

ANEXO 9

**RESOLUCIÓN MEPC.184 (59)
Adoptada el 17 de julio de 2009**

**DIRECTRICES SOBRE LOS SISTEMAS DE LIMPIEZA
DE LOS GASES DE ESCAPE, 2009**

EL COMITÉ DE PROTECCIÓN DEL MEDIO MARINO,

RECORDANDO el artículo 38 a) del Convenio constitutivo de la Organización Marítima Internacional, que trata de las funciones que confieren al Comité de Protección del Medio Marino los convenios internacionales para la prevención y contención de la contaminación del mar,

RECORDANDO TAMBIÉN que el Anexo VI del Convenio MARPOL entró en vigor el 19 de mayo de 2005,

RECORDANDO ADEMÁS la resolución MEPC.170(57), mediante la cual el Comité adoptó las Directrices sobre los sistemas de limpieza de los gases de escape,

TOMANDO NOTA de que el Anexo VI revisado del Convenio MARPOL fue adoptado mediante la resolución MEPC.176(58), cuya entrada en vigor está prevista para el 1 de julio de 2010,

TOMANDO NOTA TAMBIÉN de que en la regla 4 del Anexo VI del Convenio MARPOL se permite utilizar un método de cumplimiento alternativo que sea al menos equivalente en términos de reducción de las emisiones que el prescrito por el Anexo VI revisado del Convenio MARPOL, incluidas todas las normas enumeradas en la regla 14, teniendo en cuenta las directrices elaboradas por la Organización,

RECONOCIENDO la necesidad de revisar las Directrices sobre los sistemas de limpieza de los gases de escape, de conformidad con lo dispuesto en el Anexo VI revisado del Convenio MARPOL,

HABIENDO EXAMINADO las Directrices sobre los sistemas de limpieza de los gases de escape, 2009, elaboradas por el Subcomité de Transporte de Líquidos y Gases a Granel en su 13º periodo de sesiones,

1. ADOPTA las Directrices sobre los sistemas de limpieza de los gases de escape, 2009, cuyo texto figura en el anexo de la presente resolución;
2. INVITA a los Gobiernos a que apliquen las Directrices de 2009 a partir del 1 de julio de 2010;
3. INSTA a las Administraciones a que habiliten procedimientos para la recopilación de datos de conformidad con lo dispuesto el apéndice 3; y
4. REVOCA las Directrices adoptadas mediante la resolución MEPC.170(57) a partir del 1 de julio de 2010.

* * *

ANEXO

DIRECTRICES REVISADAS SOBRE LOS SISTEMAS DE LIMPIEZA DE LOS GASES DE ESCAPE, 2009

1 INTRODUCCIÓN

1.1 En la regla 14 del Anexo VI del MARPOL 73/78 se prescribe que los buques utilicen fueloil con una concentración de azufre que no exceda de la estipulada en las reglas 14.1 ó 14.4. En la regla 4 se permite, como alternativa, la utilización de un método de cumplimiento que sea por lo menos tan eficaz en cuanto a la reducción de las emisiones como el prescrito en el Anexo, incluidos los niveles indicados en la regla 14. La Administración de una Parte debería tener en cuenta todas las directrices pertinentes elaboradas por la Organización en relación con los otros métodos posibles en virtud de la regla 4.

1.2 De modo análogo a los sistemas de reducción de las emisiones de NO_x, podrá aprobarse una unidad LGE a reserva de comprobaciones periódicas de las emisiones y los parámetros, o el sistema podrá ir provisto de un dispositivo de vigilancia continua de las emisiones. Las presentes directrices se han elaborado con el propósito de contar con pautas objetivas y centradas en el rendimiento. Como alternativa, el método basado en la relación SO₂ (ppm)/CO₂ (%) simplificará la vigilancia de las emisiones de SO_x y facilitará la aprobación de la unidad LGE. Véase en el apéndice 2 el fundamento de la utilización de SO₂ (ppm)/CO₂ (%) como base para el sistema de vigilancia.

1.3 El cumplimiento se debería demostrar basándose en los valores de la relación SO₂ (ppm)/CO₂ (% v/v).

Cuadro 1: Límites del contenido de azufre del fueloil especificados en las reglas 14.1 y 14.4 y valores de emisión correspondientes

Contenido de azufre del fueloil (% m/m)	Relación de emisiones SO ₂ (ppm)/CO ₂ (% v/v)
4,50	195,0
3,50	151,7
1,50	65,0
1,00	43,3
0,50	21,7
0,10	4,3

Nota: Los límites de las relaciones de emisiones sólo se aplican cuando se utilicen combustibles destilados o fueloil residuales derivados del petróleo. Para la aplicación del método basado en la relación, véase el apéndice 2.

