras. Otro posible método puede ser poner una gota de la combinación de mezcla líquida de prueba y aceite sobre un trozo de papel y dejarla secar. Si los asfaltenos son insolubles, se observará un anillo o círculo oscuro alrededor del centro de la mancha amarilla-parda formada por el aceite. Si los asfaltenos son solubles, el color de la mancha formada por el aceite será de color relativamente uniforme. A continuación, los resultados de combinar aceite con todas las mezclas líquidas de prueba se pueden ordenar según el porcentaje creciente de tolueno en la mezcla líquida de prueba. El valor de TE deseado puede estar entre el porcentaje mínimo de tolueno que se disuelve y el porcentaje máximo de tolueno que precipita asfaltenos. Dependiendo del nivel de precisión deseado, se pueden preparar más mezclas líquidas de prueba con cantidades de porcentaje de tolueno entre estos límites. Las mezclas líquidas de prueba adicionales se pueden combinar con aceite en la relación volumétrica seleccionada de aceite a mezcla líquida de prueba, y se pueden realizar determinaciones de si los asfaltenos son solubles o insolubles. El procedimiento se puede continuar hasta que se determine el valor deseado dentro de la precisión deseada. El valor de TE deseado final se puede tomar como la media de porcentaje mínimo de tolueno que disuelve asfaltenos y el porcentaje máximo de tolueno que precipita asfaltenos.
- El método de prueba anterior para la prueba de equivalencia de tolueno se puede extender para permitir la determinación de un índice de solubilidad (S_{BN}) y un índice de insolubilidad (I_N) para una muestra de fuelóleo. Si se desea determinar el S_{BN} y/o I_N para una muestra de fuelóleo, se puede realizar la prueba de equivalencia de tolueno descrita anteriormente para generar un primer punto de datos correspondiente a una primera relación volumétrica R_1 de fuelóleo a líquido de prueba a un primer porcentaje de tolueno T_1 en el líquido de prueba al valor de TE. Después de generar el valor de TE, una opción puede ser determinar un segundo punto de datos mediante un procedimiento similar pero usando una relación volumétrica diferente de aceite a mezcla líquida de prueba. Alternativamente, se puede seleccionar un porcentaje de tolueno por debajo del determinado para el primer punto de datos y esa mezcla líquida de prueba se puede añadir a un volumen conocido del fuelóleo justo hasta que los asfaltenos empiecen a precipitar. En ese punto, la relación volumétrica de aceite a mezcla líquida de prueba, R_2 , al porcentaje de tolueno seleccionado en la mezcla líquida de prueba, T_2 , puede usar el segundo punto de datos. Puesto que la precisión de los números finales se puede incrementar a distancias mayores entre los puntos de datos, una opción para la segunda mezcla líquida de prueba puede ser usar un líquido de prueba que contenga 0% de tolueno o 100% de n-heptano. Este tipo de prueba para generar el segundo punto de datos se puede denominar la prueba de dilución en heptano.
- Basándose en la prueba de equivalencia de tolueno y la prueba de dilución en heptano (u otra prueba de modo que R_1 , R_2 , T_1 y T_2 estén todos definidos), los índices de insolubilidad y solubilidad para una muestra se pueden calcular basándose en las Ecuaciones (2) y (3).

$$(2) I_N = T_2 - \left[\frac{T_2 - T_1}{R_2 - R_1} \right] R_2$$

$$(3) S_{BN} = I_N \left[1 + \frac{1}{R_2} \right] - T_2 / R_2$$

- Según se apunta en la Patente de EE. UU. N° 5.871.634, están disponibles métodos alternativos para determinar el índice de solubilidad de un fuelóleo que tiene un índice de insolubilidad de cero.

Compatibilidad de Fracciones de Fuelóleo

Basándose en los métodos anteriores para caracterizar las propiedades de un fuelóleo, se pueden usar varios métodos convencionales para determinar si una combinación de fuelóleos es compatible. Estas determinaciones convencionales se han basado en las diferencias entre el S_{BN} y el I_N , o la diferencia entre el índice BMCI y el TE. Por ejemplo, una definición convencional de compatibilidad se puede basar en tener una diferencia entre el S_{BN} y el I_N para una combinación de fuelóleos de al menos aproximadamente 20. Otra definición convencional se puede basar en tener una diferencia entre el índice BMCI y el valor de TE de al menos aproximadamente 7, o al menos aproximadamente 10, o al menos aproximadamente 14, o al menos aproximadamente 15.

En determinaciones convencionales de compatibilidad para combinaciones de fuelóleos, se ha supuesto que el valor de una propiedad para una combinación de fuelóleos puede corresponder a un promedio ponderado de la propiedad correspondiente para los componentes individuales del fuelóleo. Sin embargo, se ha determinado que el valor de TE para una combinación de fuelóleos puede tener un comportamiento sustancialmente diferente. En lugar de comportarse como un promedio ponderado, se ha determinado que el valor de TE para una combinación de fuelóleos se puede expresar mediante la Ecuación (4).

$$(4) TE = \frac{\sum TE_i * A_i * y_i}{\sum A_i * y_i}$$

En la Ecuación (4), "i" indica el componente i^o en una combinación; TE_i es el valor de equivalencia de tolueno del componente i ; A_i es el contenido de asfaltenos del componente i ; e y_i es la fracción másica del componente i . Según se muestra en la Ecuación (4), en lugar de comportarse como un promedio basado en la fracción másica, se cree que el valor de TE para una combinación se pondera basándose tanto en el contenido de materias insolubles (asfaltenos) como en la fracción másica de un componente. Debido a la dependencia adicional sobre el contenido de materias insolubles (asfaltenos), la Ecuación (4) muestra que, en situaciones en las que el contenido de asfaltenos difiere en una gran cantidad entre componentes del fuelóleo, el valor de equivalencia de tolueno de una combinación de fuelóleos puede ser sustancialmente mayor de lo que se esperaría, basándose solamente en las relaciones de los componentes. Sin embargo, puesto que el valor del índice BMCI no tiene una dependencia similar, se puede observar que fuelóleos con diferentes contenidos de materias insolubles (asfaltenos) pueden tener relaciones de combinación localizadas de incompatibilidad, aunque los componentes individuales de la combinación puedan parecer compatibles basándose en la estimación lineal de valores. Se apunta que las definiciones de S_{BN} e I_N también se pueden basar indirectamente en parte en el valor de TE, y por lo tanto el uso de S_{BN} e I_N para la determinación de la compatibilidad puede estar potencialmente influenciado por este descubrimiento de la dependencia de los valores de TE para combinaciones de fuelóleos con el contenido de materias insolubles (asfaltenos) de los componentes.

Propiedades de Fuelóleos

Convencionalmente, se puede hacer referencia a los fuelóleos por el contenido de azufre del fuelóleo. Un fuelóleo de contenido de azufre regular puede corresponder a un fuelóleo que tiene un contenido de azufre de aproximadamente 0,15% en peso a aproximadamente 3,5% en peso, por ejemplo de aproximadamente 0,3% en peso a aproximadamente 3,5% en peso, de aproximadamente 0,5% en peso a aproximadamente 3,5% en peso, de aproximadamente 1,0% en peso a aproximadamente 3,5% en peso, de aproximadamente 1,5% en peso a aproximadamente 3,5% en peso, de aproximadamente 2,0% en peso a aproximadamente 3,5% en peso, de aproximadamente 0,1% en peso a aproximadamente 3,0% en peso, de aproximadamente 0,3% en peso a aproximadamente 3,0% en peso, de aproximadamente 0,5% en peso a aproximadamente 3,0% en peso, de aproximadamente 1,0% en peso a aproximadamente 3,0% en peso, de aproximadamente 1,5% en peso a aproximadamente 3,0% en peso, de aproximadamente 2,0% en peso a aproximadamente 3,0% en peso, de aproximadamente 0,1% en peso a aproximadamente 2,5% en peso, de aproximadamente 0,3% en peso a aproximadamente 2,5% en peso, de aproximadamente 0,5% en peso a aproximadamente 2,5% en peso, de aproximadamente 1,0% en peso a aproximadamente 2,5% en peso, o de aproximadamente 1,5% en peso a aproximadamente 2,5% en peso. Un fuelóleo de contenido de azufre bajo puede tener un contenido de azufre de aproximadamente 0,01% en peso (~100 wppm) a aproximadamente 0,1% en peso (~1000 wppm), por ejemplo de aproximadamente 0,01% en peso a aproximadamente 0,05% en peso, de aproximadamente 0,02% en peso a aproximadamente 0,05% en peso, de aproximadamente 0,1% en peso a aproximadamente 0,05% en peso, o de aproximadamente 0,05% en peso a aproximadamente 0,1% en peso. Un fuelóleo de contenido de azufre medio puede tener un contenido de azufre de aproximadamente 0,05% en peso (~500 wppm) a aproximadamente 0,5% en peso (~5000 wppm), por ejemplo de aproximadamente 0,1% en peso a aproximadamente 0,5% en peso, de aproximadamente 0,05% en peso a aproximadamente 0,3% en peso, o de aproximadamente 0,1% en peso a aproximadamente 0,3% en peso. Un fuelóleo de contenido de azufre muy bajo (o ultrabajo) puede tener un contenido de azufre de aproximadamente 0,0001% en peso (~1 wppm) a aproximadamente 0,05% en peso (~500 wppm), por ejemplo de aproximadamente 0,0001% en peso a aproximadamente 0,03% en peso, de aproximadamente 0,001% en peso a aproximadamente 0,05% en peso, de aproximadamente 0,001% en peso a aproximadamente 0,03% en peso, de aproximadamente 0,005% en peso a aproximadamente 0,05% en peso, de aproximadamente 0,005% en peso a

aproximadamente 0,03% en peso, de aproximadamente 0,01% en peso a aproximadamente 0,05% en peso, o de aproximadamente 0,01% en peso a aproximadamente 0,03% en peso.

Basándose en la relación inesperada entre el contenido de asfaltenos de los componentes de una combinación de fuelóleos y el valor de TE resultante para una combinación, se pueden determinar diversas propiedades deseables para los componentes en una combinación de fuelóleos, tales como propiedades deseables para reducir o minimizar la precipitación de asfaltenos y/o la formación de coque, en donde un sistema de aporte de combustible para motores se transforma desde el uso de un fuelóleo de contenido de azufre regular al uso de un fuelóleo de contenido de azufre bajo, y/o cuando un sistema de aporte de combustible para motores se transforma del uso de un fuelóleo de contenido de azufre bajo a un fuelóleo de contenido de azufre regular. A diferencia de los combustibles de destilado marítimos, los fuelóleos pueden requerir un sistema combustible calentado para un funcionamiento apropiado. Los fuelóleos pueden tender a tener una alta viscosidad, y el sistema combustible calentado puede ayudar a que un fuelóleo tenga propiedades de flujo deseables dentro del sistema combustible. Muchas embarcaciones pueden tener un solo sistema combustible calentado. Como resultado, cuando una embarcación entre en una zona de control de emisiones, la embarcación puede cambiar de fuelóleo de contenido de azufre regular a un fuelóleo de contenido de azufre bajo (o muy bajo). De forma similar, la embarcación puede volver al uso de fuelóleo de contenido de azufre regular después de salir de una zona de control de emisiones. Durante este cambio, se pueden mezclar fuelóleo de contenido de azufre regular y fuelóleo de contenido de azufre bajo, siendo la relación de mezcla impredecible en cualquier situación dada dentro del sistema combustible de la embarcación. Si existen cualesquiera relaciones de combinación en las que el fuelóleo de contenido de azufre regular y el fuelóleo de contenido de azufre bajo (o muy bajo) sean incompatibles, es probable que la mezcla impredecible de fuelóleos en el sistema combustible calentado dé como resultado la precipitación de asfaltenos.

Una opción para mantener la compatibilidad entre un fuelóleo de contenido de azufre regular y un fuelóleo de contenido de azufre bajo (o muy bajo) a través de todas o sustancialmente todas las posibles relaciones de combinación puede ser seleccionar un fuelóleo de contenido de azufre bajo (o muy bajo) y/o modificar un fuelóleo de contenido de azufre bajo (o muy bajo) para que tenga un conjunto de propiedades deseado, de modo que el fuelóleo de contenido de azufre bajo (o muy bajo) pueda ser compatible ventajosamente (sustancialmente a todas las relaciones de combinación) con un intervalo (más) amplio de fuelóleos de contenido de azufre regular, tales como sustancialmente todos los fuelóleos de contenido de azufre regular convencionales. Según se muestra en la Ecuación 4, un factor para seleccionar un fuelóleo de contenido de azufre bajo (o muy bajo) y/o modificar un fuelóleo de contenido de azufre bajo (o muy bajo) para la compatibilidad puede ser el contenido de asfaltenos. Puede ser más probable que un fuelóleo de contenido de azufre bajo que contiene al menos un nivel mínimo de contenido de asfaltenos tenga una capacidad para mantener asfaltenos procedentes de un fuelóleo de contenido de azufre regular en solución. Al combinar un contenido de asfaltenos bajo/mínimo con otras especificaciones generales para las propiedades de un fuelóleo de contenido de azufre bajo, se puede proporcionar un grupo de propiedades para permitir que un fuelóleo de contenido de azufre bajo sea generalmente (más) compatible con fuelóleos de contenido de azufre regular.

En algunos aspectos, un fuelóleo de contenido de azufre regular puede tener una o más propiedades que pueden dar como resultado un incremento de la dificultad para seleccionar y/o modificar un fuelóleo de contenido de azufre bajo (o muy bajo) para la compatibilidad. Por ejemplo, una diferencia entre el valor del BMCI y el valor de equivalencia de tolueno (TE) de un fuelóleo de contenido de azufre regular (o alternativamente un fuelóleo de contenido de azufre medio) puede ser aproximadamente 50 o menos, por ejemplo aproximadamente 45 o menos, aproximadamente 40 o menos, aproximadamente 35 o menos, o aproximadamente 30 o menos. Se entiende que una diferencia entre un valor de BMCI y un valor de TE para un fuelóleo puede ser típicamente al menos aproximadamente 7, por ejemplo al menos aproximadamente 10, al menos aproximadamente 14, o al menos aproximadamente 15, ya que de otro modo sería probable la precipitación de asfaltenos incluso sin combinar este fuelóleo con otra composición. Una diferencia relativamente pequeña entre el valor de BMCI y el valor de TE para un fuelóleo de contenido de azufre regular puede ser un indicador de que un fuelóleo de contenido de azufre regular (o fuelóleo de contenido de azufre medio) tiene una probabilidad superior de ser incompatible con un fuelóleo de contenido de azufre bajo (o muy bajo).

Otra relación entre las propiedades de un fuelóleo de contenido de azufre regular (o un fuelóleo de contenido de azufre medio) y un fuelóleo de contenido de azufre bajo (o fuelóleo de contenido de azufre muy bajo) puede ser una relación entre el valor de TE del fuelóleo de contenido de azufre regular y el valor de BMCI del fuelóleo de contenido de azufre bajo. Por ejemplo, seleccionar un fuelóleo de contenido de azufre bajo con un valor de BMCI suficientemente mayor que el valor de TE de un fuelóleo de contenido de azufre regular puede evitar problemas con la compatibilidad. Para situaciones en las que el valor de BMCI de un fuelóleo de contenido de azufre bajo no sea suficientemente mayor que el valor de TE del fuelóleo de contenido de azufre regular, la modificación del fuelóleo de contenido de azufre bajo puede mejorar la compatibilidad. Por ejemplo, si el valor de TE del fuelóleo de contenido de azufre regular es al menos aproximadamente 0,70 veces el valor de BMCI del fuelóleo de contenido de azufre bajo, por ejemplo al menos aproximadamente 0,75 veces, al menos aproximadamente 0,80 veces, al menos aproximadamente 0,85 veces, al menos aproximadamente 0,90 veces, al menos aproximadamente 0,95 veces, o al menos igual al valor de BMCI del fuelóleo de contenido de azufre bajo, puede ser valioso modificar el fuelóleo de contenido de azufre bajo para la compatibilidad.

Otra relación más entre las propiedades de un fuelóleo de contenido de azufre regular (o fuelóleo de contenido de azufre medio) y un fuelóleo de contenido de azufre bajo (o fuelóleo de contenido de azufre muy bajo) puede ser una diferencia entre los contenidos de asfaltenos. En diversos aspectos, el contenido de asfaltenos del fuelóleo de contenido de azufre regular (o fuelóleo de contenido de azufre medio) puede ser al menos aproximadamente 2,0% en peso mayor que el contenido de asfaltenos del fuelóleo de contenido de azufre bajo (o fuelóleo de contenido de azufre muy bajo), por ejemplo al menos aproximadamente 2,5% en peso, al menos aproximadamente 3,0% en peso, al menos aproximadamente 3,5% en peso, al menos aproximadamente 4,0% en peso, al menos aproximadamente 4,5% en peso, al menos aproximadamente 5,0% en peso, al menos aproximadamente 5,5% en peso, o al menos aproximadamente 6,0% en peso, o al menos aproximadamente 6,5% en peso, tal como opcionalmente hasta aproximadamente 15% en peso o menos. Se apunta que un fuelóleo de contenido de azufre regular que tiene un contenido de asfaltenos mayor que un contenido de asfaltenos de fuelóleo de contenido de azufre bajo en al menos X% se puede expresar equivalentemente como un fuelóleo de contenido de azufre bajo (o fuelóleo de contenido de azufre muy bajo) que tiene un contenido de asfaltenos que es inferior que un contenido de asfaltenos de un fuelóleo de contenido de azufre regular (o fuelóleo de contenido de azufre medio) en al menos X%.

Con respecto al contenido de asfaltenos, un fuelóleo de contenido de azufre bajo se puede seleccionar y/o modificar para que tenga un contenido de asfaltenos de al menos aproximadamente 2,0% en peso, por ejemplo al menos aproximadamente 2,2% en peso, al menos aproximadamente 2,5% en peso, al menos aproximadamente 2,7% en peso, al menos aproximadamente 3,0% en peso, o al menos aproximadamente 3,2% en peso, tal como opcionalmente hasta aproximadamente 6,0% en peso o hasta aproximadamente 8,0% en peso (o más). En particular, un fuelóleo de contenido de azufre bajo se puede seleccionar y/o modificar para que tenga un contenido de asfaltenos de al menos aproximadamente 2,0% en peso, de aproximadamente 2,0 a aproximadamente 8,0% en peso, o de aproximadamente 2,0% en peso a aproximadamente 6,0% en peso. Se apunta que los fuelóleos de contenido de azufre bajo típicos pueden tener típicamente contenidos de asfaltenos de aproximadamente 1,5% en peso o menos, p. ej., aproximadamente 1,0% en peso o menos.