1.4 Si bien las presentes directrices tienen carácter de recomendación, se invita a las Administraciones a que se basen en las mismas para implantar cualquier normativa al respecto.

2 GENERALIDADES

2.1 Objetivo

2.1.1 El objetivo de las presentes directrices es especificar las prescripciones relativas a los ensayos, la certificación de los reconocimientos y la verificación de los sistemas de limpieza de los gases de escape (LGE) estipulados en la regla 4 con objeto de garantizar que, en efecto, son equivalentes a lo prescrito en las reglas 14.1 y 14.4 del Anexo VI del Convenio MARPOL 73/78.

2.1.2 Las Directrices permiten dos planes: el Plan A (Certificación de la unidad mediante comprobaciones de los parámetros y emisiones) y el Plan B (Vigilancia continua de las emisiones mediante comprobaciones de los parámetros).

2.1.3 Los buques que vayan a utilizar parcial o totalmente un sistema de limpieza de los gases de escape con objeto de cumplir lo prescrito en las reglas 14.1 y/o 14.4 del Anexo VI del Convenio MARPOL deberían contar con un Plan de cumplimiento de las emisiones de SO_x (SECP) aprobado.

2.2 Aplicación

2.2.1 Las presentes directrices se aplican a todas las unidades LGE, instaladas a bordo en máquinas que consuman fueloil, excluidos los incineradores de a bordo.

2.3 Definiciones y documentos prescritos

Unidad de combustión de fueloil	Todo motor, caldera, turbina de gas u otro equipo alimentado con fueloil, excluidos los incineradores de a bordo
LGE	Limpieza de los gases de escape
SO _x	Óxidos de azufre
SO ₂	Dióxido de azufre
CO ₂	Dióxido de carbono
UTC	Tiempo universal coordinado
Valor certificado	Valor del cociente CO ₂ /SO ₂ especificado por el fabricante, que la unidad LGE debe cumplir en funcionamiento continuo para el contenido de azufre máximo del fueloil especificado por el fabricante.
In situ	Muestreo realizado directamente en una corriente de gas de escape
MCR	Régimen máximo continuo
Gama de cargas	Potencia nominal máxima de un motor diésel o régimen de vaporización máximo de una caldera
SECP	Plan de cumplimiento de las emisiones de SO _x
SECC	Certificado de cumplimiento de las emisiones de SO _x
ETM-A	Sistema LGE – Manual técnico para el Plan A
ETM-B	Sistema LGE – Manual técnico para el Plan B
OMM	Manual de vigilancia de a bordo
Libro registro LGE	Registro de los parámetros de funcionamiento, ajustes de los componentes, mantenimiento y fichas de servicio, según proceda, de la unidad LGE en servicio

Documento	Plan A	Plan B
SECP	X	X
SECC	X	
ETM Plan A	X	
ETM Plan B		X
OMM	X	X
Libro registro LGE o sistema de registro electrónico	X	X

3 NOTA SOBRE LA SEGURIDAD

3.1 Se prestará la debida atención a las consecuencias para la seguridad que puedan tener la manipulación y proximidad de los gases de escape, el equipo de medición y el almacenamiento y utilización de los gases puros y de calibración en recipientes a presión. Las posiciones para la toma de muestras y las plataformas de acceso permanentes deberían ser tales que la vigilancia pueda desarrollarse en condiciones de seguridad. A la hora de situar la boca de descarga de las aguas residuales utilizada en la unidad SLGE se prestará la debida consideración a la ubicación de las tomas de agua de mar del buque. En todas las condiciones de funcionamiento, el pH se debería mantener a un nivel que evite los daños al sistema antiincrustante, la hélice, el timón y otros componentes del buque que puedan ser vulnerables a las descargas ácidas, posibles causantes de una corrosión acelerada de los componentes metálicos esenciales.

4 PLAN A – APROBACIÓN, RECONOCIMIENTO Y CERTIFICACIÓN DEL SISTEMA LGE MEDIANTE COMPROBACIONES DE LOS PARÁMETROS Y EMISIONES

4.1 Aprobación de los sistemas LGE

4.1.1 Generalidades

Las opciones del Plan A de las presentes directrices incluyen:

- a) aprobación de la unidad;
- b) unidades fabricadas en serie;
- c) aprobación de la gama de productos.

4.1.2 Aprobación de la unidad

4.1.2.1 Una unidad LGE debería certificarse como apta para satisfacer tanto el valor límite (el valor certificado) que especifique el fabricante (es decir, el nivel de emisión que la unidad puede alcanzar de manera continua) con un fueloil que cumpla el contenido máximo de azufre en % masa/masa especificado por el fabricante, y para la gama de los parámetros de funcionamiento para los que ha de aprobarse, según se enumeran en 4.2.2.1 b). El valor certificado debería como mínimo ser tal que el buque se explote en las condiciones prescritas en las reglas 14.1 y/o 14.4 del Anexo VI del Convenio MARPOL.

4.1.2.2 Cuando no vayan a realizarse ensayos con un fueloil que cumpla el contenido máximo de azufre en % masa/masa especificado por el fabricante, estará permitido utilizar dos combustibles de prueba con un contenido de azufre inferior en % masa/masa. El contenido de azufre en % masa/masa de los dos combustibles seleccionados debería diferenciarse en una cantidad suficiente para justificar el comportamiento operacional de la unidad LGE y demostrar que el valor certificado puede cumplirse si se hace funcionar la unidad LGE con un combustible que tenga el contenido máximo de azufre en % masa/masa especificado por el fabricante. En tales casos, y de conformidad con la sección 4.3 según corresponda, deberían realizarse al menos dos ensayos. No es necesario que sean consecutivos, y pueden realizarse con dos unidades LGE distintas, aunque sí tendrán que ser idénticas.

4.1.2.3 Se deberían determinar los caudales máxicos de los gases de escape de la unidad que sean máxicos y, si procede, mínimos. El fabricante del equipo debería justificar el efecto de la variación de los demás parámetros que se definen en 4.2.2.1 b). El efecto de las variaciones en estos factores habría de ser evaluado mediante ensayos o de otro modo, según corresponda. Ninguna variación en estos factores, o combinación de las variaciones en estos factores, debería hacer que el valor de las emisiones de la unidad LGE fuera superior al valor certificado.

4.1.2.4 Los datos obtenidos de conformidad con esta sección deberían presentarse a la Administración para su aprobación junto con el ETM-A.

4.1.3 Unidades fabricadas en serie

En el caso de las unidades LGE nominalmente análogas y con los mismos caudales máxicos que se certifican en virtud de lo establecido en la sección 4.1.2, y para evitar que cada unidad LGE se someta a prueba, el fabricante del equipo puede presentar una conformidad de acuerdo de producción para que la acepte la Administración. En virtud de este acuerdo, la certificación de cada unidad LGE debería estar sujeta a todos los reconocimientos que la Administración considere necesarios para asegurarse de que el valor de las emisiones procedentes de cada unidad SLGE no es superior al valor certificado cuando dicho sistema funciona de conformidad con los parámetros definidos en 4.2.2.1 b).

4.1.4 Aprobación de la gama de productos

4.1.4.1 En el caso de una unidad LGE que tenga un proyecto idéntico, pero distintas capacidades de caudal máxico máximo de los gases de escape, la Administración puede aceptar que, en lugar de someter a prueba todas las capacidades de las unidades LGE de conformidad con la sección 4.1.2, los ensayos de dichos sistemas de limpieza se realicen con referencia a tres capacidades distintas, siempre y cuando estos ensayos se lleven a cabo a intervalos que incluyan los índices de capacidad más alto y más bajo de la gama y uno intermedio.

4.1.4.2 Cuando existan diferencias significativas en el proyecto de las unidades LGE de capacidades distintas, no debería aplicarse este procedimiento salvo que pueda demostrarse en la práctica, de manera satisfactoria a juicio de la Administración, que esas diferencias no alteran significativamente el funcionamiento entre los distintos tipos de unidades LGE.

4.1.4.3 Para las unidades LGE de capacidades distintas, deberían ofrecerse datos relativos a la sensibilidad a las variaciones en el tipo de maquinaria de combustión a la que se encuentre acoplado el sistema, además de datos relativos a la sensibilidad a las variaciones en los parámetros enumerados en 4.2.2.1 b). Esto debería realizarse tomando como base los ensayos u otros datos, según corresponda.

4.1.4.4 Deberían ofrecerse datos relativos al efecto de los cambios de la capacidad de la unidad LGE en las características del agua de lavado.

4.1.4.5 Deberían someterse a la aprobación de la Administración todos los datos justificativos obtenidos de conformidad con esta sección, junto con el ETM-A para las unidades de cada capacidad.

4.2 Reconocimiento y certificación

4.2.1 Procedimientos para la certificación de una unidad LGE

4.2.1.1 A fin de cumplir lo prescrito en 4.1, ya sea antes o después de la instalación a bordo, debería certificarse que cada unidad LGE se ajusta al valor certificado que especifique el fabricante (es decir, el nivel de emisión que la unidad puede alcanzar de manera continua) en las condiciones de funcionamiento y con las restricciones que figuran en el Manual técnico LGE (ETM-A) que haya aprobado la Administración.

4.2.1.2 La determinación del valor certificado debería ajustarse a lo dispuesto en las presentes directrices.

4.2.1.3 La Administración debería expedir un SECC a toda unidad LGE que se ajuste a lo prescrito en 4.2.1.1. El modelo de SECC figura en el apéndice I.