En aspectos en los que un fuelóleo de contenido de azufre bajo se modifica para incrementar un contenido de asfaltenos, el contenido de asfaltenos se puede incrementar, por ejemplo, al combinar el fuelóleo de contenido de azufre bajo con y/o añadir una composición que incluye al menos aproximadamente 50% en peso de una fracción que contiene asfaltenos, por ejemplo al menos aproximadamente 60% en peso o al menos aproximadamente 70% en peso. Opcionalmente, la fracción que contiene asfaltenos puede tener un contenido de asfaltenos de al menos aproximadamente 2,5% en peso, por ejemplo al menos aproximadamente 3,5% en peso o al menos aproximadamente 4,5% en peso. Adicionalmente o alternativamente, el fuelóleo de contenido de azufre bajo modificado puede tener opcionalmente un contenido de asfaltenos incrementado que es al menos aproximadamente 0,5% en peso mayor que el contenido de asfaltenos antes de la modificación, por ejemplo al menos aproximadamente 1,0% en peso, al menos aproximadamente 1,5% en peso, o al menos aproximadamente 2,0% en peso.

Además de o como una alternativa a la caracterización del contenido de asfaltenos, otra opción puede ser caracterizar el contenido de microrresiduo de carbono (MCR) de un fuelóleo, tal como determinar el MCR según ISO 10370. Un fuelóleo de contenido de azufre bajo se puede seleccionar para que tenga y/o modificar para que tenga un contenido de MCR de al menos aproximadamente 2,7% en peso, por ejemplo al menos aproximadamente 3,0% en peso, al menos aproximadamente 3,5% en peso, al menos aproximadamente 4,0% en peso, al menos aproximadamente 4,5% en peso, al menos aproximadamente 5,0% en peso, o al menos aproximadamente 5,5% en peso, tal como opcionalmente hasta aproximadamente 10,0% en peso (o más). En particular, un fuelóleo de contenido de azufre bajo se puede seleccionar para que tenga y/o modificar para que tenga un contenido de MCR de al menos aproximadamente 2,7% en peso, de aproximadamente 3,0% en peso a aproximadamente 10,0% en peso, o de aproximadamente 2,7% en peso a aproximadamente 5,0% en peso. Se apunta que los fuelóleos de contenido de azufre bajo típicos pueden tener típicamente un contenido de asfaltenos de aproximadamente 2,5% en peso o menos, por ejemplo aproximadamente 2,0% en peso o menos. Se apunta que, para fracciones típicas, el contenido de asfaltenos se puede relacionar con el contenido de MCR, siendo el contenido de asfaltenos aproximadamente 0,6 veces o menos del contenido de MCR.

Otra propiedad que se puede usar para la selección y/o la modificación de un fuelóleo de contenido de azufre bajo es la densidad. En diversos aspectos, un fuelóleo de contenido de azufre bajo se puede seleccionar y/o modificar para que tenga una densidad de aproximadamente 0,86 g/cm³ a aproximadamente 0,95 g/cm³ a ~15°C. Por ejemplo, la densidad de un fuelóleo de contenido de azufre bajo a ~15°C (bien cuando está seleccionado y/o bien cuando está modificado) puede ser de aproximadamente 0,86 g/cm³ a aproximadamente 0,95 g/cm², por ejemplo de aproximadamente 0,86 g/cm³ a aproximadamente 0,94 g/cm³, de aproximadamente 0,86 g/cm³ a aproximadamente 0,93 g/cm³, de aproximadamente 0,86 g/cm³ a aproximadamente 0,92 g/cm², de aproximadamente 0,86 g/cm³ a aproximadamente 0,91 g/cm³, de aproximadamente 0,86 g/cm³ a aproximadamente 0,90 g/cm³, de aproximadamente 0,86 g/cm³ a aproximadamente 0,89 g/cm³, de aproximadamente 0,87 g/cm³ a aproximadamente 0,95 g/cm², de aproximadamente 0,87 g/cm³ a aproximadamente 0,94 g/cm³, de aproximadamente 0,87 g/cm³ a aproximadamente 0,93 g/cm³, de aproximadamente 0,87 g/cm³ a aproximadamente 0,92 g/cm², de aproximadamente 0,87 g/cm³ a aproximadamente 0,91 g/cm³, de aproximadamente 0,87 g/cm³ a aproximadamente 0,90 g/cm³, de aproximadamente 0,87 g/cm³ a aproximadamente 0,89 g/cm³, de aproximadamente 0,88 g/cm³ a aproximadamente 0,95 g/cm², de aproximadamente 0,88 g/cm³ a aproximadamente 0,94 g/cm³, de aproximadamente 0,88 g/cm³ a aproximadamente

0,93 g/cm³, de aproximadamente 0,88 g/cm³ a aproximadamente 0,92 g/cm², de aproximadamente 0,88 g/cm³ a aproximadamente 0,91 g/cm³, de aproximadamente 0,88 g/cm³ a aproximadamente 0,90 g/cm³, de aproximadamente 0,89 g/cm³ a aproximadamente 0,95 g/cm², de aproximadamente 0,89 g/cm³ a aproximadamente 0,94 g/cm³, de aproximadamente 0,89 g/cm³ a aproximadamente 0,93 g/cm³, de aproximadamente 0,89 g/cm³ a aproximadamente 0,92 g/cm², de aproximadamente 0,89 g/cm³ a aproximadamente 0,91 g/cm³, de aproximadamente 0,90 g/cm³ a aproximadamente 0,95 g/cm³, de aproximadamente 0,90 g/cm³ a aproximadamente 0,94 g/cm³, de aproximadamente 0,90 g/cm³ a aproximadamente 0,93 g/cm³, o de aproximadamente 0,90 g/cm³ a aproximadamente 0,92 g/cm³. En particular, la densidad de un fuelóleo de contenido de azufre bajo a ~15°C (bien cuando está seleccionado y/o bien cuando está modificado) puede ser de aproximadamente 0,86 g/cm³ a aproximadamente 0,95 g/cm², de aproximadamente 0,88 g/cm³ a aproximadamente 0,95 g/cm², de aproximadamente 0,86 g/cm³ a aproximadamente 0,90 g/cm³, o de aproximadamente 0,90 g/cm³ a aproximadamente 0,95 g/cm³. Sin querer limitarse por ninguna teoría particular, se cree que la selección de fuelóleos de contenido de azufre bajo (o muy bajo) con una densidad en los intervalos anteriores y/o la modificación de un combustible de contenido de azufre bajo (o muy bajo) para que tenga una densidad en los intervalos anteriores pueden proporcionar, en combinación con otras propiedades, una capacidad adecuada para solvatar asfaltenos para proporcionar compatibilidad con fuelóleos de contenido de azufre regular (o medio). Adicionalmente o alternativamente, se cree que usar la densidad como una propiedad puede proporcionar un método más conveniente para caracterizar una fracción de fuelóleo, en comparación con la realización de medidas del punto de destilación que pueden ser necesarias para determinar el punto de ebullición promedio para la determinación del índice BMCI.

Otra propiedad más que se puede usar para la selección y/o la modificación de un fuelóleo de contenido de azufre bajo es la viscosidad cinemática. En este análisis, se usa la viscosidad cinemática para un fuelóleo a ~50°C, pero se entiende que también se puede usar cualquier otra medida conveniente de la viscosidad cinemática para caracterizar una muestra de fuelóleo. En diversos aspectos, un fuelóleo de contenido de azufre bajo se puede seleccionar para que tenga y/o modificar para que tenga una viscosidad cinemática a ~50°C de aproximadamente 15 cSt a aproximadamente 200 cSt. Por ejemplo, la viscosidad cinemática a ~50°C de un fuelóleo de contenido de azufre bajo (bien cuando está seleccionado y/o bien cuando está modificado) puede ser de aproximadamente 15 cSt a aproximadamente 200 cSt, por ejemplo de aproximadamente 15 cSt a aproximadamente 180 cSt, de aproximadamente 15 cSt a aproximadamente 160 cSt, de aproximadamente 15 cSt a aproximadamente 150 cSt, de aproximadamente 15 cSt a aproximadamente 140 cSt, de aproximadamente 15 cSt a aproximadamente 130 cSt, de aproximadamente 15 cSt a aproximadamente 120 cSt, de aproximadamente 15 cSt a aproximadamente 110 cSt, de aproximadamente 15 cSt a aproximadamente 100 cSt, de aproximadamente 15 cSt a aproximadamente 90 cSt, de aproximadamente 15 cSt a aproximadamente 80 cSt, de aproximadamente 15 cSt a aproximadamente 70 cSt, de aproximadamente 15 cSt a aproximadamente 60 cSt, de aproximadamente 15 cSt a aproximadamente 50 cSt, de aproximadamente 20 cSt a aproximadamente 200 cSt, de aproximadamente 20 cSt a aproximadamente 180 cSt, de aproximadamente 20 cSt a aproximadamente 160 cSt, de aproximadamente 20 cSt a aproximadamente 150 cSt, de aproximadamente 20 cSt a aproximadamente 140 cSt, de aproximadamente 20 cSt a aproximadamente 130 cSt, de aproximadamente 20 cSt a aproximadamente 120 cSt, de aproximadamente 20 cSt a aproximadamente 110 cSt, de aproximadamente 20 cSt a aproximadamente 100 cSt, de aproximadamente 20 cSt a aproximadamente 90 cSt, de aproximadamente 20 cSt a aproximadamente 80 cSt, de aproximadamente 20 cSt a aproximadamente 70 cSt, de aproximadamente 20 cSt a aproximadamente 60 cSt, de aproximadamente 20 cSt a aproximadamente 50 cSt, de aproximadamente 25 cSt a aproximadamente 200 cSt, de aproximadamente 25 cSt a aproximadamente 180 cSt, de aproximadamente 25 cSt a aproximadamente 160 cSt, de aproximadamente 25 cSt a aproximadamente 150 cSt, de aproximadamente 25 cSt a aproximadamente 140 cSt, de aproximadamente 25 cSt a aproximadamente 130 cSt, de aproximadamente 25 cSt a aproximadamente 120 cSt, de aproximadamente 25 cSt a aproximadamente 110 cSt, de aproximadamente 25 cSt a aproximadamente 100 cSt, de aproximadamente 25 cSt a aproximadamente 90 cSt, de aproximadamente 25 cSt a aproximadamente 80 cSt, de aproximadamente 25 cSt a aproximadamente 70 cSt, de aproximadamente 25 cSt a aproximadamente 60 cSt, de aproximadamente 25 cSt a aproximadamente 50 cSt, de aproximadamente 35 cSt a aproximadamente 200 cSt, de aproximadamente 35 cSt a aproximadamente 180 cSt, de aproximadamente 35 cSt a aproximadamente 160 cSt, de aproximadamente 35 cSt a aproximadamente 150 cSt, de aproximadamente 35 cSt a aproximadamente 140 cSt, de aproximadamente 35 cSt a aproximadamente 130 cSt, de aproximadamente 35 cSt a aproximadamente 120 cSt, de aproximadamente 35 cSt a aproximadamente 110 cSt, de aproximadamente 35 cSt a aproximadamente 100 cSt, de aproximadamente 35 cSt a aproximadamente 90 cSt, de aproximadamente 35 cSt a aproximadamente 80 cSt, de aproximadamente 35 cSt a aproximadamente 70 cSt, de aproximadamente 35 cSt a aproximadamente 60 cSt, de aproximadamente 45 cSt a aproximadamente 200 cSt, de aproximadamente 45 cSt a aproximadamente 180 cSt, de aproximadamente 45 cSt a aproximadamente 160 cSt, de aproximadamente 45 cSt a aproximadamente 150 cSt, de aproximadamente 45 cSt a aproximadamente 140 cSt, de aproximadamente 45 cSt a aproximadamente 130 cSt, de aproximadamente 45 cSt a aproximadamente 120 cSt, de aproximadamente 45 cSt a aproximadamente 110 cSt, de aproximadamente 45 cSt a aproximadamente 100 cSt, de aproximadamente 45 cSt a aproximadamente 90 cSt, de aproximadamente 45 cSt a aproximadamente 80 cSt, de aproximadamente 45 cSt a aproximadamente 70 cSt, de aproximadamente 55 cSt a aproximadamente 200 cSt, de aproximadamente 55 cSt a aproximadamente 180 cSt, de aproximadamente 55 cSt a aproximadamente 160 cSt, de aproximadamente 55 cSt a aproximadamente 150 cSt, de aproximadamente 55 cSt a aproximadamente 140 cSt, de aproximadamente 55 cSt a aproximadamente 130 cSt, de aproximadamente 55 cSt a aproximadamente 120 cSt, de aproximadamente 55 cSt a aproximadamente 110 cSt, de aproximadamente 55 cSt a aproximadamente 100 cSt, de aproximadamente 55 cSt a aproximadamente 90 cSt, de aproximadamente 55 cSt a aproximadamente 80 cSt, de

aproximadamente 65 cSt a aproximadamente 200 cSt, de aproximadamente 65 cSt a aproximadamente 180 cSt, de aproximadamente 65 cSt a aproximadamente 160 cSt, de aproximadamente 65 cSt a aproximadamente 150 cSt, de aproximadamente 65 cSt a aproximadamente 140 cSt, de aproximadamente 65 cSt a aproximadamente 130 cSt, de aproximadamente 65 cSt a aproximadamente 120 cSt, de aproximadamente 65 cSt a aproximadamente 110 cSt, de aproximadamente 65 cSt a aproximadamente 100 cSt, de aproximadamente 65 cSt a aproximadamente 90 cSt, de aproximadamente 75 cSt a aproximadamente 200 cSt, de aproximadamente 75 cSt a aproximadamente 180 cSt, de aproximadamente 75 cSt a aproximadamente 160 cSt, de aproximadamente 75 cSt a aproximadamente 150 cSt, de aproximadamente 75 cSt a aproximadamente 140 cSt, de aproximadamente 75 cSt a aproximadamente 130 cSt, de aproximadamente 75 cSt a aproximadamente 120 cSt, de aproximadamente 75 cSt a aproximadamente 110 cSt, de aproximadamente 75 cSt a aproximadamente 100 cSt, de aproximadamente 85 cSt a aproximadamente 200 cSt, de aproximadamente 85 cSt a aproximadamente 180 cSt, de aproximadamente 85 cSt a aproximadamente 160 cSt, de aproximadamente 85 cSt a aproximadamente 150 cSt, de aproximadamente 85 cSt a aproximadamente 140 cSt, de aproximadamente 85 cSt a aproximadamente 130 cSt, de aproximadamente 85 cSt a aproximadamente 120 cSt, de aproximadamente 85 cSt a aproximadamente 110 cSt, de aproximadamente 85 cSt a aproximadamente 100 cSt, de aproximadamente 95 cSt a aproximadamente 200 cSt, de aproximadamente 95 cSt a aproximadamente 180 cSt, de aproximadamente 95 cSt a aproximadamente 160 cSt, de aproximadamente 95 cSt a aproximadamente 150 cSt, de aproximadamente 95 cSt a aproximadamente 140 cSt, de aproximadamente 95 cSt a aproximadamente 130 cSt, de aproximadamente 95 cSt a aproximadamente 120 cSt, de aproximadamente 105 cSt a aproximadamente 200 cSt, de aproximadamente 105 cSt a aproximadamente 180 cSt, de aproximadamente 105 cSt a aproximadamente 160 cSt, de aproximadamente 105 cSt a aproximadamente 150 cSt, de aproximadamente 105 cSt a aproximadamente 140 cSt, de aproximadamente 105 cSt a aproximadamente 130 cSt, de aproximadamente 115 cSt a aproximadamente 200 cSt, de aproximadamente 115 cSt a aproximadamente 180 cSt, de aproximadamente 115 cSt a aproximadamente 160 cSt, de aproximadamente 115 cSt a aproximadamente 150 cSt, de aproximadamente 115 cSt a aproximadamente 140 cSt, de aproximadamente 125 cSt a aproximadamente 200 cSt, de aproximadamente 125 cSt a aproximadamente 180 cSt, de aproximadamente 125 cSt a aproximadamente 160 cSt, o de aproximadamente 125 cSt a aproximadamente 150 cSt. En particular, la viscosidad cinemática a $\sim 50^{\circ}\text{C}$ de un fuelóleo de contenido de azufre bajo (bien cuando está seleccionado y/o bien cuando está modificado) puede ser de aproximadamente 15 cSt a aproximadamente 200 cSt, de aproximadamente 25 cSt a aproximadamente 160 cSt, de aproximadamente 15 cSt a aproximadamente 70 cSt, o de aproximadamente 75 cSt a aproximadamente 180 cSt. Sin querer limitarse a ninguna teoría particular, se cree que la selección de fuelóleos de contenido de azufre bajo (o muy bajo) con una viscosidad cinemática a $\sim 50^{\circ}\text{C}$ en los intervalos anteriores y/o la modificación de un combustible de contenido de azufre bajo (o muy bajo) para que tenga una viscosidad cinemática a $\sim 50^{\circ}\text{C}$ en los intervalos anteriores puede proporcionar, en combinación con otras propiedades, una capacidad adecuada para solvatar asfaltenos para proporcionar compatibilidad con fuelóleos de contenido de azufre regular (o medio). Adicionalmente o alternativamente, se cree que usan la viscosidad cinemática a $\sim 50^{\circ}\text{C}$ como una propiedad puede proporcionar un método más conveniente para caracterizar una fracción de fuelóleo, en comparación con realizar medidas del punto de destilación que pueden ser necesarias para determinar el punto de ebullición promedio para la determinación del índice BMCI.

Otra propiedad más que se puede seleccionar y/o modificar para un fuelóleo de contenido de azufre bajo es el índice BMCI. En diversos aspectos, el índice BMCI para un fuelóleo de contenido de azufre bajo (o muy bajo) puede ser de aproximadamente 40 a aproximadamente 120, por ejemplo de aproximadamente 50 a aproximadamente 120, de aproximadamente 60 a aproximadamente 120, de aproximadamente 70 a aproximadamente 120, de aproximadamente 80 a aproximadamente 120, de aproximadamente 90 a aproximadamente 120, de aproximadamente 40 a aproximadamente 110, de aproximadamente 50 a aproximadamente 110, de aproximadamente 60 a aproximadamente 110, de aproximadamente 70 a aproximadamente 110, de aproximadamente 80 a aproximadamente 110, de aproximadamente 40 a aproximadamente 100, de aproximadamente 50 a aproximadamente 100, de aproximadamente 60 a aproximadamente 100, de aproximadamente 70 a aproximadamente 100, de aproximadamente 40 a aproximadamente 90, de aproximadamente 50 a aproximadamente 90, de aproximadamente 60 a aproximadamente 90, de aproximadamente 40 a aproximadamente 80, o de aproximadamente 50 a aproximadamente 80. En particular, el índice BMCI para un fuelóleo de contenido de azufre bajo (o muy bajo) can puede ser de aproximadamente 40 a aproximadamente 120, de aproximadamente 40 a aproximadamente 80, o de aproximadamente 50 a aproximadamente 100.