4.2.1.4 El fabricante del sistema LGE, el propietario del buque u otra parte deberían solicitar el SECC.

4.2.1.5 A todas las unidades LGE posteriores cuyo proyecto y capacidad nominal sea igual a lo que se certifica en 4.2.1.1, la Administración les puede expedir un SECC sin necesidad de someterlas a prueba de conformidad con 4.2.1.1 y a reserva de lo indicado en la sección 4.1.3 de las presentes directrices.

4.2.1.6 La Administración puede aceptar unidades LGE del mismo tipo con capacidades nominales diferentes a lo certificado en 4.2.1.1 y a reserva de lo indicado en la sección 4.1.4 de las presentes directrices.

4.2.1.7 La Administración debería centrarse especialmente en el examen de las unidades LGE que únicamente tratan una parte de la corriente de gases de escape en la salida de gases donde van instaladas para garantizar que, en todas las condiciones de funcionamiento definidas, el valor global de las emisiones de los gases de escape en el efluente del sistema es inferior al valor certificado.

4.2.2 Manual técnico relativo al sistema LGE – "Plan A" (ETM-A)

4.2.2.1 Cada unidad LGE debería disponer de un ETM-A facilitado por el fabricante en el que, como mínimo, figure la información siguiente:

- a) la identificación de la unidad (fabricante, modelo/tipo, número de serie y demás datos que se necesiten), incluida una descripción de dicha unidad y todos los sistemas auxiliares necesarios;
- b) los límites de funcionamiento, o la gama de valores de funcionamiento, para los que se haya certificado la unidad, y que, como mínimo, deberían incluir:
 - i) los caudales máxicos máximo y, si procede, mínimo del gas de escape;

- ii) la potencia, el tipo y demás parámetros pertinentes de la unidad de combustión de fueloil para la que se instalará la unidad LGE. En el caso de las calderas también se debería facilitar la relación máxima aire/combustible al 100 % de carga. En el caso de los motores diésel, se indicará si se trata de un motor de dos o de cuatro tiempos;
 - iii) los valores máximo y mínimo del caudal de agua de lavado, las presiones de entrada y la alcalinidad mínima del agua de entrada (ISO 9963-1-2);
 - iv) las gamas de la temperatura de entrada del gas de escape y las temperaturas máxima y mínima de salida del gas con la unidad LGE en funcionamiento;
 - v) las gamas de la presión de entrada y de salida del gas de escape y la presión máxima de entrada del gas con la unidad de combustión del fueloil en funcionamiento a régimen máximo continuo o al 80 % de la potencia, según proceda;
 - vi) los niveles de salinidad o los elementos de agua dulce necesarios para proporcionar agentes neutralizadores adecuados; y
 - vii) otros factores relativos al proyecto y al funcionamiento de la unidad LGE pertinentes para alcanzar un valor máximo de emisiones inferior al valor certificado;
- c) cualesquiera prescripciones o restricciones aplicables a la unidad LGE o equipo correspondiente que sean necesarias para que la unidad pueda alcanzar un valor máximo de emisiones inferior al valor certificado;
 - d) las prescripciones relativas a mantenimiento, servicio o ajuste con objeto de que la unidad SLGE pueda seguir alcanzando un valor máximo de emisiones inferior al valor certificado. El mantenimiento, el servicio y los ajustes deberían consignarse en el Libro registro LGE;
 - e) medidas correctivas en caso que se supere el valor máximo aplicable del cociente SO_2/CO_2 , o criterios para la descarga del agua de lavado;
 - f) un procedimiento de comprobación que deba utilizarse en los reconocimientos con objeto de garantizar su funcionamiento y que el uso de la unidad se ajusta a lo requerido (véase la sección 4.4);
 - g) variación, en toda la gama de rendimiento, de las características del agua de lavado;
 - h) las prescripciones relativas al proyecto del sistema de agua de lavado; y
 - i) el SECC.

4.2.2.2 La Administración debería aprobar el ETM-A.

4.2.2.3 El ETM-A debería conservarse a bordo del buque en el que se ha instalado la unidad LGE y estar disponible para los reconocimientos según se requiera.

4.2.2.4 La Administración debería aprobar las enmiendas al ETM-A que reflejen los cambios de la unidad LGE que afecten al funcionamiento en lo que respecta a las emisiones en el aire y/o el agua. Cuando la información añadida, suprimida o enmendada en el ETM-A no forme parte del ETM-A aprobado inicialmente, dicha información debería guardarse con el ETM-A y ser considerada como parte de éste.

4.2.3 Reconocimientos en servicio

4.2.3.1 Las unidades LGE deberían estar sujetas al reconocimiento en la instalación y a los reconocimientos iniciales, anuales/intermedios y de renovación por parte de la Administración.

4.2.3.2 De conformidad con la regla 10 del Anexo VI del Convenio MARPOL, las unidades LGE también pueden ser objeto de inspección en el marco de la supervisión por el Estado rector del puerto.

4.2.3.3 Antes de su utilización, la Administración debería expedir, en relación con cada unidad LGE, un SECC.

4.2.3.4 Tras el reconocimiento en la instalación prescrito en 4.2.3.1, se debería cumplimentar debidamente la sección 2.6 del Suplemento del Certificado internacional de prevención de la contaminación atmosférica del buque.

4.3 Límites de las emisiones

4.3.1 Cada unidad LGE debería ser apta para reducir las emisiones y que éstas sean iguales o inferiores al valor certificado en cualquier punto de carga cuando se esté funcionando de conformidad con los criterios que figuran en 4.2.2.1 b), según se especifica en 4.3.2 a 4.3.5 de las presentes directrices, exceptuando lo establecido en el párrafo 4.3.7.

4.3.2 Las unidades LGE instaladas en los motores propulsores principales diésel deberían satisfacer lo prescrito en 4.3.1 en todas las cargas que se encuentren entre el 25 % y el 100 % de toda la gama de carga de dichos motores.

4.3.3 Las unidades LGE instaladas en los motores auxiliares diésel deberían satisfacer lo prescrito en 4.3.1 en todas las cargas que se encuentren entre el 10 % y el 100 % de la gama de carga de dichos motores.

4.3.4 Las unidades LGE instaladas en motores diésel utilizados con fines de propulsión y como motores auxiliares deberían satisfacer lo prescrito en 4.3.3.

4.3.5 Las unidades LGE instaladas en calderas deberían satisfacer lo prescrito en 4.3.1 en todas las cargas que se encuentren entre el 10 % y el 100 % de la gama de carga (régimen de vaporización) o, si el margen de regulación es inferior, por encima de la gama de carga real de las calderas.

4.3.6 A fin de demostrar el rendimiento, deberían medirse las emisiones en cuatro puntos de carga como mínimo, contando con el consentimiento de la Administración. Un punto de carga se situará en el 95-100 % del caudal másico máximo del gas de escape para el que se certificará la unidad. Un punto de carga se situará entre el ± 5 % del caudal másico mínimo del gas de escape para el que se certificará la unidad. Los dos puntos de carga restantes se espaciarán por igual entre los caudales másicos máximo y mínimo del gas de escape. Cuando existan discontinuidades en el funcionamiento del sistema, debería aumentarse el número de puntos de carga, con el consentimiento por parte de la Administración, de modo que se demuestre que se conserva el funcionamiento requerido en la gama establecida de caudal másico del gas de escape. Deberían someterse a prueba más puntos de carga intermedios en caso de que se tengan indicios de que una cresta de emisiones se encuentra por debajo del caudal másico máximo y por encima, si procede, del caudal másico mínimo del gas de escape. Estos ensayos complementarios deberían repetirse el número de veces suficiente para establecer el valor de cresta de las emisiones.

4.3.7 En el caso de cargas inferiores a las especificadas en 4.3.2 a 4.3.5, la unidad LGE debería seguir funcionando. En los casos en los que pueda ser necesario que el equipo de combustión de fueloil funcione en condiciones de marcha en vacío, la concentración de las emisiones de SO₂ (ppm) en la concentración normalizada de O₂ (15,0 % para motores diésel y 3,0 % para calderas) no debería superar las 50 ppm.

4.4 Procedimientos para demostrar el cumplimiento del límite de emisiones a bordo

4.4.1 En el ETM-A de cada unidad LGE debería incluirse un procedimiento de verificación para su utilización en los reconocimientos según se necesite. Este procedimiento no debería exigir equipo especializado ni un conocimiento profundo del sistema. Cuando se necesiten dispositivos concretos, éstos se deberían proveer y mantener como si formaran parte del sistema. El proyecto de la unidad LGE debería facilitar las inspecciones que sean necesarias. Este procedimiento de verificación se basa en que si todos los componentes importantes y los valores de funcionamiento o configuraciones se ajustan a lo aprobado, entonces el funcionamiento del sistema LGE se ajusta a lo prescrito y no será necesario realizar mediciones de las emisiones reales de los gases de escape. También es necesario garantizar que la unidad LGE esté acoplada a un elemento del equipo de combustión de fueloil para el que esté regulada (esto forma parte del SECP). A este fin, la Administración aceptará un expediente técnico relacionado con un Certificado EIAPP, de disponerse de él, o una declaración de gases de escape expedida por el fabricante o el proyectista de la caldera u otra parte competente o una declaración de gases de combustión expedida por el fabricante o el proyectista de la caldera u otra parte competente.

4.4.2 Todos los componentes y valores de funcionamiento o configuraciones que puedan repercutir en el funcionamiento de la unidad LGE y en su aptitud para ajustarse al valor certificado deberían estar incluidos en el procedimiento de verificación.