En otros aspectos, una opción para mantener la compatibilidad entre un fuelóleo de contenido de azufre regular (o medio) y un fuelóleo de contenido de azufre bajo (o muy bajo) a través de todas o sustancialmente todas las relaciones de combinación puede ser seleccionar un fuelóleo de contenido de azufre regular (o medio) y/o modificar un fuelóleo de contenido de azufre regular (o medio) para que tenga un grupo de propiedades deseado de modo que el fuelóleo de contenido de azufre regular (o medio) sea compatible (sustancialmente a todas las relaciones de combinación) con un amplio intervalo de fuelóleos de contenido de azufre bajo (o muy bajo), tal como sustancialmente todos los fuelóleos de contenido de azufre bajo (o muy bajo) convencionales. Según se muestra en la Ecuación (4), un factor para seleccionar un fuelóleo de contenido de azufre regular y/o modificar un fuelóleo de contenido de azufre regular para la compatibilidad puede ser el contenido de asfaltenos. Puede ser más probable que un fuelóleo de contenido de azufre regular (o medio) que contiene menos de un nivel máximo de contenido de asfaltenos tenga una capacidad para mantener asfaltenos en solución cuando se combine con un fuelóleo de contenido de azufre bajo (o muy bajo). Al combinar un contenido de asfaltenos relativamente alto (casi máximo) con otras especificaciones generales para las propiedades de un fuelóleo de contenido de azufre regular (o medio), se puede proporcionar un grupo de

propiedades que permitirá que un fuelóleo de contenido de azufre regular (o medio) sea generalmente compatible con fuelóleos de contenido de azufre bajo (o muy bajo).

Con respecto al contenido de asfaltenos, un fuelóleo de contenido de azufre regular (o medio) se puede seleccionar y/o modificar para que tenga un contenido de asfaltenos de aproximadamente 8,5% en peso o menos, por ejemplo aproximadamente 8,0% en peso o menos, aproximadamente 7,5% en peso o menos, aproximadamente 7,0% en peso o menos, aproximadamente 6,5% en peso o menos, aproximadamente 6,0% en peso o menos, o aproximadamente 5,5% en peso o menos, tal como hasta aproximadamente 3,0% en peso (o menos). Se apunta que los fuelóleos de contenido de azufre regular pueden tener típicamente contenidos de asfaltenos de al menos aproximadamente 4,0% en peso, por ejemplo al menos aproximadamente 5,0% en peso o al menos aproximadamente 6,0% en peso. En particular, un fuelóleo de contenido de azufre regular (o medio) se puede seleccionar y/o modificar para que tenga un contenido de asfaltenos de aproximadamente 3,0% en peso a aproximadamente 8,5% en peso, de aproximadamente 4,0% en peso a aproximadamente 8,0% en peso, o de aproximadamente 4,0% en peso a aproximadamente 7,5% en peso.

Además de o como una alternativa a la caracterización del contenido de asfaltenos, otra opción puede ser caracterizar el contenido de microrresiduo de carbono (MCR) de un fuelóleo, tal como determinar el MCR según ISO 10370. Un fuelóleo de contenido de azufre regular (o medio) se puede seleccionar y/o modificar para que tenga un contenido de MCR de aproximadamente 18% en peso o menos, por ejemplo aproximadamente 17% en peso o menos, aproximadamente 16% en peso o menos, aproximadamente 15% en peso o menos, aproximadamente 14% en peso o menos, aproximadamente 13% en peso o menos, aproximadamente 12% en peso o menos, aproximadamente 11% en peso o menos, aproximadamente 10% en peso o menos, o aproximadamente 9,0% en peso o menos, tal como hasta aproximadamente 5,0% en peso (o menos). Se apunta que los fuelóleos de contenido de azufre regular típicos pueden tener contenidos de asfaltenos de al menos aproximadamente 6,0% en peso, por ejemplo al menos aproximadamente 7,5% en peso, al menos 9,0% en peso, o al menos 10% en peso. En particular, un fuelóleo de contenido de azufre regular (o medio) se puede seleccionar y/o modificar para que tenga un contenido de MCR de aproximadamente 5,0% en peso a aproximadamente 18% en peso, de aproximadamente 6,0% en peso a aproximadamente 15% en peso, o de aproximadamente 6,0% en peso a aproximadamente 12% en peso.

Otra propiedad que se puede usar adicionalmente o alternativamente para la selección y/o la modificación de un fuelóleo de contenido de azufre regular (o medio) es la densidad. En diversos aspectos, un fuelóleo de contenido de azufre regular (o medio) se puede seleccionar y/o modificar para que tenga una densidad a $\sim 15^{\circ}\text{C}$ de aproximadamente $0,95\text{ g/cm}^3$ a aproximadamente $1,05\text{ g/cm}^3$. Por ejemplo, la densidad de un fuelóleo de contenido de azufre regular (o medio) (bien cuando está seleccionado y/o bien cuando está modificado) puede ser de aproximadamente $0,95\text{ g/cm}^3$ a aproximadamente $1,05\text{ g/cm}^2$, de aproximadamente $0,95\text{ g/cm}^3$ a aproximadamente $1,02\text{ g/cm}^2$, de aproximadamente $0,95\text{ g/cm}^3$ a aproximadamente $1,00\text{ g/cm}^2$, de aproximadamente $0,95\text{ g/cm}^3$ a aproximadamente $0,99\text{ g/cm}^3$, de aproximadamente $0,95\text{ g/cm}^3$ a aproximadamente $0,98\text{ g/cm}^3$, de aproximadamente $0,95\text{ g/cm}^3$ a aproximadamente $0,97\text{ g/cm}^3$, de aproximadamente $0,96\text{ g/cm}^3$ a aproximadamente $1,05\text{ g/cm}^2$, de aproximadamente $0,96\text{ g/cm}^3$ a aproximadamente $1,02\text{ g/cm}^2$, de aproximadamente $0,96\text{ g/cm}^3$ a aproximadamente $1,00\text{ g/cm}^2$, de aproximadamente $0,96\text{ g/cm}^3$ a aproximadamente $0,99\text{ g/cm}^3$, de aproximadamente $0,96\text{ g/cm}^3$ a aproximadamente $0,98\text{ g/cm}^3$, de aproximadamente $0,97\text{ g/cm}^3$ a aproximadamente $1,05\text{ g/cm}^2$, de aproximadamente $0,97\text{ g/cm}^3$ a aproximadamente $1,02\text{ g/cm}^3$, de aproximadamente $0,97\text{ g/cm}^3$ a aproximadamente $1,00\text{ g/cm}^3$, de aproximadamente $0,97\text{ g/cm}^3$ a aproximadamente $0,99\text{ g/cm}^2$, de aproximadamente $0,98\text{ g/cm}^3$ a aproximadamente $1,05\text{ g/cm}^2$, de aproximadamente $0,98\text{ g/cm}^3$ a aproximadamente $1,02\text{ g/cm}^3$, o de aproximadamente $0,98\text{ g/cm}^3$ a aproximadamente $1,00\text{ g/cm}^3$. En particular, la densidad de un fuelóleo de contenido de azufre regular (o medio) (bien cuando está seleccionado y/o bien cuando está modificado) puede ser de aproximadamente $0,95\text{ g/cm}^3$ a aproximadamente $1,05\text{ g/cm}^2$, de aproximadamente $0,95\text{ g/cm}^3$ a aproximadamente $0,99\text{ g/cm}^3$, de aproximadamente $0,98\text{ g/cm}^3$ a aproximadamente $1,05\text{ g/cm}^2$, o de aproximadamente $0,99\text{ g/cm}^3$ a aproximadamente $1,02\text{ g/cm}^2$. Sin querer limitarse a ninguna teoría particular, se cree que la selección de fuelóleos de contenido de azufre regular (o medio) con una densidad en los intervalos anteriores y/o la modificación de un combustible de contenido de azufre regular (o medio) para que tenga una densidad en los intervalos anteriores puede proporcionar, en combinación con otras propiedades, una capacidad adecuada para mantener la solubilidad de asfaltenos para proporcionar compatibilidad con fuelóleos de contenido de azufre bajo (o muy bajo). Adicionalmente o alternativamente, se cree que usar la densidad como una propiedad puede proporcionar un método más conveniente para la caracterización de una fracción de fuelóleo, en comparación con la realización de medidas del punto de destilación que pueden ser necesarias para determinar el punto de ebullición promedio para la determinación del índice BMCI.

Otra propiedad más que se puede usar adicionalmente o alternativamente para la selección y/o la modificación de un fuelóleo de contenido de azufre regular (o medio) es la viscosidad cinemática. En diversos aspectos, un fuelóleo de contenido de azufre regular (o medio) se puede seleccionar y/o modificar para que tenga una viscosidad cinemática a $\sim 50^{\circ}\text{C}$ de aproximadamente 70 cSt a aproximadamente 500 cSt o de aproximadamente 150 cSt a aproximadamente 380 cSt. Por ejemplo, la viscosidad cinemática a $\sim 50^{\circ}\text{C}$ de un fuelóleo de contenido de azufre regular (o medio) (bien cuando está seleccionado y/o bien cuando está modificado) puede ser de aproximadamente 70 cSt a aproximadamente 500 cSt, de aproximadamente 100 cSt a aproximadamente 500 cSt, de aproximadamente 130 cSt a aproximadamente 500 cSt, de aproximadamente 150 cSt a aproximadamente 500 cSt, de aproximadamente 170 cSt a aproximadamente 500 cSt, de aproximadamente 190 cSt a aproximadamente 500 cSt, de aproximadamente 210 cSt

5 cinemática a ~50°C en los intervalos anteriores puede proporcionar, en combinación con otras propiedades, una capacidad adecuada para mantener la solubilidad de asfaltenos para proporcionar compatibilidad con fuelóleos de contenido de azufre bajo (o muy bajo). Adicionalmente o alternativamente, se cree que usar la viscosidad cinemática a ~50°C como una propiedad puede proporcionar un método más conveniente para caracterizar una fracción de fuelóleo, en comparación con la realización de las medidas del punto de destilación que puede ser necesaria para determinar el punto de ebullición promedio para la determinación del índice BMCI.

10 Otra propiedad más que se puede usar adicionalmente o alternativamente para la selección y/o la modificación de un fuelóleo de contenido de azufre regular (o medio) es la equivalencia de tolueno. El método general para determinar la equivalencia de tolueno se apunta anteriormente. En diversos aspectos, un fuelóleo de contenido de azufre regular (o medio) se puede seleccionar y/o modificar para que tenga una equivalencia de tolueno de aproximadamente 45 o menos, por ejemplo aproximadamente 40 o menos, aproximadamente 35 o menos, aproximadamente 30 o menos, o aproximadamente 25 o menos. Un fuelóleo de contenido de azufre regular (o medio) seleccionado y/o modificado podría tener una equivalencia de tolueno tan baja como cero, pero prácticamente puede ser más típico que un fuelóleo de contenido de azufre regular seleccionado y/o modificado pueda tener una equivalencia de tolueno de al menos aproximadamente 5, por ejemplo al menos aproximadamente 10. En particular, el fuelóleo de contenido de azufre regular (o medio) se puede seleccionar y/o modificar para que tenga una equivalencia de tolueno de aproximadamente 45 o menos, de aproximadamente 30 o menos, de aproximadamente 5 a aproximadamente 45, de aproximadamente 10 a aproximadamente 35, o de aproximadamente 10 a aproximadamente 40.

20 Adicionalmente o alternativamente, uno o más aspectos de la distribución del punto de ebullición se pueden usar para la selección y/o la modificación de un fuelóleo de contenido de azufre medio (o regular) para mejorar/alcanzar un incremento de la compatibilidad. Una distribución del punto de ebullición de una composición se puede describir con referencia a puntos discretos a cuyas temperaturas hierven ciertas fracciones (porcentajes) en peso de la composición. Estos puntos discretos son acumulativos, de modo que, al aumentar hasta una temperatura especificada, un cierto porcentaje en peso de la composición habrá hervido acumulativamente. A modo de ejemplo, T10 sería la temperatura a la que ha hervido 10% en peso de una composición.

30 Más adicionalmente o alternativamente, un fuelóleo de contenido de azufre medio (o bajo) se puede seleccionar y/o modificar para que tenga una T0,5 de al menos aproximadamente 100°C, p. ej., al menos aproximadamente 120°C, al menos aproximadamente 130°C, al menos aproximadamente 140°C, al menos aproximadamente 150°C, al menos aproximadamente 160°C, al menos aproximadamente 170°C, al menos aproximadamente 180°C, al menos aproximadamente 190°C, al menos aproximadamente 200°C, al menos aproximadamente 220°C, al menos aproximadamente 240°C, al menos aproximadamente 260°C, al menos aproximadamente 280°C, o al menos aproximadamente 300°C. Adicionalmente o alternativamente, un fuelóleo de contenido de azufre medio (o bajo) se puede seleccionar y/o modificar para que tenga una T0,5 de hasta aproximadamente 320°C, p. ej., hasta aproximadamente 300°C, hasta aproximadamente 280°C, hasta aproximadamente 260°C, hasta aproximadamente 240°C, hasta aproximadamente 220°C, hasta aproximadamente 200°C, hasta aproximadamente 190°C, hasta aproximadamente 180°C, hasta aproximadamente 170°C, hasta aproximadamente 160°C, hasta aproximadamente 150°C, hasta aproximadamente 140°C, hasta aproximadamente 130°C, o hasta aproximadamente 120°C. En particular, un fuelóleo de contenido de azufre medio (o bajo) se puede seleccionar y/o modificar para que tenga una T0,5 de aproximadamente 100°C a aproximadamente 220°C, de aproximadamente 190°C a aproximadamente 300°C, de aproximadamente 130°C a aproximadamente 240°C, o de aproximadamente 130°C a aproximadamente 200°C.

45 Aún más adicionalmente o alternativamente, un fuelóleo de contenido de azufre medio (o bajo) se puede seleccionar y/o modificar para que tenga una T10 de al menos aproximadamente 220°C, p. ej., al menos aproximadamente 240°C, al menos aproximadamente 250°C, al menos aproximadamente 260°C, al menos aproximadamente 270°C, al menos aproximadamente 280°C, al menos aproximadamente 290°C, al menos aproximadamente 300°C, al menos aproximadamente 320°C, al menos aproximadamente 340°C, al menos aproximadamente 360°C, al menos aproximadamente 380°C, o al menos aproximadamente 400°C. Adicionalmente o alternativamente, un fuelóleo de contenido de azufre medio (o bajo) se puede seleccionar y/o modificar para que tenga una T10 de hasta aproximadamente 420°C, p. ej., hasta aproximadamente 400°C, hasta aproximadamente 380°C, hasta aproximadamente 360°C, hasta aproximadamente 340°C, hasta aproximadamente 320°C, hasta aproximadamente 300°C, hasta aproximadamente 290°C, hasta aproximadamente 280°C, hasta aproximadamente 270°C, hasta aproximadamente 260°C, hasta aproximadamente 250°C, o hasta aproximadamente 240°C. En particular, un fuelóleo de contenido de azufre medio (o bajo) se puede seleccionar y/o modificar para que tenga una T10 de aproximadamente 220°C a aproximadamente 320°C, de aproximadamente 220°C a aproximadamente 360°C, de aproximadamente 290°C a aproximadamente 420°C, o de aproximadamente 250°C a aproximadamente 320°C.

60 Todavía más adicionalmente o alternativamente, un fuelóleo de contenido de azufre medio (o bajo) se puede seleccionar y/o modificar para que tenga una T50 de al menos aproximadamente 300°C, p. ej., al menos aproximadamente 330°C, al menos aproximadamente 350°C, al menos aproximadamente 370°C, al menos aproximadamente 390°C, al menos aproximadamente 410°C, al menos aproximadamente 430°C, al menos aproximadamente 450°C, al menos aproximadamente 470°C, al menos aproximadamente 490°C, al menos aproximadamente 510°C, al menos aproximadamente 530°C, o al menos aproximadamente 550°C. Adicionalmente o alternativamente, un fuelóleo de contenido de azufre medio (o bajo) se puede seleccionar y/o modificar para que tenga

una T50 de hasta aproximadamente 580°C, p. ej., hasta aproximadamente 550°C, hasta aproximadamente 530°C, hasta aproximadamente 510°C, hasta aproximadamente 490°C, hasta aproximadamente 470°C, hasta aproximadamente 450°C, hasta aproximadamente 430°C, hasta aproximadamente 410°C, hasta aproximadamente 390°C, hasta aproximadamente 370°C, hasta aproximadamente 350°C, o hasta aproximadamente 330°C. En particular, un fuelóleo de contenido de azufre medio (o bajo) se puede seleccionar y/o modificar para que tenga una T50 de aproximadamente 300°C a aproximadamente 430°C, de aproximadamente 440°C a aproximadamente 580°C, de aproximadamente 330°C a aproximadamente 470°C, o de aproximadamente 390°C a aproximadamente 510°C.

Incluso más adicionalmente o alternativamente, un fuelóleo de contenido de azufre medio (o bajo) se puede seleccionar y/o modificar para que tenga una T90 de al menos aproximadamente 360°C, p. ej., al menos aproximadamente 390°C, al menos aproximadamente 420°C, al menos aproximadamente 450°C, al menos aproximadamente 480°C, al menos aproximadamente 510°C, al menos aproximadamente 540°C, al menos aproximadamente 570°C, al menos aproximadamente 600°C, al menos aproximadamente 630°C, al menos aproximadamente 660°C, al menos aproximadamente 680°C, o al menos aproximadamente 700°C. Adicionalmente o alternativamente, un fuelóleo de contenido de azufre medio (o bajo) se puede seleccionar y/o modificar para que tenga una T90 de hasta aproximadamente 725°C, p. ej., hasta aproximadamente 700°C, hasta aproximadamente 680°C, hasta aproximadamente 660°C, hasta aproximadamente 630°C, hasta aproximadamente 600°C, hasta aproximadamente 570°C, hasta aproximadamente 540°C, hasta aproximadamente 510°C, hasta aproximadamente 480°C, hasta aproximadamente 450°C, hasta aproximadamente 420°C, o hasta aproximadamente 390°C. En particular, un fuelóleo de contenido de azufre medio (o bajo) se puede seleccionar y/o modificar para que tenga una T90 de aproximadamente 360°C a aproximadamente 510°C, de aproximadamente 400°C a aproximadamente 570°C, de aproximadamente 600°C a aproximadamente 725°C, de aproximadamente 480°C a aproximadamente 660°C, o de aproximadamente 540°C a aproximadamente 700°C.

Uno cualquiera o más de los grupos anteriores de propiedades puede corresponder a propiedades que permitan que un fuelóleo de contenido de azufre bajo (o muy bajo), que tiene un contenido de azufre de aproximadamente 0,1% en peso o menos, sea compatible con un fuelóleo de contenido de azufre regular (o medio), que tiene un contenido de azufre de al menos aproximadamente 0,15% en peso. Típicamente, un fuelóleo de contenido de azufre regular puede tener un contenido de azufre de al menos aproximadamente 1,0% en peso, por ejemplo al menos aproximadamente 1,5% en peso, o al menos aproximadamente 2,0% en peso, o al menos aproximadamente 2,5% en peso.

En algunos aspectos específicos/alternativos, otra situación potencial en la que se pueden producir problemas de compatibilidad es con fuelóleo de contenido de azufre muy bajo y fuelóleo de contenido de azufre medio. Según se apunta anteriormente, un fuelóleo de contenido de azufre muy bajo puede corresponder a un fuelóleo con un contenido de azufre de aproximadamente 500 wppm o menos, mientras que un fuelóleo de contenido de azufre medio puede corresponder a un fuelóleo que tiene un contenido de azufre de aproximadamente 500 wppm a aproximadamente 5000 wppm.