4.4.3 El procedimiento de verificación debería ser presentado por el fabricante del sistema LGE y aprobado por la Administración.

4.4.4 El procedimiento de verificación debería abarcar una comprobación de la documentación así como una comprobación física de la unidad LGE.

4.4.5 El inspector debería verificar que cada unidad LGE ha sido instalada de conformidad con el ETM-A y dispone de un SECC, según corresponda.

4.4.6 A discreción de la Administración, el inspector debería tener la posibilidad de comprobar alguno de los componentes, valores de funcionamiento o configuraciones identificados, o todos ellos. Cuando exista más de una unidad LGE, la Administración puede, a criterio propio, abreviar o reducir la extensión del reconocimiento a bordo. No obstante, debería realizarse un reconocimiento completo para, al menos, una unidad LGE de cada tipo que exista a bordo, siempre y cuando se espere que las otras unidades LGE funcionen de forma idéntica.

4.4.7 En las unidades LGE deberían incluirse los medios para llevar un registro automático de cuándo se está utilizando el sistema. Dichos medios deberían registrar, al menos con la frecuencia estipulada en el párrafo 5.4.2, como mínimo, la presión del agua de lavado y el caudal en la conexión de entrada de la unidad LGE, la alcalinidad del agua de lavado en las conexiones de entrada y salida de la unidad LGE, la presión del gas de escape antes, y asimismo la caída en la presión en toda la unidad LGE, la carga del equipo de combustión de fueloil y la temperatura de los gases de escape antes y después de pasar por la unidad LGE. El sistema registrador de datos debería cumplir las prescripciones que figuran en las secciones 7 y 8. En el caso de una unidad que consuma productos químicos a una frecuencia conocida, como se documenta en el ETM-A, la anotación de dicho consumo en el Libro registro LGE también responde a este objetivo.

4.4.8 En el Plan A, si no está instalado un sistema de vigilancia continua, se recomienda que se realice una comprobación aleatoria diaria de la calidad de los gases de escape en términos de la relación SO_2 (ppm)/ CO_2 (%) para comprobar el cumplimiento, junto con las comprobaciones de parámetros estipuladas en 4.4.7. Si dicho sistema está instalado, sólo se necesita una comprobación aleatoria diaria de los parámetros enumerados en 4.4.7 para verificar el funcionamiento correcto de la unidad LGE.

4.4.9 Si el fabricante de la unidad LGE no puede garantizar que la unidad cumplirá el valor certificado o uno inferior entre los reconocimientos mediante el procedimiento de verificación estipulado en 4.4.1, o si esto requiere equipo especializado o conocimientos detallados, se recomienda utilizar la vigilancia continua de los gases de escape de cada unidad LGE, en el marco del Plan B, para garantizar el cumplimiento de lo estipulado en las reglas 14.1 y/o 14.4.

4.4.10 El propietario del buque debería mantener un Libro registro LGE en el que queden registrados el mantenimiento y el servicio de la unidad, incluidas las sustituciones de piezas. El formulario correspondiente debería ser presentado por el fabricante del sistema LGE y ser aprobado por la Administración. Este Libro registro LGE debería estar disponible en el momento de los reconocimientos según se requiera, y poder consultarse junto con los diarios de máquinas y demás datos que resulten necesarios para confirmar que la unidad LGE funciona correctamente. Como alternativa, esta información debería introducirse en el Sistema de registro de mantenimiento planificado del buque que apruebe la Administración.

5 PLAN B – APROBACIÓN, RECONOCIMIENTO Y CERTIFICACIÓN DEL SISTEMA LGE MEDIANTE LA VIGILANCIA CONTINUA DE LAS EMISIONES DE SO_x

5.1 Generalidades

El presente Plan debería utilizarse para demostrar que las emisiones procedentes de una unidad de combustión de fueloil equipada con un sistema LGE presentarán, con dicho sistema funcionando, el valor de emisión prescrito (es decir, el que figura en el SECP) o uno inferior en

cualquier punto de carga, incluida la fase de transición, de conformidad con lo dispuesto en las reglas 14.1 y/o 14.4 del Anexo VI del Convenio MARPOL.

5.2 Aprobación

Cumplimiento demostrado durante el servicio mediante vigilancia continua de los gases de escape. El sistema de vigilancia debería ser aprobado por la Administración, y ésta debería poder disponer de los resultados de la vigilancia cuando sea necesario para demostrar el cumplimiento prescrito.

5.3 Reconocimiento y certificación

5.3.1 El sistema de vigilancia del sistema LGE debería estar sujeto al reconocimiento en la instalación y a los reconocimientos iniciales, anuales/intermedios y de renovación por parte de la Administración.