Un fuelóleo de contenido de azufre medio (o alternativamente un fuelóleo de contenido de azufre bajo) se puede fabricar mediante cualquier método conveniente. Por ejemplo, una mezcla de crudos de contenido de azufre bajo puede tener un gasóleo de vacío y/o una fracción de residuo de vacío con un contenido de azufre de aproximadamente 0,5% en peso o menos. Para una gasóleo de vacío y/o una fracción de residuo de vacío con un contenido de azufre de más de aproximadamente 0,5% en peso, se puede usar hidroprocesamiento para reducir el contenido de azufre de la fracción. Opcionalmente, si se desea, una fracción de refinería o crudo adicional se puede combinar con el gasóleo de vacío y/o la fracción de residuo de vacío para modificar la densidad, el azufre u otra propiedad deseada. Ejemplos de materiales de combinación adecuados pueden incluir, pero no se limitan necesariamente a, aceites de ciclo, gasóleos de coquificadora, fracciones de colas de FCC, otra fracción de intervalo de ebullición de destilado craqueado y/u otras fracciones de gasóleo atmosféricas y/o de vacío (opcionalmente después del hidroprocesamiento).

En estos aspectos específicos/alternativos, una opción para mantener la compatibilidad entre un fuelóleo de contenido de azufre medio y un fuelóleo de contenido de azufre muy bajo a través de todas o sustancialmente todas las relaciones de combinación puede ser seleccionar un fuelóleo de contenido de azufre medio y/o modificar un fuelóleo de contenido de azufre medio para que tenga un grupo de propiedades deseado de modo que el fuelóleo de contenido de azufre medio sea compatible (sustancialmente a todas las relaciones de combinación) con un amplio intervalo de fuelóleos de contenido de azufre muy bajo. Un factor para seleccionar un fuelóleo de contenido de azufre medio y/o modificar un fuelóleo de contenido de azufre medio para la compatibilidad puede ser el contenido de asfaltenos. Es más probable que un fuelóleo de contenido de azufre medio que contiene menos de un nivel máximo de contenido de asfaltenos tenga una capacidad para mantener asfaltenos en solución cuando se combine con un fuelóleo de contenido de azufre muy bajo. Al combinar un contenido de asfaltenos relativamente alto (casi máximo) con otras especificaciones generales para las propiedades de un fuelóleo de contenido de azufre medio, se puede proporcionar un grupo de propiedades que permita que un fuelóleo de contenido de azufre medio sea generalmente compatible con fuelóleos de contenido de azufre muy bajo.

Con respecto al contenido de asfaltenos, un fuelóleo de contenido de azufre medio se puede seleccionar y/o modificar para que tenga un contenido de asfaltenos de aproximadamente 5,5% en peso o menos, por ejemplo aproximadamente 5,0% en peso o menos, aproximadamente 4,5% en peso o menos, aproximadamente 4,0% en peso

o menos, aproximadamente 3,5% en peso o menos, aproximadamente 3,0% en peso o menos, o aproximadamente 2,5% en peso o menos, tal como hasta aproximadamente 1,0% en peso o hasta aproximadamente 0,8% en peso (o menos). En particular, un fuelóleo de contenido de azufre medio se puede seleccionar y/o modificar para que tenga un contenido de asfaltenos de aproximadamente 4,5% en peso o menos, de aproximadamente 1,0% en peso a aproximadamente 5,5% en peso, o de aproximadamente 0,8% en peso a aproximadamente 3,5% en peso

Además de o como una alternativa a la caracterización del contenido de asfaltenos, otra opción puede ser caracterizar el contenido de microrresiduo de carbono (MCR) de un fuelóleo, tal como determinar el MCR según ISO 10370. Un fuelóleo de contenido de azufre medio se puede seleccionar y/o modificar para que tenga un contenido de MCR de aproximadamente 9,9% en peso o menos, por ejemplo aproximadamente 9,0% en peso o menos, aproximadamente 8,0% en peso, aproximadamente 7,0% en peso o menos, aproximadamente 6,0% en peso o menos, aproximadamente 5,0% en peso o menos, o aproximadamente 4,5% en peso o menos, tal como hasta aproximadamente 2,0% en peso (o menos). En particular, un fuelóleo de contenido de azufre medio se puede seleccionar y/o modificar para que tenga un contenido de MCR de aproximadamente 6,0% en peso o menos, de aproximadamente 2,0% en peso a aproximadamente 9,9% en peso, o de aproximadamente 2,0% en peso a aproximadamente 8,0% en peso.

Otra propiedad que se puede usar adicionalmente o alternativamente para la selección y/o la modificación de un fuelóleo de contenido de azufre medio es la densidad. En diversos aspectos, un fuelóleo de contenido de azufre medio se puede seleccionar y/o modificar para que tenga una densidad a $\sim 15^{\circ}\text{C}$ de aproximadamente $0,88\text{ g/cm}^3$ a aproximadamente $0,99\text{ g/cm}^3$. Por ejemplo, la densidad de un fuelóleo de contenido de azufre medio (bien cuando está seleccionado y/o bien cuando está modificado) puede ser de aproximadamente $0,88\text{ g/cm}^3$ a aproximadamente $0,99\text{ g/cm}^2$, de aproximadamente $0,88\text{ g/cm}^3$ a aproximadamente $0,98\text{ g/cm}^3$, de aproximadamente $0,88\text{ g/cm}^3$ a aproximadamente $0,97\text{ g/cm}^3$, de aproximadamente $0,88\text{ g/cm}^3$ a aproximadamente $0,96\text{ g/cm}^3$, de aproximadamente $0,88\text{ g/cm}^3$ a aproximadamente $0,94\text{ g/cm}^2$, de aproximadamente $0,88\text{ g/cm}^3$ a aproximadamente $0,92\text{ g/cm}^3$, de aproximadamente $0,90\text{ g/cm}^3$ a aproximadamente $0,99\text{ g/cm}^2$, de aproximadamente $0,90\text{ g/cm}^3$ a aproximadamente $0,98\text{ g/cm}^3$, de aproximadamente $0,90\text{ g/cm}^3$ a aproximadamente $0,97\text{ g/cm}^3$, de aproximadamente $0,90\text{ g/cm}^3$ a aproximadamente $0,96\text{ g/cm}^3$, de aproximadamente $0,90\text{ g/cm}^3$ a aproximadamente $0,94\text{ g/cm}^2$, de aproximadamente $0,92\text{ g/cm}^3$ a aproximadamente $0,99\text{ g/cm}^2$, de aproximadamente $0,92\text{ g/cm}^3$ a aproximadamente $0,98\text{ g/cm}^3$, de aproximadamente $0,92\text{ g/cm}^3$ a aproximadamente $0,97\text{ g/cm}^3$, de aproximadamente $0,92\text{ g/cm}^3$ a aproximadamente $0,96\text{ g/cm}^3$, de aproximadamente $0,92\text{ g/cm}^3$ a aproximadamente $0,94\text{ g/cm}^2$, de aproximadamente $0,93\text{ g/cm}^3$ a aproximadamente $0,98\text{ g/cm}^3$, de aproximadamente $0,93\text{ g/cm}^3$ a aproximadamente $0,97\text{ g/cm}^3$, de aproximadamente $0,93\text{ g/cm}^3$ a aproximadamente $0,96\text{ g/cm}^3$, de aproximadamente $0,94\text{ g/cm}^3$ a aproximadamente $0,99\text{ g/cm}^3$, de aproximadamente $0,94\text{ g/cm}^3$ a aproximadamente $0,98\text{ g/cm}^3$, de aproximadamente $0,94\text{ g/cm}^3$ a aproximadamente $0,97\text{ g/cm}^3$, de aproximadamente $0,95\text{ g/cm}^3$ a aproximadamente $0,99\text{ g/cm}^3$, de aproximadamente $0,95\text{ g/cm}^3$ a aproximadamente $0,98\text{ g/cm}^2$, o de aproximadamente $0,96\text{ g/cm}^3$ a aproximadamente $0,99\text{ g/cm}^3$. En particular, la densidad de un fuelóleo de contenido de azufre medio (bien cuando está seleccionado y/o bien cuando está modificado) puede ser de aproximadamente $0,88\text{ g/cm}^3$ a aproximadamente $0,99\text{ g/cm}^2$, de aproximadamente $0,88\text{ g/cm}^3$ a aproximadamente $0,94\text{ g/cm}^3$, o de aproximadamente $0,93\text{ g/cm}^3$ a aproximadamente $0,99\text{ g/cm}^3$.

Otra propiedad más que se puede usar adicionalmente o alternativamente para la selección y/o la modificación de un fuelóleo de contenido de azufre medio es la viscosidad cinemática. En diversos aspectos, un fuelóleo de contenido de azufre medio se puede seleccionar y/o modificar para que tenga una viscosidad cinemática a $\sim 50^{\circ}\text{C}$ de aproximadamente 4,5 cSt a aproximadamente 220 cSt. Por ejemplo, la viscosidad cinemática a $\sim 50^{\circ}\text{C}$ de un fuelóleo de contenido de azufre regular (bien cuando está seleccionado y/o bien cuando está modificado) puede ser de aproximadamente 4,5 cSt a aproximadamente 220 cSt, de aproximadamente 10 cSt a aproximadamente 220 cSt, de aproximadamente 25 cSt a aproximadamente 220 cSt, de aproximadamente 50 cSt a aproximadamente 220 cSt, de aproximadamente 70 cSt a aproximadamente 220 cSt, de aproximadamente 90 cSt a aproximadamente 220 cSt, de aproximadamente 110 cSt a aproximadamente 220 cSt, de aproximadamente 130 cSt a aproximadamente 220 cSt, de aproximadamente 150 cSt a aproximadamente 220 cSt, de aproximadamente 170 cSt a aproximadamente 220 cSt, de aproximadamente 70 cSt a aproximadamente 200 cSt, de aproximadamente 90 cSt a aproximadamente 200 cSt, de aproximadamente 110 cSt a aproximadamente 200 cSt, de aproximadamente 130 cSt a aproximadamente 200 cSt, de aproximadamente 150 cSt a aproximadamente 200 cSt, de aproximadamente 4,5 cSt a aproximadamente 180 cSt, de aproximadamente 10 cSt a aproximadamente 180 cSt, de aproximadamente 25 cSt a aproximadamente 180 cSt, de aproximadamente 50 cSt a aproximadamente 180 cSt, de aproximadamente 70 cSt a aproximadamente 180 cSt, de aproximadamente 90 cSt a aproximadamente 180 cSt, de aproximadamente 110 cSt a aproximadamente 180 cSt, de aproximadamente 130 cSt a aproximadamente 180 cSt, de aproximadamente 4,5 cSt a aproximadamente 160 cSt, de aproximadamente 10 cSt a aproximadamente 160 cSt, de aproximadamente 25 cSt a aproximadamente 160 cSt, de aproximadamente 50 cSt a aproximadamente 160 cSt, de aproximadamente 70 cSt a aproximadamente 160 cSt, de aproximadamente 90 cSt a aproximadamente 160 cSt, de aproximadamente 110 cSt a aproximadamente 160 cSt, de aproximadamente 4,5 cSt a aproximadamente 140 cSt, de aproximadamente 10 cSt a aproximadamente 140 cSt, de aproximadamente 25 cSt a aproximadamente 140 cSt, de aproximadamente 50 cSt a aproximadamente 140 cSt, de aproximadamente 70 cSt a aproximadamente 140 cSt, de aproximadamente 90 cSt a aproximadamente 140 cSt, de aproximadamente 4,5 cSt a aproximadamente 120 cSt, de aproximadamente 10 cSt a aproximadamente 120 cSt, de aproximadamente 25 cSt a aproximadamente 120 cSt, de aproximadamente 50 cSt a aproximadamente 120 cSt, de aproximadamente 70 cSt a aproximadamente 120 cSt, de aproximadamente 4,5 cSt a aproximadamente 70 cSt,

de aproximadamente 10 cSt a aproximadamente 70 cSt, de aproximadamente 25 cSt a aproximadamente 70 cSt, de aproximadamente 4,5 cSt a aproximadamente 40 cSt, o de aproximadamente 10 cSt a aproximadamente 40 cSt. En particular, la viscosidad cinemática a $\sim 50^{\circ}\text{C}$ de un fuelóleo de contenido de azufre regular (bien cuando está seleccionado y/o bien cuando está modificado) puede ser de aproximadamente 4,5 cSt a aproximadamente 220 cSt, de aproximadamente 4,5 cSt a aproximadamente 70 cSt, o de aproximadamente 70 cSt a aproximadamente 220 cSt.

Otra propiedad más que se puede usar adicionalmente o alternativamente para la selección y/o la modificación de un fuelóleo de contenido de azufre medio es la equivalencia de tolueno. El método general para determinar la equivalencia de tolueno se apunta anteriormente. En diversos aspectos, un fuelóleo de contenido de azufre medio se puede seleccionar y/o modificar para que tenga una equivalencia de tolueno de aproximadamente 40 o menos, por ejemplo aproximadamente 35 o menos, aproximadamente 30 o menos, o aproximadamente 25 o menos. Un fuelóleo de contenido de azufre medio seleccionado y/o modificado podría tener una equivalencia de tolueno de tan poco como cero, pero prácticamente puede ser más típico que un fuelóleo de contenido de azufre medio seleccionado y/o modificado pueda tener una equivalencia de tolueno de al menos aproximadamente 5, por ejemplo al menos aproximadamente 10. En particular, un fuelóleo de contenido de azufre medio se puede seleccionar y/o modificar para que tenga una equivalencia de tolueno de aproximadamente 40 o menos, de aproximadamente 30 o menos, de aproximadamente 5 a aproximadamente 25, o de aproximadamente 10 a aproximadamente 35.

En otros aspectos adicionales, una opción para mantener la compatibilidad entre un fuelóleo de contenido de azufre muy bajo y un fuelóleo de contenido de azufre medio a través de todas o sustancialmente todas las posibles relaciones de combinación puede ser seleccionar un fuelóleo de contenido de azufre muy bajo y/o modificar un fuelóleo de contenido de azufre muy bajo para que tenga un grupo de propiedades deseado, de modo que el fuelóleo de contenido de azufre muy bajo sea compatible (p. ej., sustancialmente a todas las relaciones de combinación) con un amplio intervalo de fuelóleos de contenido de azufre medio. Un factor para seleccionar un fuelóleo de contenido de azufre muy bajo y/o modificar un fuelóleo de contenido de azufre muy bajo para la compatibilidad puede ser el contenido de asfaltenos. Es más probable que un fuelóleo de contenido de azufre muy bajo que contiene al menos un nivel mínimo de contenido de asfaltenos tenga una capacidad para mantener asfaltenos que un fuelóleo de contenido de azufre medio en solución. Al combinar un contenido de asfaltenos con otras especificaciones generales para las propiedades de un fuelóleo de contenido de azufre bajo, se puede proporcionar un grupo de propiedades que permita que un fuelóleo de contenido de azufre muy bajo sea generalmente compatible con fuelóleos de contenido de azufre medio.

Con respecto al contenido de asfaltenos, un fuelóleo de contenido de azufre muy bajo se puede seleccionar y/o modificar para que tenga un contenido de asfaltenos de al menos aproximadamente 0,5% en peso, por ejemplo al menos aproximadamente 0,6% en peso, al menos aproximadamente 1,0% en peso, al menos aproximadamente 1,2% en peso, al menos aproximadamente 1,5% en peso, al menos aproximadamente 1,7% en peso, al menos aproximadamente 2,0% en peso, al menos aproximadamente 2,2% en peso, o al menos aproximadamente 2,5% en peso, tal como hasta aproximadamente 4,0% en peso (o más). En particular, un fuelóleo de contenido de azufre muy bajo se puede seleccionar y/o modificar para que tenga un contenido de asfaltenos de al menos aproximadamente 0,5% en peso, al menos aproximadamente 1,0% en peso, de aproximadamente 0,6% en peso a aproximadamente 4,0% en peso, o de aproximadamente 0,5% en peso a aproximadamente 2,0% en peso.

Además de o como una alternativa a la caracterización del contenido de asfaltenos, otra opción puede ser caracterizar el contenido de microrresiduo de carbono (MCR) de un fuelóleo, tal como determinando el MCR según ISO 10370. Un fuelóleo de contenido de azufre muy bajo se puede seleccionar para que tenga y/o modificar para que tenga un contenido de MCR de al menos aproximadamente 0,75% en peso, por ejemplo al menos aproximadamente 1,2% en peso, al menos aproximadamente 1,5% en peso, al menos aproximadamente 2,0% en peso, al menos aproximadamente 2,5% en peso, al menos aproximadamente 3,0% en peso, al menos aproximadamente 3,5% en peso, al menos aproximadamente 4,0% en peso, o al menos aproximadamente 4,5% en peso, tal como hasta aproximadamente 6,5% en peso (o más). En particular, un fuelóleo de contenido de azufre muy bajo se puede seleccionar para que tenga y/o modificar para que tenga un contenido de MCR de al menos aproximadamente 0,75% en peso, al menos aproximadamente 1,5% en peso, de aproximadamente 0,75% en peso a aproximadamente 6,5% en peso, o de aproximadamente 1,5% en peso a aproximadamente 6,5% en peso.

Otra propiedad que se puede usar adicionalmente o alternativamente para la selección y/o la modificación de un fuelóleo de contenido de azufre muy bajo es la densidad. En diversos aspectos, un fuelóleo de contenido de azufre muy bajo se puede seleccionar para que tenga y/o modificar para que tenga una densidad de aproximadamente $0,86 \text{ g/cm}^3$ a aproximadamente $0,95 \text{ g/cm}^3$ a $\sim 15^{\circ}\text{C}$. Por ejemplo, la densidad de un fuelóleo de contenido de azufre muy bajo a $\sim 15^{\circ}\text{C}$ (bien cuando está seleccionado y/o bien cuando está modificado) puede ser de aproximadamente $0,86 \text{ g/cm}^3$ a aproximadamente $0,95 \text{ g/cm}^3$, por ejemplo de aproximadamente $0,86 \text{ g/cm}^3$ a aproximadamente $0,94 \text{ g/cm}^3$, de aproximadamente $0,86 \text{ g/cm}^3$ a aproximadamente $0,93 \text{ g/cm}^3$, de aproximadamente $0,86 \text{ g/cm}^3$ a aproximadamente $0,92 \text{ g/cm}^3$, de aproximadamente $0,86 \text{ g/cm}^3$ a aproximadamente $0,91 \text{ g/cm}^3$, de aproximadamente $0,86 \text{ g/cm}^3$ a aproximadamente $0,90 \text{ g/cm}^3$, de aproximadamente $0,86 \text{ g/cm}^3$ a aproximadamente $0,89 \text{ g/cm}^3$, de aproximadamente $0,87 \text{ g/cm}^3$ a aproximadamente $0,95 \text{ g/cm}^3$, de aproximadamente $0,87 \text{ g/cm}^3$ a aproximadamente $0,94 \text{ g/cm}^3$, de aproximadamente $0,87 \text{ g/cm}^3$ a aproximadamente $0,93 \text{ g/cm}^3$, de aproximadamente $0,87 \text{ g/cm}^3$ a aproximadamente $0,92 \text{ g/cm}^3$, de aproximadamente $0,87 \text{ g/cm}^3$ a aproximadamente $0,91 \text{ g/cm}^3$, de aproximadamente $0,87 \text{ g/cm}^3$ a aproximadamente $0,90 \text{ g/cm}^3$, de aproximadamente $0,87 \text{ g/cm}^3$ a aproximadamente $0,89 \text{ g/cm}^3$, de aproximadamente

0,88 g/cm³ a aproximadamente 0,95 g/cm², de aproximadamente 0,88 g/cm³ a aproximadamente 0,94 g/cm³, de aproximadamente 0,88 g/cm³ a aproximadamente 0,93 g/cm³, de aproximadamente 0,88 g/cm³ a aproximadamente 0,92 g/cm², de aproximadamente 0,88 g/cm³ a aproximadamente 0,91 g/cm³, de aproximadamente 0,88 g/cm³ a aproximadamente 0,90 g/cm³, de aproximadamente 0,89 g/cm³ a aproximadamente 0,95 g/cm², de aproximadamente 0,89 g/cm³ a aproximadamente 0,94 g/cm³, de aproximadamente 0,89 g/cm³ a aproximadamente 0,93 g/cm³, de aproximadamente 0,89 g/cm³ a aproximadamente 0,92 g/cm², de aproximadamente 0,89 g/cm³ a aproximadamente 0,91 g/cm³, de aproximadamente 0,90 g/cm³ a aproximadamente 0,95 g/cm², de aproximadamente 0,90 g/cm³ a aproximadamente 0,94 g/cm³, de aproximadamente 0,90 g/cm³ a aproximadamente 0,93 g/cm³, o de aproximadamente 0,90 g/cm³ a aproximadamente 0,92 g/cm³. En particular, la densidad de un fuelóleo de contenido de azufre muy bajo a ~15°C (bien cuando está seleccionado y/o bien cuando está modificado) puede ser de aproximadamente 0,86 g/cm³ a aproximadamente 0,95 g/cm², de aproximadamente 0,88 g/cm³ a aproximadamente 0,95 g/cm², de aproximadamente 0,86 g/cm³ a aproximadamente 0,90 g/cm³, o de aproximadamente 0,90 g/cm³ a aproximadamente 0,95 g/cm³.

Otra propiedad más que se puede usar adicionalmente o alternativamente para la selección y/o la modificación de un fuelóleo de contenido de azufre muy bajo es la viscosidad cinemática. En este análisis, se usa la viscosidad cinemática para un fuelóleo a ~50°C, pero se ha de entender que también se podría usar cualquier otra medida conveniente de viscosidad cinemática para caracterizar una muestra de fuelóleo. En diversos aspectos, un fuelóleo de contenido de azufre muy bajo se puede seleccionar y/o modificar para que tenga una viscosidad cinemática a ~50°C de aproximadamente 15 cSt a aproximadamente 200 cSt. Por ejemplo, la viscosidad cinemática a ~50°C de un fuelóleo de contenido de azufre muy bajo (bien cuando está seleccionado y/o bien cuando está modificado) puede ser de aproximadamente 15 cSt a aproximadamente 200 cSt, de aproximadamente 15 cSt a aproximadamente 180 cSt, de aproximadamente 15 cSt a aproximadamente 160 cSt, de aproximadamente 15 cSt a aproximadamente 150 cSt, de aproximadamente 15 cSt a aproximadamente 140 cSt, de aproximadamente 15 cSt a aproximadamente 130 cSt, de aproximadamente 15 cSt a aproximadamente 120 cSt, de aproximadamente 15 cSt a aproximadamente 110 cSt, de aproximadamente 15 cSt a aproximadamente 100 cSt, de aproximadamente 15 cSt a aproximadamente 90 cSt, de aproximadamente 15 cSt a aproximadamente 80 cSt, de aproximadamente 15 cSt a aproximadamente 70 cSt, de aproximadamente 15 cSt a aproximadamente 60 cSt, de aproximadamente 15 cSt a aproximadamente 50 cSt, de aproximadamente 20 cSt a aproximadamente 200 cSt, de aproximadamente 20 cSt a aproximadamente 180 cSt, de aproximadamente 20 cSt a aproximadamente 160 cSt, de aproximadamente 20 cSt a aproximadamente 150 cSt, de aproximadamente 20 cSt a aproximadamente 140 cSt, de aproximadamente 20 cSt a aproximadamente 130 cSt, de aproximadamente 20 cSt a aproximadamente 120 cSt, de aproximadamente 20 cSt a aproximadamente 110 cSt, de aproximadamente 20 cSt a aproximadamente 100 cSt, de aproximadamente 20 cSt a aproximadamente 90 cSt, de aproximadamente 20 cSt a aproximadamente 80 cSt, de aproximadamente 20 cSt a aproximadamente 70 cSt, de aproximadamente 20 cSt a aproximadamente 60 cSt, de aproximadamente 20 cSt a aproximadamente 50 cSt, de aproximadamente 25 cSt a aproximadamente 200 cSt, de aproximadamente 25 cSt a aproximadamente 180 cSt, de aproximadamente 25 cSt a aproximadamente 160 cSt, de aproximadamente 25 cSt a aproximadamente 150 cSt, de aproximadamente 25 cSt a aproximadamente 140 cSt, de aproximadamente 25 cSt a aproximadamente 130 cSt, de aproximadamente 25 cSt a aproximadamente 120 cSt, de aproximadamente 25 cSt a aproximadamente 110 cSt, de aproximadamente 25 cSt a aproximadamente 100 cSt, de aproximadamente 25 cSt a aproximadamente 90 cSt, de aproximadamente 25 cSt a aproximadamente 80 cSt, de aproximadamente 25 cSt a aproximadamente 70 cSt, de aproximadamente 25 cSt a aproximadamente 60 cSt, de aproximadamente 25 cSt a aproximadamente 50 cSt, de aproximadamente 35 cSt a aproximadamente 200 cSt, de aproximadamente 35 cSt a aproximadamente 180 cSt, de aproximadamente 35 cSt a aproximadamente 160 cSt, de aproximadamente 35 cSt a aproximadamente 150 cSt, de aproximadamente 35 cSt a aproximadamente 140 cSt, de aproximadamente 35 cSt a aproximadamente 130 cSt, de aproximadamente 35 cSt a aproximadamente 120 cSt, de aproximadamente 35 cSt a aproximadamente 110 cSt, de aproximadamente 35 cSt a aproximadamente 100 cSt, de aproximadamente 35 cSt a aproximadamente 90 cSt, de aproximadamente 35 cSt a aproximadamente 80 cSt, de aproximadamente 35 cSt a aproximadamente 70 cSt, de aproximadamente 35 cSt a aproximadamente 60 cSt, de aproximadamente 45 cSt a aproximadamente 200 cSt, de aproximadamente 45 cSt a aproximadamente 180 cSt, de aproximadamente 45 cSt a aproximadamente 160 cSt, de aproximadamente 45 cSt a aproximadamente 150 cSt, de aproximadamente 45 cSt a aproximadamente 140 cSt, de aproximadamente 45 cSt a aproximadamente 130 cSt, de aproximadamente 45 cSt a aproximadamente 120 cSt, de aproximadamente 45 cSt a aproximadamente 110 cSt, de aproximadamente 45 cSt a aproximadamente 100 cSt, de aproximadamente 45 cSt a aproximadamente 90 cSt, de aproximadamente 45 cSt a aproximadamente 80 cSt, de aproximadamente 45 cSt a aproximadamente 70 cSt, de aproximadamente 55 cSt a aproximadamente 200 cSt, de aproximadamente 55 cSt a aproximadamente 180 cSt, de aproximadamente 55 cSt a aproximadamente 160 cSt, de aproximadamente 55 cSt a aproximadamente 150 cSt, de aproximadamente 55 cSt a aproximadamente 140 cSt, de aproximadamente 55 cSt a aproximadamente 130 cSt, de aproximadamente 55 cSt a aproximadamente 120 cSt, de aproximadamente 55 cSt a aproximadamente 110 cSt, de aproximadamente 55 cSt a aproximadamente 100 cSt, de aproximadamente 55 cSt a aproximadamente 90 cSt, de aproximadamente 55 cSt a aproximadamente 80 cSt, de aproximadamente 55 cSt a aproximadamente 70 cSt, de aproximadamente 65 cSt a aproximadamente 200 cSt, de aproximadamente 65 cSt a aproximadamente 180 cSt, de aproximadamente 65 cSt a aproximadamente 160 cSt, de aproximadamente 65 cSt a aproximadamente 150 cSt, de aproximadamente 65 cSt a aproximadamente 140 cSt, de aproximadamente 65 cSt a aproximadamente 130 cSt, de aproximadamente 65 cSt a aproximadamente 120 cSt, de aproximadamente 65 cSt a aproximadamente 110 cSt, de aproximadamente 65 cSt a aproximadamente 100 cSt, de aproximadamente 65 cSt a aproximadamente 90 cSt, de aproximadamente 65 cSt a aproximadamente 80 cSt, de aproximadamente 65 cSt a aproximadamente 70 cSt, de aproximadamente 75 cSt a aproximadamente 200 cSt, de aproximadamente 75 cSt a aproximadamente 180 cSt, de

El procesamiento catalítico de un fuelóleo para modificar el fuelóleo puede ser valioso para reducir el contenido de asfaltenos del fuelóleo. El procesamiento catalítico es potencialmente útil, por ejemplo, para modificar las propiedades de un fuelóleo de contenido de azufre regular para la compatibilidad con un fuelóleo de contenido de azufre bajo, y/o para modificar las propiedades de un fuelóleo de contenido de azufre medio para la compatibilidad con un fuelóleo de contenido de azufre muy bajo. El procesamiento catalítico puede incluir diversos tipos de hidroprocesamiento, tales como hidrotratamiento, hidrocrackeo y/o desparafinado catalítico, entre otros.

Típicamente, el hidrotratamiento se puede usar para reducir el contenido de azufre, nitrógeno y/o compuestos aromáticos de una alimentación. Los catalizadores usados para el hidrotratamiento pueden incluir catalizadores de hidroprocesamiento convencionales, tales como los que comprenden al menos un metal no noble del Grupo VIII (de las Columnas 8-10 de la tabla periódica de la IUPAC), por ejemplo Fe, Co y/o Ni (tal como Co y/o Ni), y al menos un metal del Grupo VIB (de la Columna 6 de la tabla periódica de la IUPAC), por ejemplo Mo y/o W. Estos catalizadores de hidroprocesamiento pueden incluir opcionalmente sulfuros de metales de transición. Típicamente, estos metales o mezclas de metales catalíticamente activos pueden estar presentes como óxidos, sulfuros o similares, sobre soportes tales como óxidos metálicos refractarios. Soportes de óxido metálico adecuados pueden incluir óxidos poco ácidos tales como sílice, alúmina, titanía, sílice-titanía y titanía-alúmina, entre otros. Alúminas adecuadas pueden incluir alúminas porosas (tales como gamma o eta) que tienen: tamaños de poro medios de aproximadamente 50 Å a aproximadamente 200 Å, p. ej., de aproximadamente 75 Å a aproximadamente 150 Å; una superficie específica (BET) de aproximadamente 100 m²/g a aproximadamente 300 m²/g, p. ej., de aproximadamente 150 m²/g a aproximadamente 250 m²/g; y un volumen de poros de aproximadamente 0,25 cm³/g a aproximadamente 1,0 cm³/g, p. ej., de aproximadamente 0,35 cm³/g a aproximadamente 0,8 cm³/g. Preferiblemente, los soportes, en ciertas realizaciones, no están promovidos con un halógeno tal como flúor, ya que esto puede incrementar indeseablemente la acidez del soporte.

Típicamente, el al menos un metal no noble del Grupo VIII, según se mide en forma de óxido, puede estar presente en una cantidad que varía de aproximadamente 2% en peso a aproximadamente 40% en peso, por ejemplo de aproximadamente 4% en peso a aproximadamente 15% en peso. Típicamente, el al menos un metal del Grupo VIB, según se mide en forma de óxido, puede estar presente en una cantidad que varía de aproximadamente 2% en peso a aproximadamente 70% en peso, por ejemplo de aproximadamente 6% en peso a aproximadamente 40% en peso o de aproximadamente 10% en peso a aproximadamente 30% en peso. Estos porcentajes en peso se basan en el peso total del catalizador. Catalizadores adecuados pueden incluir CoMo (p. ej., ~1-10% de Co como óxido, ~10-40% de Mo como óxido), NiMo (p. ej., ~1-10% de Ni como óxido, ~10-40% de Mo como óxido) o NiW (p. ej., ~1-10% de Ni como óxido, ~10-40% de W como óxido), soportados sobre alúmina, sílice, sílice-alúmina o titanía.

Alternativamente, el catalizador de hidrotratamiento puede incluir o ser un catalizador metálico a granel, o puede incluir una combinación de lechos apilados de catalizador metálico soportado y a granel. Por metal a granel se entiende que las partículas de catalizador no están soportadas y comprenden aproximadamente 30-100% en peso de al menos un metal no noble del Grupo VIII y al menos un metal del Grupo VIB, basado en el peso total de las partículas catalíticas a granel, calculadas como óxidos metálicos, partículas catalíticas a granel que también pueden tener una superficie específica (BET) de al menos 10 m²/g. Por ejemplo, una composición catalítica a granel puede incluir un metal no noble del Grupo VIII y dos metales del Grupo VIB. En algunas realizaciones, la relación molar de metales no nobles del Grupo VIB al Grupo VIII puede variar generalmente de aproximadamente 10:1 a aproximadamente 1:10. En realizaciones en las que está presente más de un metal del Grupo VIB en las partículas catalíticas a granel, la relación de los diferentes metales del Grupo VIB generalmente no es crítica. Se puede mantener lo mismo cuando está presente más de un metal no noble del Grupo VIII. No obstante, en realizaciones en las que están presentes molibdeno y volframio como metales del Grupo VIB, la relación Mo:W puede estar preferiblemente en el intervalo de aproximadamente 9:1 a aproximadamente 1:9.

Opcionalmente, un catalizador de hidrotratamiento metálico a granel puede tener una superficie específica de al menos 50 m²/g, por ejemplo al menos 100 m²/g. Adicionalmente o alternativamente, los catalizadores de hidrotratamiento metálicos a granel pueden tener un volumen de poros de aproximadamente 0,05 ml/g a aproximadamente 5 ml/g, por ejemplo de aproximadamente 0,1 ml/g a aproximadamente 4 ml/g, de aproximadamente 0,1 ml/g a aproximadamente 3 ml/g, o de aproximadamente 0,1 ml/g a aproximadamente 2 ml/g, según se determina mediante absorción de nitrógeno. Las partículas catalíticas de hidrotratamiento metálicas a granel pueden tener adicionalmente o alternativamente un diámetro mediano de al menos aproximadamente 50 nm, p. ej., al menos aproximadamente 100 nm, y/o un diámetro mediano no mayor de aproximadamente 5000 µm, p. ej., no mayor de aproximadamente 3000 µm. En una realización, el diámetro de partícula mediano puede estar en el intervalo de aproximadamente 0,1 µm a aproximadamente 50 µm, preferiblemente de aproximadamente 0,5 µm a aproximadamente 50 µm.

Las condiciones de hidrotratamiento pueden incluir: temperaturas de aproximadamente 200°C a aproximadamente 450°C, por ejemplo de aproximadamente 315°C a aproximadamente 425°C; presiones de aproximadamente 1,8 MPag (~250 psig) a aproximadamente 35 MPag (~5000 psig), por ejemplo de aproximadamente 2,1 MPag (~300 psig) a aproximadamente 21 MPag (~3000 psig); velocidades espaciales horarias de líquido (LHSV) de aproximadamente 0,1 h⁻¹ a aproximadamente 10 h⁻¹; y velocidades del gas de tratamiento con hidrógeno de aproximadamente 36 m³/m³ (~200 scf/B) a aproximadamente 1800 m³/m³ (~10000 scf/B), por ejemplo de aproximadamente 90 m³/m³ (~500 scf/B) a aproximadamente 1800 m³/m³ (~10000 scf/B).

En algunos aspectos, los catalizadores de hidrocrqueo pueden contener metales de base sulfurados sobre soportes ácidos, tales como sílice-alúmina amorfas, zeolitas de craqueo, u otros tamices moleculares de craqueo tales como USY o alúmina acidificada. En algunos aspectos preferidos, un catalizador de hidrocrqueo puede incluir al menos un tamiz molecular, tal como una zeolita. A menudo, estos soportes ácidos se pueden mezclar y/o unir con otros óxidos metálicos tales como alúmina, titanía y/o sílice. Ejemplos no limitativos de metales catalíticos soportados para catalizadores de hidrocrqueo pueden incluir combinaciones de metales no nobles del Grupo VIB y/o del Grupo VIII, incluyendo Ni, NiCoMo, CoMo, NiW, NiMo y/o NiMoW. Materiales de soporte que se pueden usar pueden comprender un material de óxido refractario tal como alúmina, sílice, alúmina-sílice, kiéselgur, tierra de diatomeas, magnesia, circonia, o sus combinaciones, siendo los más comunes (y preferidos, en algunas realizaciones) alúmina, sílice y/o sílice-alúmina.

En estos catalizadores de hidrocrqueo, el al menos un metal no noble del Grupo VIII, según se mide en forma de óxido, puede estar presente en una cantidad que varía típicamente de aproximadamente 2% en peso a aproximadamente 40% en peso, p. ej., de aproximadamente 4% en peso a aproximadamente 15% en peso. En estos catalizadores de hidrocrqueo, el al menos un metal del Grupo VIB, según se mide en forma de óxido, puede estar presente adicionalmente o alternativamente en una cantidad que varía típicamente de aproximadamente 2% en peso a aproximadamente 70% en peso, p. ej., para catalizadores soportados de aproximadamente 6% en peso a aproximadamente 40% en peso o de aproximadamente 10% en peso a aproximadamente 30% en peso. Estos porcentajes en peso se basan en el peso total del catalizador. En algunos aspectos, metales activos como catalizador de hidrocrqueo pueden incluir NiMo, NiW o NiMoW, típicamente soportados.

Adicionalmente o alternativamente, se pueden usar catalizadores de hidrocrqueo con metales nobles. Ejemplos no limitativos de catalizadores de metal noble pueden incluir los basados en Pt y/o Pd. Cuando el metal de hidrogenación sobre un catalizador de hidrocrqueo comprende o es un metal noble, la cantidad del metal noble puede ser al menos aproximadamente 0,1% en peso, basada en el peso total del catalizador, por ejemplo al menos aproximadamente 0,5% en peso o al menos aproximadamente 0,6% en peso. Adicionalmente o alternativamente, la cantidad del metal noble puede ser aproximadamente 5,0% en peso o menos, basada en el peso total del catalizador, por ejemplo aproximadamente 3,5% en peso o menos, aproximadamente 2,5% en peso o menos, aproximadamente 1,5% en peso o menos, aproximadamente 1,0% en peso o menos, aproximadamente 0,9% en peso o menos, aproximadamente 0,75% en peso o menos, o aproximadamente 0,6% en peso o menos.