5.3.2 De conformidad con la regla 10 del Anexo VI del Convenio MARPOL, los sistemas de vigilancia de las unidades LGE también pueden ser objeto de inspección en el marco de la supervisión por el Estado rector del puerto.

5.3.3 En los casos en que se instale un sistema LGE, debería cumplimentarse debidamente la sección 2.6 del Suplemento del Certificado internacional de prevención de la contaminación atmosférica del buque.

5.4 Cálculo del régimen de emisiones

5.4.1 La composición de los gases de escape en términos de SO₂ (ppm)/CO₂ (%) debería medirse en un lugar adecuado que se encuentre después de la unidad LGE y esa medición debería ajustarse a lo prescrito en la sección 6, según proceda.

5.4.2 Las concentraciones de SO₂ (ppm) y CO₂ (%) deben vigilarse en todo momento y se introducirán en un dispositivo de registro y procesamiento de datos a una frecuencia no inferior a 0,0035 Hz.

5.4.3 Si se utiliza más de un analizador para determinar el cociente SO₂/CO₂, deberían ajustarse para que tengan tiempos de muestreo y de medición similares, y los datos alinearse de modo que el cociente SO₂/CO₂ sea plenamente representativo de la composición de los gases de escape.

5.5 Procedimientos para demostrar el cumplimiento del límite de emisiones a bordo

5.5.1 El sistema registrador de datos debería cumplir las prescripciones que figuran en las secciones 7 y 8.

5.5.2 Las comprobaciones aleatorias diarias de los parámetros enumerados en 4.4.7 son necesarias para verificar el funcionamiento correcto de la unidad LGE y deberían consignarse en el Libro registro LGE o en el sistema de registro de la sala de máquinas.

5.6 Manual técnico relativo al sistema LGE – "Plan B" (ETM-B)

5.6.1 Cada unidad LGE debería disponer de un ETM-B facilitado por el fabricante en el que, como mínimo, figure la información siguiente:

- a) la identificación de la unidad (fabricante, modelo/tipo, número de serie y demás datos que se necesiten), incluida una descripción de dicha unidad y todos los sistemas auxiliares necesarios;
- b) los límites de funcionamiento, o la banda de valores de funcionamiento, para los que se haya certificado la unidad, y que, como mínimo, deberían incluir:
 - i) los caudales máxicos máximo y, si procede, mínimo del gas de escape;
 - ii) la potencia, el tipo y demás parámetros pertinentes de la unidad de combustión de fueloil para la que se instalará la unidad LGE. En el caso de las calderas también se debería facilitar la relación máxima aire/combustible al 100 % de carga. En el caso de los motores diésel, se indicará si se trata de un motor de dos o de cuatro tiempos;
 - iii) los valores máximo y mínimo del caudal de agua de lavado, las presiones de entrada y la alcalinidad mínima del agua de entrada (ISO 9963-1-2);
 - iv) las gamas de la temperatura de entrada del gas de escape y las temperaturas máxima y mínima de salida del gas con la unidad LGE en funcionamiento;
 - v) las gamas de la presión de entrada y de salida del gas de escape y la presión máxima de entrada del gas con la unidad de combustión del fueloil en funcionamiento a régimen máximo continuo o al 80 % de la potencia, según proceda;
 - vi) los niveles de salinidad o los elementos de agua dulce necesarios para proporcionar agentes neutralizadores adecuados; y
 - vii) otros parámetros relativos al funcionamiento de la unidad LGE;
- c) cualesquiera prescripciones o restricciones aplicables a la unidad LGE o equipo correspondiente;
- d) medidas correctivas en caso que se supere el valor máximo aplicable del cociente SO_2/CO_2 , o criterios para la descarga del agua de lavado;
- e) variación, en toda la gama de rendimiento, de las características del agua de lavado;
- f) las prescripciones relativas al proyecto del sistema de agua de lavado.

5.6.2 La Administración debería aprobar el ETM-B.

5.6.3 El ETM-B debería conservarse a bordo del buque en el que se ha instalado la unidad LGE y estar disponible para los reconocimientos según se requiera.

5.6.4 La Administración debería aprobar las enmiendas al ETM-B que reflejen los cambios de la unidad LGE que afecten al funcionamiento en lo que respecta a las emisiones en el aire y/o el agua. Cuando la información añadida, suprimida o enmendada en el ETM-B no forme parte del ETM-B aprobado inicialmente, dicha información debería guardarse con el ETM-B y ser considerada como parte de éste.

6 ENSAYOS RELATIVOS A LAS EMISIONES

6.1 Los ensayos relativos a las emisiones deberían ajustarse a lo prescrito en el capítulo 5 del Código Técnico sobre los NO_x 2008 y apéndices correspondientes, salvo lo previsto en las presentes directrices.