En algunos aspectos, un catalizador de hidrocrqueo puede incluir un tamiz molecular de poros grandes selectivo para el craqueo de hidrocarburos ramificados y/o hidrocarburos cíclicos. La zeolita Y, tal como zeolita Y ultraestable (USY), es un ejemplo de un tamiz molecular zeolítico selectivo para el craqueo de hidrocarburos ramificados e hidrocarburos cíclicos. Dependiendo de la situación, la relación de sílice a alúmina (Si/Al₂, medida como óxidos) en una zeolita USY puede ser al menos aproximadamente 10, por ejemplo al menos aproximadamente 15, al menos aproximadamente 25, al menos aproximadamente 50, o al menos aproximadamente 100. Dependiendo de la situación, el tamaño de la celdilla unitaria para una zeolita USY puede ser aproximadamente 24,50 Å o menos, p. ej., aproximadamente 24,45 Å o menos, aproximadamente 24,40 Å o menos, aproximadamente 24,35 Å o menos, o aproximadamente 24,30 Å. En ciertas situaciones, se puede usar una variedad de otros tipos de tamices moleculares en un catalizador de hidrocrqueo, tal como zeolita beta y/o ZSM-5. Otras categorías más de tamices moleculares adecuados pueden incluir tamices moleculares que tienen canales de poros de anillos de 10 miembros o canales de poros de anillos de 12 miembros. Ejemplos de tamices moleculares que tienen canales de poros de anillos de 10 miembros y/o canales de poros de anillos de 12 miembros pueden incluir tamices moleculares que tienen uno o más de los siguientes tipos de armazón zeolítico: MRE, MTT, EUO, AEL, AFO, SFF, STF, TON, OSI, ATO, GON, MTW, SFE, SSS y VET.

Las condiciones seleccionadas para el hidrocrqueo pueden depender del nivel de conversión deseado, el nivel de contaminantes en la alimentación de entrada a la fase de hidrocrqueo y potencialmente otros factores. Condiciones de hidrocrqueo adecuadas pueden incluir temperaturas de aproximadamente 232°C (~450°F) a aproximadamente 449°C (~840°F), por ejemplo de aproximadamente 232°C (~450°F) a aproximadamente 427°C (~800°F), aproximadamente de 249°C (~450°F) a 399°C (~750°F), de aproximadamente 260°C (500°F) a aproximadamente 449°C (~840°F), de aproximadamente 260°C (~500°F) a aproximadamente 427°C (~800°F), o de aproximadamente 260°C (~500°F) a aproximadamente 399°C (~750°F); presiones parciales de hidrógeno de aproximadamente 1,8 MPag (~250 psig) a aproximadamente 35 MPag (~5000 psig); velocidades espaciales horarias de líquido de aproximadamente 0,05 h⁻¹ a aproximadamente 10 h⁻¹; y velocidades del gas de tratamiento con hidrógeno de aproximadamente 36 m³/m³ (~200 scf/B) a aproximadamente 1800 m³/m³ (~10000 scf/B). En otras realizaciones, las condiciones pueden incluir temperaturas en el intervalo de aproximadamente 260°C (~500°F) a aproximadamente 435°C (~815°F), por ejemplo de aproximadamente 260°C (~500°F) a aproximadamente 399°C (~750°F) o de aproximadamente 260°C (~500°F) a aproximadamente 371°C (~700°C); presiones parciales de hidrógeno de aproximadamente 3,5 MPag (~500 psig) a aproximadamente 21 MPag (~3000 psig); velocidades espaciales horarias de líquido de aproximadamente 0,2 h⁻¹ a aproximadamente 5 h⁻¹; y velocidades del gas de tratamiento con hidrógeno de aproximadamente 210 m³/m³ (~1200 scf/B) a aproximadamente 1100 m³/m³ (~6000 scf/B).

Un catalizador de desparafinado se puede usar para el desparafinado de un fuelóleo potencial. Catalizadores de desparafinado adecuados pueden incluir tamices moleculares tales como aluminosilicatos cristalinos (zeolitas). En una

- realización, el tamiz molecular puede comprender, consistir esencialmente en o ser ZSM-5, ZSM-22, ZSM-23, ZSM-35, ZSM-48, zeolita beta, ZSM-57, o una de sus combinaciones (p. ej., ZSM-23 y/o ZSM-48, o ZSM-48 y/o zeolita beta). Opcionalmente pero preferiblemente, se pueden usar tamices moleculares selectivos para la isomerización/el desparafinado en oposición al craqueo, tales como ZSM-48, zeolita beta y/o ZSM-23, entre otros. Adicionalmente o
- 5
alternativamente, el tamiz molecular puede comprender, consistir esencialmente en o ser un tamiz molecular unidimensional de 10 miembros, tal como EU-1, ZSM-35 (o ferrierita), ZSM-11, ZSM-57, NU-87, SAPO-11, ZSM-48, ZSM-23 y/o ZSM-22. En algunas realizaciones preferidas, el catalizador de desparafinado puede incluir EU-2, EU-11, ZBM-30, ZSM-48, ZSM-23, sus versiones isoestructurales (p. ej., zeta-1, NU-10, EU-13, KZ-1, y/o NU-23), y/o sus combinaciones o interrelaciones (particularmente que comprenden o que son ZSM-48). Se debe apuntar que una
- 10
zeolita ZSM-23 que tiene una relación de sílice a alúmina de ~20:1 a ~40:1 a veces se puede denominar SSZ-32. Opcionalmente y en algunas realizaciones preferiblemente, catalizador de desparafinado puede incluir un aglutinante, tal como alúmina, titanía, sílice, sílice-alúmina, circonia, o una de sus combinaciones, (p. ej., alúmina y/o titanía o sílice y/o circonia y/o titanía).
- 15
Cuando se usan catalizadores de desparafinado en procedimientos según la invención, estos catalizadores de desparafinado pueden tener una baja relación de sílice a alúmina. Por ejemplo, para ZSM-48, la relación de sílice a alúmina en la zeolita puede ser menor de aproximadamente 200:1, por ejemplo menor de aproximadamente 110:1, menor de aproximadamente 100:1, menor de aproximadamente 90:1, o menor de aproximadamente 80:1, opcionalmente al menos aproximadamente 30:1, al menos aproximadamente 50:1, al menos aproximadamente 60:1,
- 20
o al menos aproximadamente 70:1. En diversas realizaciones, la relación de sílice a alúmina en el catalizador de desparafinado puede ser de aproximadamente 30:1 a aproximadamente 200:1, de aproximadamente 60:1 a aproximadamente 110:1, o de aproximadamente 70:1 a aproximadamente 100:1.
- Los catalizadores según la invención pueden incluir (además) un componente de hidrogenación metálico, que típicamente puede incluir/ser un metal del Grupo VIB y/o el Grupo VIII. Combinaciones adecuadas pueden incluir Ni/Co/Fe con Mo/W, p. ej., NiMo o NiW. La cantidad de metal (procedente del componente de hidrogenación metálico) en/sobre el catalizador puede ser al menos aproximadamente 0,1% en peso basado en el catalizador, p. ej., al menos aproximadamente 0,15% en peso, al menos aproximadamente 0,2% en peso, al menos aproximadamente 0,25% en peso, al menos aproximadamente 0,3% en peso, o al menos aproximadamente 0,5% en peso, basado en el peso de catalizador. Adicionalmente o alternativamente, la cantidad de metal (procedente del componente de hidrogenación metálico) en/sobre el catalizador puede ser aproximadamente 20% en peso o menos, basado en el peso del catalizador, p. ej., aproximadamente 10% en peso o menos, aproximadamente 5% en peso o menos, aproximadamente 2,5% en peso o menos, o aproximadamente 1% en peso o menos.
- 25
Condiciones de procesamiento eficaces en una zona de desparafinado catalítico pueden incluir una temperatura de aproximadamente 200°C a aproximadamente 450°C, p. ej., de aproximadamente 270°C a aproximadamente 400°C, una presión parcial de hidrógeno de aproximadamente 1,8 MPag a aproximadamente 35 MPag (de ~250 psig a ~5000 psig), p. ej., de aproximadamente 4,8 MPag a aproximadamente 21 MPag, y una velocidad del gas de tratamiento con hidrógeno de aproximadamente 36 m³/m³ (~200 scf/B) a aproximadamente 1800 m³/m³ (~10000 scf/B), p. ej., de aproximadamente 180 m³/m³ (~1000 scf/B) a aproximadamente 900 m³/m³ (~5000 scf/B). En ciertas realizaciones, las condiciones pueden incluir temperaturas en el intervalo de aproximadamente 343°C (~600°F) a aproximadamente 435°C (~815°F), presiones parciales de hidrógeno de aproximadamente 3,5 MPag (~500 psig) a aproximadamente 21 MPag (~3000 psig) y velocidades del gas de tratamiento con hidrógeno de aproximadamente 210 m³/m³ (~1200 scf/B) a aproximadamente 1100 m³/m³ (~1200 scf/B). La LHSV puede ser de ~0,1 h⁻¹ a ~10 h⁻¹, tal como de aproximadamente 0,5 h⁻¹ a aproximadamente 5 h⁻¹ y/o de aproximadamente 1 h⁻¹ a aproximadamente 4 h⁻¹.
- 35
La realización de una separación con disolvente puede proporcionar otra opción para modificar un fuelóleo. El desasfaltado con disolvente es un ejemplo de una separación con disolvente. El desasfaltado con disolvente puede ser adecuado para reducir el contenido de asfaltenos de una fracción de fuelóleo.
- 50
El desasfaltado con disolvente es un procedimiento de extracción con disolvente. Disolventes típicos pueden incluir un alcano u otro hidrocarburo que contiene ~3-7 carbonos por molécula, p. ej., propano, n-butano, isobutano, n-pentano, n-hexano y/o n-heptano. Adicionalmente o alternativamente, pueden ser adecuados otros tipos de disolventes, tales como fluidos supercríticos. Durante el desasfaltado con disolvente, una porción de alimentación se puede mezclar con el disolvente. Porciones de la alimentación que sean solubles en el disolvente se pueden extraer a continuación, dejando un residuo con poca o ninguna solubilidad en el disolvente. Condiciones de desasfaltado con disolvente típicas pueden incluir mezclar una fracción de material de alimentación con un disolvente en una relación en peso de aproximadamente 1:2 a aproximadamente 1:10, tal como de aproximadamente 1:2 a aproximadamente 1:8. Las temperaturas de desasfaltado con disolvente típicas pueden variar de aproximadamente 40°C a aproximadamente 150°C. La presión durante un procedimiento de desasfaltado con disolvente típico pueden ser de aproximadamente 350 kPag (~50 psig) a aproximadamente 3,5 MPag (~500 psig). Aunque estas condiciones son típicas, un grupo de condiciones de desasfaltado con disolvente más suaves puede ser adecuado para modificar un fuelóleo. Por ejemplo, en algunos aspectos, se puede conseguir modificar un fuelóleo de contenido de azufre regular (o medio) para que sea compatible con un fuelóleo de contenido de azufre bajo (o muy bajo) mientras que todavía se permite que el fuelóleo de contenido de azufre regular (o medio) desasfaltado resultante tenga un contenido de
- 60
65

asfaltenos de 2,0% en peso o más, opcionalmente hasta aproximadamente 5,0% en peso, hasta aproximadamente 6,0% en peso, o incluso hasta aproximadamente 8,0% en peso.

5 Otra opción más para modificar un fuelóleo puede ser la adición de una o más corrientes o aditivos al fuelóleo. La adición de corrientes se puede usar para añadir asfaltenos a un fuelóleo, añadir moléculas compatibilizadoras distintas a asfaltenos, modificar la densidad de un fuelóleo, modificar la viscosidad de un fuelóleo, modificar el poder de solvatación de un fuelóleo, o una de sus combinaciones.

10 Para un fuelóleo de contenido de azufre bajo (o muy bajo), la adición de una corriente que contiene asfaltenos y/o componentes más pesados podría ser beneficiosa para mejorar el índice BMCI del fuelóleo. Por ejemplo, las fracciones de colas u otras fracciones de aceite de ciclo de $\sim 343^{\circ}\text{C}+$ ($650^{\circ}\text{F}+$) procedentes de una unidad de craqueo catalítico de fluidos pueden tener altos valores para S_{BN} y/o el índice BMCI. Estas fracciones también pueden contener asfaltenos y pueden tener suficiente densidad y/o viscosidad para incrementar la densidad y/o la viscosidad global de un fuelóleo de contenido de azufre bajo o fuelóleo de contenido de azufre muy bajo.

15 Adicionalmente o alternativamente, se pueden añadir uno o más aditivos o fracciones a un fuelóleo para mejorar la capacidad de un fuelóleo para mantener asfaltenos en solución después de la combinación con otro fuelóleo. Por ejemplo, ácidos alcarilsulfónicos tales como ácido dodecibencenosulfónico se han presentado como aditivos potenciales que pueden reducir la probabilidad de precipitación de asfaltenos. Baker-Petrolite™ PAO3042 es otro ejemplo de un producto vendido como un inhibidor potencial de la precipitación de asfaltenos. En algunos aspectos menos preferidos, se puede usar un ácido arilsulfónico. Estos aditivos se pueden añadir a un fuelóleo en una cantidad de aproximadamente 5% en peso o menos, p. ej., de aproximadamente 0,01% en peso a aproximadamente 3% en peso o de aproximadamente 0,1% en peso a aproximadamente 2% en peso. Adicionalmente o alternativamente, otras fracciones de refinería y/o petróleo se pueden añadir a un fuelóleo. Además del aceite de ciclo de FCC o la corriente de fondo apuntados anteriormente, los gasóleos craqueados al vapor de agua también pueden tener algunos beneficios dispersantes que pueden reducir y/o minimizar la precipitación de asfaltenos.

30 Adicionalmente o alternativamente, otra opción más puede ser combinar un fuelóleo de contenido de azufre regular (o medio) con una o más corrientes de intervalo de ebullición de destilado (refinería), p. ej., para reducir la viscosidad y/o la densidad del fuelóleo. Una corriente de intervalo de ebullición de destilado se puede referir a una corriente de intervalo de ebullición del destilado con relación a una destilación bien atmosférica o bien a vacío, y por lo tanto puede corresponder a una corriente que tiene un intervalo de ebullición de al menos aproximadamente 204°C ($\sim 400^{\circ}\text{F}$) hasta aproximadamente 566°C ($\sim 1050^{\circ}\text{F}$). En algunas realizaciones opcionales, el intervalo de ebullición de destilado puede corresponder a de aproximadamente 204°C ($\sim 400^{\circ}\text{F}$) a aproximadamente 566°C ($\sim 1050^{\circ}\text{F}$), por ejemplo de aproximadamente 204°C ($\sim 400^{\circ}\text{F}$) a aproximadamente 510°C ($\sim 950^{\circ}\text{F}$), de aproximadamente 204°C ($\sim 400^{\circ}\text{F}$) a aproximadamente 454°C ($\sim 850^{\circ}\text{F}$), de aproximadamente 260°C ($\sim 500^{\circ}\text{F}$) a aproximadamente 566°C ($\sim 1050^{\circ}\text{F}$), de aproximadamente 260°C ($\sim 500^{\circ}\text{F}$) a aproximadamente 510°C ($\sim 950^{\circ}\text{F}$), de aproximadamente 260°C ($\sim 500^{\circ}\text{F}$) a aproximadamente 454°C ($\sim 850^{\circ}\text{F}$), de aproximadamente 316°C ($\sim 600^{\circ}\text{F}$) a aproximadamente 566°C ($\sim 1050^{\circ}\text{F}$), de aproximadamente 316°C ($\sim 600^{\circ}\text{F}$) a aproximadamente 510°C ($\sim 950^{\circ}\text{F}$), o de aproximadamente 316°C ($\sim 600^{\circ}\text{F}$) a aproximadamente 454°C (850°F). Combinar una corriente de destilado con un fuelóleo puede reducir ventajosamente el contenido de asfaltenos global, p. ej., debido a la dilución del fuelóleo. La cantidad de destilado con un fuelóleo puede corresponder a de aproximadamente 1% en peso a aproximadamente 40% en peso del producto combinado final de destilado/fuelóleo, por ejemplo al menos aproximadamente 5% en peso, al menos aproximadamente 10% en peso y/o aproximadamente 30% en peso o menos.

45 Como un ejemplo, un aceite de ciclo pesado procedente de un procedimiento de craqueo catalítico de fluidos y/o un gasóleo de coquificadora pesado, opcionalmente después del hidrotreamiento, puede corresponder a una corriente de intervalo de ebullición de destilado. A continuación, esta corriente se puede combinar con una fracción de destilado directa y/o hidrotratada (destilado atmosférico y/o destilado de vacío) para formar un fuelóleo que tiene un contenido de azufre por debajo de un valor deseado, tal como un fuelóleo de contenido de azufre regular, un fuelóleo de contenido de azufre medio, un fuelóleo de contenido de azufre bajo, o un fuelóleo de contenido de azufre muy bajo.

50 Otra opción más puede ser combinar adicionalmente o alternativamente un fuelóleo de contenido de azufre regular con una fracción cruda o corriente de refinería que puede disminuir la equivalencia de tolueno del fuelóleo de contenido de azufre regular. Los gasóleos craqueados con vapor de agua son ejemplares de una corriente de refinería que puede tener esta propiedad.

Realizaciones Adicionales

60 Realización 1. Un método para combinar fuelóleos, que comprende: aportar un primer fuelóleo a un sistema de aporte de combustible para un motor de embarcación, teniendo el primer fuelóleo un contenido de azufre de 0,15% en peso a aproximadamente 3,5% en peso, un primer contenido de asfaltenos de al menos aproximadamente 6,0% en peso, un primer valor de BMCI, y un primer valor de TE (equivalencia de tolueno); y aportar un segundo fuelóleo al sistema de aporte de combustible para el motor, teniendo el segundo fuelóleo un contenido de azufre de aproximadamente 0,1% en peso o menos, un segundo contenido de asfaltenos al menos aproximadamente 3,5% en peso inferior que el

primer contenido de asfaltenos, una densidad a 15°C de aproximadamente 0,87 g/cm³ a aproximadamente 0,95 g/cm³, una viscosidad cinemática a 50°C de aproximadamente 20 cSt a aproximadamente 200 cSt (o de aproximadamente 20 cSt a aproximadamente 150 cSt), un segundo valor de BMCI y un segundo valor de TE.

5 Realización 2. Un método para combinar fuelóleos, que comprende: aportar un primer fuelóleo a un sistema de aporte de combustible para un motor de embarcación, teniendo el primer fuelóleo un contenido de azufre de 0,15% en peso a aproximadamente 3,5% en peso, opcionalmente al menos aproximadamente 0,3% en peso o al menos aproximadamente 0,5% en peso, un contenido de asfaltenos de aproximadamente 5,0% en peso a aproximadamente 8,0% en peso, una densidad a 15°C de aproximadamente 0,96 a aproximadamente 1,05 g/cm³, una viscosidad cinemática a 50°C de aproximadamente 70 cSt a aproximadamente 500 cSt (o de aproximadamente 150 cSt a aproximadamente 380 cSt), un primer valor de BMCI, y un primer valor de TE (equivalencia de tolueno) de aproximadamente 40 o menos; y aportar un segundo fuelóleo al sistema de aporte de combustible para un motor, teniendo el segundo fuelóleo un contenido de azufre de aproximadamente 0,1% en peso o menos, un segundo valor de BMCI y un segundo valor de TE.

15 Realización 3. El método según cualquiera de las realizaciones anteriores, en el que una diferencia entre el segundo valor de BMCI y el segundo valor de TE es mayor que o igual a una diferencia entre el primer valor de BMCI y el primer valor de TE.

20 Realización 4. El método según cualquiera de las realizaciones anteriores, en el que a) el primer contenido de azufre es de aproximadamente 0,3% en peso a aproximadamente 3,5% en peso, o de aproximadamente 0,5% en peso a aproximadamente 3,5% en peso, o b) el primer contenido de azufre es de 0,15% en peso a aproximadamente 0,5% en peso, o c) el segundo contenido de azufre es de aproximadamente 1 wppm a aproximadamente 1000 wppm (o de aproximadamente 1 wppm a aproximadamente 500 wppm), o una de sus combinaciones.

25 Realización 5. El método según cualquiera de las realizaciones 1-2, que comprende además determinar, antes de aportar al menos uno del primer fuelóleo o el segundo fuelóleo, un valor de equivalencia de tolueno (TE) para una o más relaciones de combinación del primer fuelóleo y el segundo fuelóleo basándose en la relación

$$30 \quad TE = \frac{\sum TE_i * A_i * y_i}{\sum A_i * y_i}$$

donde TE_i es el valor de TE de un componente *i*, y_i es el porcentaje de componente *i* en una combinación a una relación de combinación, y A_i es el contenido de asfaltenos del componente *i*.

35 Realización 6. Una composición de combustible marino o para tanques que tiene compatibilidad incrementada con combustibles comerciales marinos o para tanques, teniendo dicha composición al menos cinco, al menos seis, o todas las propiedades siguientes: un índice BMCI de aproximadamente 30 a aproximadamente 80; una diferencia entre un índice BMCI y un valor de TE de aproximadamente 15 a aproximadamente 40; un contenido de asfaltenos de aproximadamente 1,0% en peso a aproximadamente 4,0% en peso; un contenido de MCR de aproximadamente 3,0% en peso a aproximadamente 10,0% en peso; un contenido de azufre de aproximadamente 900 wppm a aproximadamente 1000 wppm; una distribución del punto de ebullición en la que una T_{0,5} es de aproximadamente 130°C a aproximadamente 240°C, una T₁₀ es de aproximadamente 220°C a aproximadamente 360°C, una T₅₀ es de aproximadamente 330°C a aproximadamente 470°C, y/o una T₉₀ es de aproximadamente 400°C a aproximadamente 570°C; una densidad a 15°C de aproximadamente 0,87 g/cm³ a aproximadamente 0,95 g/cm³; y una viscosidad cinemática a 50°C de aproximadamente 20 cSt a aproximadamente 150 cSt.

Ejemplos

Ejemplo 1 - Impacto del Contenido de asfaltenos sobre la Compatibilidad de Combustibles

En este ejemplo predictivo, un fuelóleo de contenido de azufre bajo se puede combinar con tres fuelóleos de contenido de azufre regular diferentes que tienen propiedades similares pero diferentes contenidos de asfaltenos. En este ejemplo predictivo, el fuelóleo de contenido de azufre bajo (contenido de azufre de ~0,1% en peso o menos) puede tener un valor de BMCI de ~53, una equivalencia de tolueno (TE) de ~0, y un contenido de asfaltenos de ~0,67% en peso. Los fuelóleos de contenido de azufre regular (contenido de azufre de ~0,1% en peso a ~3,5% en peso) pueden tener un valor de BMCI de ~83, una TE de ~63,5 y un contenido de asfaltenos bien de ~0,67% en peso, bien de ~3,0% en peso o bien de ~6,0% en peso.

55 La FIG. 1 muestra los valores de BMCI y TE para combinaciones del fuelóleo de contenido de azufre bajo con el fuelóleo de contenido de azufre regular que tiene los tres contenidos de asfaltenos diferentes. El valor de BMCI para combinaciones del fuelóleo de contenido de azufre bajo y el fuelóleo de contenido de azufre regular se muestra mediante la línea 110 en la FIG. 1. Según se muestra en la FIG. 1, se espera que el valor de BMCI varíe de un modo más o menos lineal con los valores de BMCI de los componentes de una combinación de fuelóleos. La línea 120

muestra los valores de TE para una combinación del fuelóleo de contenido de azufre bajo y el fuelóleo de contenido de azufre regular con ~0,67% en peso de asfaltenos. La línea 120 también parece mostrar un comportamiento lineal convencional del valor de TE con relación a los valores de TE del fuelóleo componente. Sin embargo, basándose en la relación de la Ecuación (4) anterior, se predice que los fuelóleos de contenido de azufre regular que tienen ~3% en peso o ~6% en peso de contenido de asfaltenos den como resultado combinaciones con un comportamiento claramente diferente para los valores de TE. La línea 130 muestra los valores de TE predichos para una combinación con el fuelóleo de contenido de azufre regular de ~3% en peso de asfalto, mientras que la línea 140 muestra los valores de TE predichos para una combinación con el fuelóleo de contenido de azufre regular de ~6% en peso de asfalto. Según se muestra en la FIG. 1, la disparidad en el contenido de asfaltenos entre los fuelóleos parece dar como resultado valores de TE predichos mucho mayores a medida que disminuya la cantidad de fuelóleo de contenido de azufre bajo en la combinación. Como resultado, los valores de BMCI y TE empiezan a aproximarse entre sí, prediciéndose la menor diferencia con una combinación de más o menos 75% u 80% de fuelóleo de contenido de azufre bajo y contenido de azufre regular.

Ejemplo 2 – Sedimento procedente de la Combinación de Fuelóleos

En este ejemplo, se combinaron cuatro fuelóleos de contenido de azufre regular diferentes con una muestra de fuelóleo de contenido de azufre bajo a relaciones de combinación de ~0%, ~25%, ~50%, ~80%, ~90% y ~95% de fuelóleo de contenido de azufre bajo. El fuelóleo de contenido de azufre bajo en las combinaciones mostradas en la FIG. 2 tenía un contenido de asfaltenos de aproximadamente 0,5% en peso, mientras que los fuelóleos de contenido de azufre regular tenían diversos contenidos de asfaltenos. La FIG. 2 muestra una barra correspondiente al sedimento total medido para muestras envejecidas según ISO 10307-2 para cada fuelóleo de contenido de azufre regular a cada relación de combinación, siendo siempre el fuelóleo de contenido de azufre regular 1 (RSFO 1) la barra más a la izquierda, seguido por RSFO 2, RSFO 3 y RSFO 4 progresivamente a la derecha. Se apunta que la repetibilidad de esta técnica de medida del sedimento era del orden de ~0,03% en peso, de modo que parecía haber alguna variabilidad en los datos.

La FIG. 2 muestra generalmente que RSFO 2 y RSFO 4 parecían ser más compatibles con el fuelóleo de contenido de azufre bajo, mientras que RSFO 1 y RSFO 3 parecían tener una compatibilidad inferior, según se indica por la cantidad de sedimento generada a medida que la relación de mezcla se incrementaba hasta ~80% en peso o ~90% en peso de fuelóleo de contenido de azufre bajo. La diferencia en la cantidad de sedimento generada se puede entender junto con los valores de BMCI y TE para combinaciones basadas en RSFO 3 y RSFO 4.

La FIG. 3 muestra la diferencia entre los valores de BMCI y TE que se calculan usando la Ecuación (4) para combinaciones del fuelóleo de contenido de azufre bajo y RSFO 3. Bajo una visión convencional, se esperaría poco o ningún sedimento a cualquier relación de combinación, ya que el valor de TE para RSFO 3 es al menos ~10 inferior que el valor de BMCI del fuelóleo de contenido de azufre bajo. Según la visión convencional, con una relación lineal entre el valor de TE de una combinación y el porcentaje de fuelóleo de contenido de azufre bajo en la combinación, a medida que disminuye el valor de BMCI de la combinación, se esperaría que el valor de TE tuviera una disminución correspondiente. Sin embargo, usando la Ecuación (4) para determinar el valor de TE de una combinación, el valor de TE para combinaciones de RSFO 3 y el fuelóleo de contenido de azufre bajo permanece cerca de ~30 para combinaciones que contienen hasta aproximadamente 70% del fuelóleo de contenido de azufre bajo. Aunque la FIG. 3 muestra que RSFO 3 y el fuelóleo de contenido de azufre bajo todavía deben ser eficazmente compatibles a todas las relaciones de combinación, la diferencia entre los valores de BMCI y TE a combinaciones que tienen de aproximadamente 60% en peso a aproximadamente 80% en peso de fuelóleo de contenido de azufre bajo puede ser menor de 20, lo que puede conducir a las fases iniciales de formación sustancial de sedimento. En contraste, la FIG. 4 muestra que para RSFO 4 y el fuelóleo de contenido de azufre bajo, incluso después de usar la Ecuación 1 para determinar los valores de TE de las combinaciones, la diferencia entre los valores de BMCI y TE parece ser mayores de aproximadamente 20 a todas las relaciones de combinación. Esto se ajusta a las bajas cantidades de sedimento mostradas en la FIG. 2 para las combinaciones que implican RSFO 4.

Ejemplo 3 – Sedimento procedente de la Combinación de Fuelóleos

Se repitió el Ejemplo 2 pero con el Fuelóleo Y (según la reivindicación 1) como el fuelóleo de contenido de azufre bajo. Debido al incremento del contenido de asfaltenos en el Fuelóleo Y, así como el incremento de la diferencia entre los valores de BMCI y TE, todas las combinaciones a todas las fracciones en peso tienen un sedimento total envejecido (TSA) de 0,01% en peso o menos. Esta comparación con el Ejemplo 2 destaca el incremento del tramo de compatibilidad de combinaciones para componentes de la combinación que tienen diferencias incrementadas entre los valores de BMCI y TE y, en muchos casos, contenidos de asfaltenos incrementados.

Ejemplo 4 - Ejemplos de Propiedades del Fuelóleo

La FIG. 5 muestra diversas propiedades para cuatro fuelóleos de contenido de azufre regular diferentes, etiquetados como Fuelóleos A-D. La FIG. 6 muestra diversas propiedades para cuatro fuelóleos de contenido de azufre bajo (contenido de azufre menor de aproximadamente 0,1% en peso) diferentes, etiquetados como Fuelóleos W-Z. En las FIGS. 5 y 6, las propiedades mostradas para los diversos fuelóleos incluyen cantidades de destilación en peso fraccionado para los fuelóleos basados en la destilación atmosférica y a vacío. Para los fuelóleos de contenido de azufre regular, el porcentaje en peso recuperado se apuntaba cuando se alcanzaba una temperatura de aproximadamente 750°C, que se trataba como el punto final para la caracterización mediante destilación para los fuelóleos. Otras propiedades incluían densidad a aproximadamente 15°C, viscosidad cinemática a aproximadamente 50°C, índice de aromaticidad de carbono calculado (CCAI), índice BMCI, equivalencia de tolueno, contenido de asfaltenos y residuo de carbono de Conradson. En la FIG. 6, los cuadros de datos que están vacíos indican un valor que no se medía u obtenía para el fuelóleo correspondiente.

Ejemplos 5-8

Para estos Ejemplos, la FIG. 7 muestra propiedades fisicoquímicas seleccionadas de ciertos fuelóleos y/o materiales de combinación usados, y la FIG. 8 muestra un mayor detalle del perfil de intervalo de ebullición de esos fuelóleos/materiales de combinación, según se mide por el método de GC de destilación simulada listado en la FIG. 7, con la excepción del Fuelóleo EE, que se medía mediante ASTM D86. Como en el Ejemplo 3, el porcentaje en peso recuperado se anotaba cuando se alcanzaba una temperatura de aproximadamente 750°C, que se trataba como el punto final para la caracterización mediante destilación para los fuelóleos, y los cuadros de datos que están vacíos indican un valor que no se medía u obtenía para el fuelóleo correspondiente.

El Fuelóleo AA parecía tener propiedades similares al Fuelóleo C en las FIGS. 5-6. En la FIG. 7, el valor de la viscosidad cinemática para el Fuelóleo EE se midió a ~40°C, en lugar de a ~50°C.

Las pruebas de manchas en los Ejemplos 5-8 se realizaron según ASTM D4740.

Ejemplo 5

En este Ejemplo, un RSFO de clase RMG380 (Fuelóleo AA - según la reivindicación 1) se mezcló con otros tres materiales de combinación de combustibles marino/para tanques para determinar la compatibilidad. En cada caso, se usó aproximadamente 10% en peso de Combustible 1 (Fuelóleo AA), y se usó aproximadamente 90% en peso de Combustible 2. La Tabla 1 posterior muestra los detalles de los materiales de combinación y los resultados de su combinación.

Tabla 1.

Combustible 1	Combustible 2	BMCI-TE	Compatibilidad (Predicha/Real)	Sedimento Total (% en peso)	Prueba de Manchas
Fuelóleo AA	Fuelóleo BB	~4	No/No	~0,02	3
Fuelóleo AA	~90% en peso de Fuelóleo BB + ~10% en peso de Fuelóleo CC	~14	Sí/Sí	~0,02	2
Fuelóleo AA	~99% en peso de Fuelóleo BB + ~1% en peso de Fuelóleo DD	~ -3	No/No	~0,01	3

Ejemplo 6

En este Ejemplo, un RSFO de clase RMG380 (Fuelóleo AA) se mezcló con otros dos materiales de combinación de combustible marino/para tanques para determinar la compatibilidad. En ambos casos, se usaba aproximadamente 10% en peso de Combustible 1 (Fuelóleo AA), y se usaba aproximadamente 90% en peso de Combustible 2. La Tabla 2 posterior muestra los detalles de los materiales de combinación y los resultados de su combinación.

Tabla 2.

Combustible 1	Combustible 2	BMCI-TE	Compatibilidad (Predicha/Real)	Sedimento Total (% en peso)	Prueba de Manchas
Fuelóleo AA	Fuelóleo W	~14	No/No	~0,02	3
Fuelóleo AA	~90% en peso de Fuelóleo W + ~10% en peso de Fuelóleo CC	~24	Sí/Sí	~0,03	2

Ejemplo 7

5 En este Ejemplo, un RSFO de clase RMG380 (Fuelóleo AA) se mezcló con tres otros materiales de combinación de combustible marino/para tanques para determinar la compatibilidad. En los dos primeros casos, se usó aproximadamente 10% en peso de Combustible 1 (Fuelóleo AA), y se usó aproximadamente 90% en peso de Combustible 2. En el tercer caso, se usó aproximadamente 5% en peso de Combustible 1 (Fuelóleo AA), y se usó aproximadamente 95% en peso de Combustible 2. La Tabla 3 posterior muestra los detalles de los materiales de combinación y los resultados de su combinación.

10

Tabla 3.

Combustible 1	Combustible 2	BMCI-TE	Compatibilidad (Predicha/Real)	Sedimento Total (% en peso)	Prueba de Manchas
Fuelóleo AA	Fuelóleo EE	~14	No/Sí	~0,02	2
Fuelóleo AA	~80% en peso de Fuelóleo EE + ~20% en peso de Fuelóleo FF	~26	Sí/Sí	~0,02	1
Fuelóleo AA	Fuelóleo EE	~ 13	No/Sí	-	2

Ejemplo 8

15 En este Ejemplo, un ULSFO (Fuelóleo W - según la reivindicación 1) se mezcló con otros cuatro materiales de combinación de combustibles marino/para tanques para determinar la compatibilidad. En los tres primeros casos, se usó aproximadamente 10% en peso de Combustible 1 y se usó aproximadamente 90% en peso de Combustible 2 (Fuelóleo W). En el cuarto caso, se usó aproximadamente 5% en peso de Combustible 1 y se usó aproximadamente 95% en peso de Combustible 2 (Fuelóleo W). La Tabla 4 posterior muestra los detalles de los materiales de combinación y los resultados de su combinación.

20

Tabla 4.

Combustible 1	Combustible 2	BMCI-TE	Compatibilidad (Predicha/Real)	Sedimento Total (% en peso)	Prueba de Manchas
Fuelóleo AA	Fuelóleo W	~14	No/Quizás	~0,02	2/3
~60% en peso de Fuelóleo AA + ~40% en peso de Fuelóleo CC	Fuelóleo W	~14	Sí/Sí	~0,02	2
~70% en peso de Fuelóleo AA + ~30% en peso de Fuelóleo BB	Fuelóleo W	~ -3	No/No	~0,02	3
Fuelóleo AA	Fuelóleo W	~13	No/No	-	4

25

REIVINDICACIONES

1. Una composición de combustible marino o para tanques que tiene una compatibilidad incrementada con combustibles marinos o para tanques comerciales, teniendo dicha composición al menos cinco, preferiblemente al menos seis, más preferiblemente al menos siete, lo más preferiblemente todas las propiedades siguientes:

- 5 un índice Bureau de Mines Correlation Index (BMCI) de 30 a 80;
- una diferencia entre un índice BMCI y un valor de equivalencia de tolueno (TE) de 15 a 40;
- un contenido de asfaltenos de 1,0% en peso a 4,0% en peso;
- un contenido de microrresiduo de carbono (MCR) de 3,0% en peso a 10,0% en peso;
- un contenido de azufre de 900 wppm a 1000 wppm;
- 10 una distribución del punto de ebullición en la que una T0,5 es de 130°C a 240°C, una T10 es de 220°C a 360°C, una T50 es de 330°C a 470°C y/o una T90 es de 400°C a 570°C;
- una densidad a 15°C de 0,87 g/cm³ a 0,95 g/cm³; y
- una viscosidad cinemática a 50°C de 20 cSt a 150 cSt;

15 en donde el contenido de asfaltenos se mide según ASTM D6560; en donde el MCR se mide según ISO 10370; en donde el índice BMCI y la TE se miden según se describe en la presente.

2. Un método para combinar fuelóleos, que comprende:

- 20 aportar un primer fuelóleo a un sistema de aporte de combustible para un motor de embarcación, teniendo el primer fuelóleo un contenido de azufre de 0,15% en peso a 3,5% en peso, un primer contenido de asfaltenos de al menos 6,0% en peso, un primer valor de BMCI y un primer valor de TE (equivalencia de tolueno); y
- 25 aportar un segundo fuelóleo al sistema de aporte de combustible para el motor de embarcación, teniendo el segundo fuelóleo un contenido de azufre de 0,1% en peso o menos, un segundo contenido de asfaltenos al menos 3,5% en peso menor que el primer contenido de asfaltenos, una densidad a 15°C de 0,87 g/cm³ a 0,95 g/cm³, una viscosidad cinemática a 50°C de 20 cSt a 150 cSt, un segundo valor de BMCI y un segundo valor de TE;

en donde el contenido de asfaltenos se mide según ASTM D6560; en donde el índice BMCI y la TE se miden según se describe en la presente.

3. Un método para combinar fuelóleos, que comprende:

- 30 aportar un primer fuelóleo a un sistema de aporte de combustible para un motor de embarcación, teniendo el primer fuelóleo un contenido de azufre de 0,15% en peso a 3,5% en peso, un contenido de asfaltenos de 5,0% en peso a 8,0% en peso, una densidad a 15°C de 0,96 a 1,05 g/cm³, una viscosidad cinemática a 50°C de 70 cSt a 500 cSt, un primer valor de BMCI y un primer valor de TE (equivalencia de tolueno) de aproximadamente 40 o menos; y
- 35 aportar un segundo fuelóleo al sistema de aporte de combustible para un motor de embarcación, teniendo el segundo fuelóleo un contenido de azufre de 0,1% en peso o menos, un segundo valor de BMCI y un segundo valor de TE;

en donde el contenido de asfaltenos se mide según ASTM D6560; en donde el índice BMCI y la TE se miden según se describe en la presente.

- 40 4. El método según la reivindicación 3, en el que el primer fuelóleo tiene una viscosidad cinemática a 50°C de 150 cSt a 380 cSt.

5. El método según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 4, en el que una diferencia entre el segundo valor de BMCI y el segundo valor de TE es mayor que o igual a la diferencia entre el primer valor de BMCI y el primer valor de TE.

5 6. El método según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 5, en el que a) el primer contenido de azufre es de 0,3% en peso a 3,5% en peso, preferiblemente de 0,5% en peso a 3,5% en peso, o b) el primer contenido de azufre es de 0,15% en peso a 0,5% en peso, o c) el segundo contenido de azufre es de 1 wppm a 1000 wppm, preferiblemente de 1 wppm a 500 wppm, o una de sus combinaciones.

10 7. El método según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 6, en el que el primer contenido de asfaltenos es mayor que el segundo contenido de asfaltenos en al menos 3,5% en peso, más preferiblemente al menos 4,0% en peso, aún más preferiblemente al menos 4,5% en peso, lo más preferiblemente al menos 5,0% en peso, en particular al menos 5,5% en peso, más particularmente al menos 6,0% en peso, lo más particularmente al menos 6,5% en peso.

15 8. El método según la reivindicación 2 o 3, que comprende además determinar, antes de aportar al menos uno del primer fuelóleo o el segundo fuelóleo, un valor de equivalencia de tolueno (TE) para una o más relaciones de combinación del primer fuelóleo y el segundo fuelóleo basadas en la relación

$$TE = \frac{\sum TE_i * A_i * y_i}{\sum A_i * y_i}$$

20 en la que TE_i es el valor de TE de un componente i , y_i es el porcentaje de componente i en una combinación a una relación de combinación y A_i es el contenido de asfaltenos del componente i .

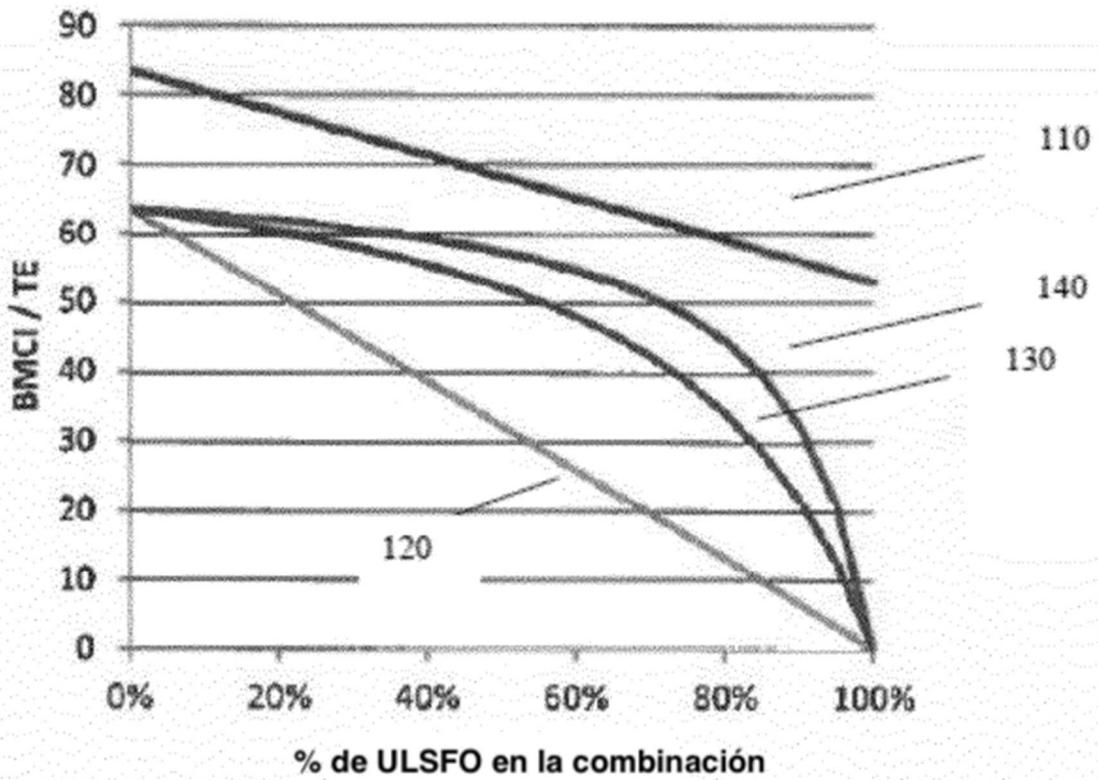


FIG. 1

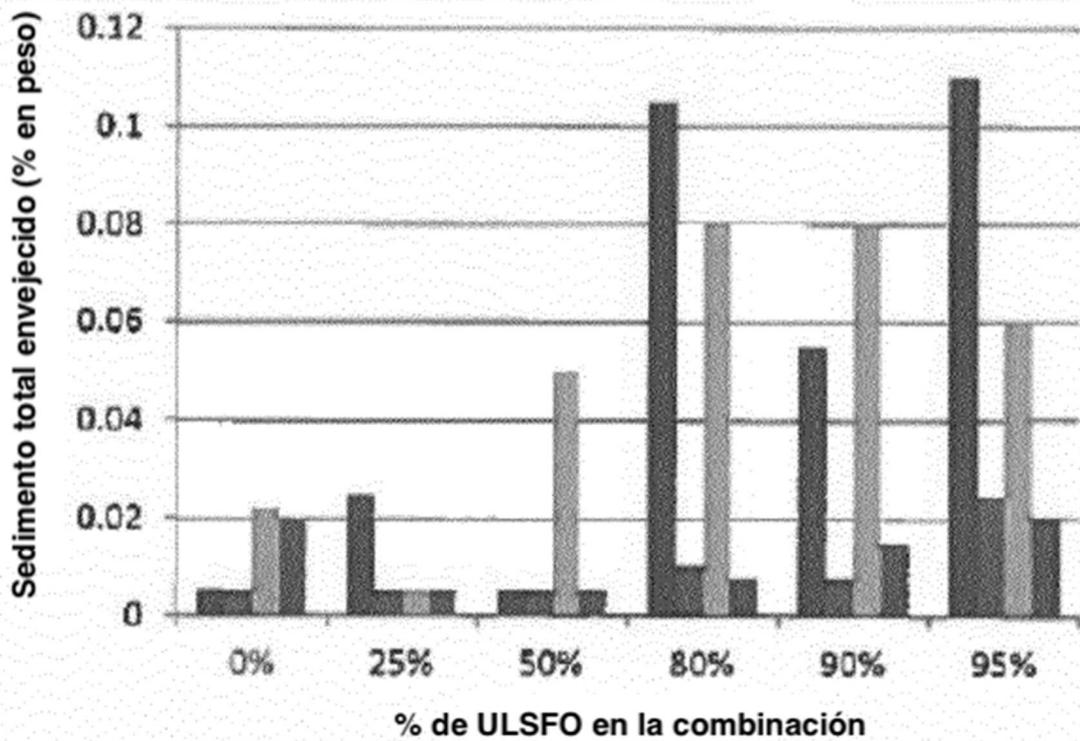


FIG. 2

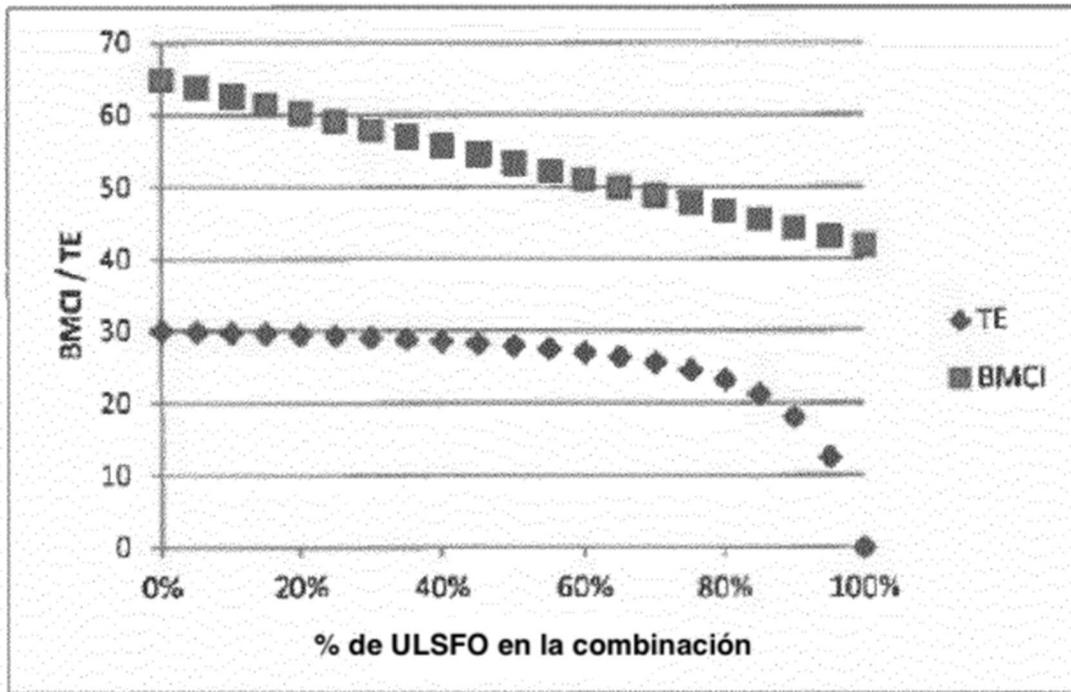


FIG. 3

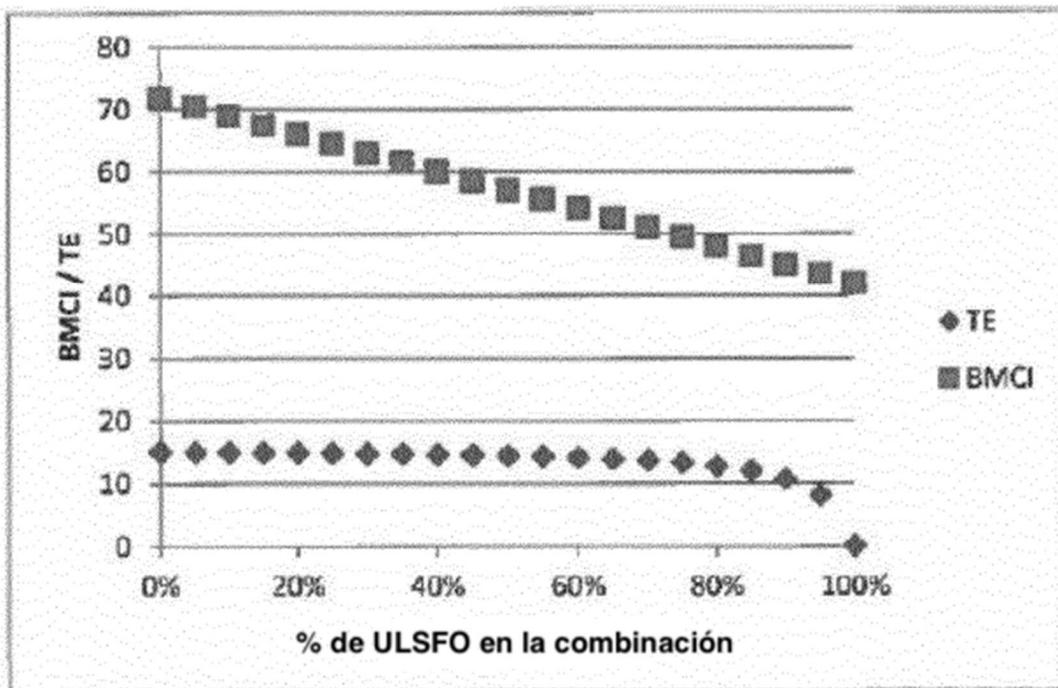


FIG. 4

ES 2 781 683 T3

Ejemplos de Fuelóleos de Contenido de Azufre Regular

	Fuelóleo A	Fuelóleo B	Fuelóleo C	Fuelóleo D
Destilación (Hasta 750°C)				
T0,5 (°C)	~171	~192	~163	~139
T10 (°C)	~333	~291	~280	~248
T30 (°C)	~445	~368	~393	~392
T50 (°C)	~513	~536	~489	~583
T70 (°C)	~590	~627	~582	~649
T90 (°C)	~700	~709	~705	~729
T99,5 (°C)	750+	750+	750+	750+
% en peso recuperado	~95,4	~97,3	~93,7	~93,1
Densidad a 15°C	~0,9900	~0,9664	~0,9859	~0,9082
KV50 (cSt)	~358,2	~106,9	~366,1	~34,0
CCAI	~828	~852	~842	~847
BMCI (método ABP)	~63,4	~72,7	~65,2	~67,5
TE	~0,0	~30,0	~15,0	~100,0
BMCI-TE	63,4	~42,7	~50,2	~32,5
Asfalteno (% en peso)	~1,0	~3,2	~5,0	<0,50
Residuo de carbono (% en peso)	<18	~11,7	<18	<18

FIG. 5

ES 2 781 683 T3

Ejemplos de Fuelóleos de Contenido de Azufre Bajo

	Fuelóleo W	Fuelóleo X	Fuelóleo Y	Fuelóleo Z
Destilación (Hasta 750°C)				
T0,5 (°C)	~237	~140	~157	~252
T10 (°C)	~341	~234	~273	~321
T30 (°C)	~402	~339	~356	~371
T50 (°C)	~440	~400	~485	~409
T70 (°C)	~482	~468	~569	~448
T90 (°C)	~539	~607	~665	~503
T99,5 (°C)	~619	~736	~744	~586
Densidad a 15°C		~0,8741	~0,9273	~0,9328
KV50 (cSt)		~16,0	~78,0	~53,3
CCAI	~801	~781	~807	
BMCI (método ABP)	~42	~30	~47	~57
TE	0,0	6,0	0,0	0,0
BMCI-TE	~42,0	~23,9	~47,0	~56,8
Asfalteno (% en peso)	~0,0	<0,50	~0,67	
Residuo de carbono (% en peso)			5,9	<0,10

FIG. 6

	Método	Fuelóleo AA	Fuelóleo W	Fuelóleo BB	Fuelóleo CC	Fuelóleo DD	Fuelóleo EE	Fuelóleo FF
Densidad a ~15°C (g/ml)	ISO 12185	~0,966	~0,908	~0,855	~0,975	~1,01	~0,876	~0,985
KV a ~50°C (cSt)	ISO 3104	107,0	34,0	4,3	~4300	~454	~4,49	~319
Azufre (% en peso)	ISO 8754	~2,84	~0,072	~0,053	~0,136	~3,44	~0,22	~0,82
Punto de vaporización (°C)	ISO2719 Proc. B	~104	178,0	~91,8	~250	>~60	~83,5	~129
CCAI	Cálculo	~842	~801	~795	~817	~869	~821	~848
BMCI (método ABP)	Cálculo	~65	~42	~30	~64	~84	~42	~73
TE	AMS 79-004	~30	~0	~0	<~23	~63	~0	<~23
Cenizas (% en peso)	ISO 6245	~0,026	<~0,50	-	~0,008	~0,044	-	<0,001
Asfaltenos (% en peso)	ASTM D4870	~3,2	-	~0	~1,5	~8,1	~0	~0,65
Residuo de carbono (% en peso)	ISO 10370	<~18	~0,02	<0,001	~8,86	~16,4	~0,1	~10,3
Sedimento total (% en peso)	ISO 10307-2	<~30	~9	NA	<0,01	~0,03	NA	~0,02
Punto de vertido (°C)	ISO 3016		44,6%	~7	~24	<~30	~7	~9
Compuestos saturados totales	2D-GC		25,1%	63,2%				
Parafinas	2D-GC		19,5%	36,3%				
Compuestos nafténicos	2D-GC		55,4%	26,9%				
Compuestos aromáticos totales	2D-GC			36,8%				
% en peso recuperado	M1567 SimDis por GC249	~93,7	~101,7	~100,2	~97,9	~92,4	~96,1	~95,3
T10 (°C)	M1567 SimDis por GC	280	341	229	433	276	249	285
T50 (°C)	M1567 SimDis por GC	489	440	325	561	512	312	547
T90 (°C)	M1567 SimDis por GC	705	539	401	702	723	373	719
1050F+ (% en peso)	M1567 SimDis por GC	~34	~5	~0	~49	~38	~0	~47

FIG. 7

Temperatura (°C) a % en peso recuperado	Fuelóleo AA	Fuelóleo W	Fuelóleo BB	Fuelóleo CC	Fuelóleo DD	Fuelóleo EE	Fuelóleo FF
0,5	163	237	134	323	158	199	187
1	183	257	152	346	171		203
2	211	279	169	369	191		220
3	224	293	182	384	205		235
4	237	303	192	396	219		240
5	244	311	199	404	229		249
10	280	341	229	433	276	249	285
15	312	361	250	454	325		308
20	341	377	265	472	365		328
25	368	391	278	488	397		346
30	393	402	289	503	421		365
35	417	412	300	517	444		382
40	440	422	308	532	467		408
45	465	431	317	547	490		501
50	489	440	325	561	512	312	547
55	513	450	333	575	534		573
60	537	460	343	590	557		593
65	559	471	350	604	578		611
70	582	482	358	619	599		629
75	603	494	367	636	623		648
80	629	507	376	654	651		669
85	660	522	387	676	684		694
90	705	539	401	702	723	373	719
91	716	543	403	707	732		724
92	727	548	407	713	744		729
93	739	553	411	719	750		734
94	750	558	414	724			740
95	-	563	419	729			747
96	-	570	423	736			750
97	-	578	430	743			-
98	-	589	438	750			-
99	-	604	451	-			-
99,5	-	619	464	-		389	-

FIG. 8