6.2 Debería medirse el CO₂ en seco utilizando un analizador infrarrojo no dispersivo (NDIR). Debería medirse el SO₂, en seco o húmedo, utilizando analizadores infrarrojos no dispersivos (NDIR) o analizadores ultravioleta no dispersivos (NDUV) y con equipo complementario, como por ejemplo secadores, según se necesite. Se pueden aceptar otros sistemas o analizadores si con ellos se obtienen resultados mejores o equivalentes a los del equipo mencionado, a condición de que los apruebe la Administración.

6.3 El analizador debería funcionar conforme a las prescripciones de las secciones 1.6 a 1.10 del apéndice III del Código Técnico sobre los NO_x 2008.

6.4 La muestra de gas de escape para el SO₂ debería obtenerse a partir de un punto de muestreo representativo en el efluente de la unidad LGE.

6.5 El SO₂ y el CO₂ deberían determinarse utilizando sistemas de muestras in situ o de muestras extractivas.

6.6 La muestra extractiva del gas de escape para la determinación del SO₂ debería mantenerse a una temperatura suficiente con objeto de evitar la condensación de agua en el sistema de muestreo y, por tanto, la pérdida de SO₂.

6.7 Si la muestra extractiva del gas de escape para la determinación del SO₂ debe secarse antes del análisis, habría que hacerlo de tal forma que no dé lugar a la pérdida de SO₂ en la muestra analizada.

6.8 Cuando se mide el SO₂ in situ, también habrá de determinarse el contenido de agua en la corriente del gas de escape en ese punto para ajustar la lectura del SO₂ a un valor correspondiente a la base seca.

6.9 En casos justificados en los que la unidad LGE reduzca la concentración de CO₂, ésta podrá medirse en la entrada de la unidad LGE, siempre que pueda demostrarse claramente que tal método es correcto.

7 DISPOSITIVO DE REGISTRO Y PROCESAMIENTO DE DATOS

7.1 El dispositivo de registro y procesamiento de datos debería ser resistente, estar proyectado a prueba de manipulaciones indebidas y tener solamente capacidad de lectura.

7.2 El dispositivo de registro y procesamiento debería registrar los datos que se exigen en 4.4.7, 5.4.2 y 10.3, tomando como referencia el tiempo universal coordinado (UTC) y la situación del buque mediante el sistema mundial de navegación por satélite (SMNS).

7.3 El dispositivo de registro y procesamiento debería ser capaz de elaborar informes en periodos de tiempo concretos.

7.4 Los datos deberían conservarse durante, al menos, 18 meses a partir de la fecha del registro. Si se ha cambiado el sistema en ese periodo de tiempo, el propietario del buque debería garantizar que se conservan a bordo los datos prescritos y que se puede disponer de ellos cuando se necesiten.

7.5 El dispositivo debería ser capaz de descargar una copia de los datos registrados y de los informes en un formato que resulte fácil de utilizar. Dicha copia de datos e informes debería encontrarse disponible para la Administración o la autoridad del Estado rector del puerto cuando así lo soliciten.

8 MANUAL DE VIGILANCIA DE A BORDO (OMM)

8.1 La elaboración del OMM debería abarcar la unidad LGE instalada junto con el equipo de combustión de fueloil que tengan que ser identificados y para los cuales haya que demostrar el cumplimiento.

8.2 En el OMM se deberían incluir, como mínimo, los siguientes aspectos:

- a) los sensores que han de utilizarse para evaluar el rendimiento del sistema LGE y la vigilancia del agua de lavado, así como las prescripciones relativas a su servicio, mantenimiento y calibración;
- b) los puestos desde donde se realizarán las mediciones de las emisiones de los gases de escape y la vigilancia del agua de lavado, junto con los datos relativos a todos los servicios auxiliares que resulten necesarios, como por ejemplo líneas de trasvase de muestras y unidades de tratamiento de muestras, además de todas las prescripciones que guarden relación con el servicio y el mantenimiento;
- c) los analizadores que vayan a ser utilizados, así como las prescripciones relativas a su servicio, mantenimiento y calibración;
- d) los procedimientos de calibrado y de calibración de fondo de escala del analizador; y
- e) otros datos o información pertinentes para el correcto funcionamiento del sistema de vigilancia o su utilización con el fin de demostrar el cumplimiento.

8.3 El OMM debería indicar cómo se llevará a cabo el reconocimiento del sistema de vigilancia.

8.4 La Administración debería aprobar el OMM.

9 CUMPLIMIENTO POR EL BUQUE

9.1 Plan de cumplimiento de las emisiones de SO_x (SECP)

9.1.1 Con objeto de cumplir lo prescrito en las reglas 14.1 y 14.4 del Anexo VI del Convenio MARPOL, todos los buques que vayan a utilizar una unidad LGE, en parte o en su totalidad, deberían contar con un SECP aprobado por la Administración.

9.1.2 En el SECP se debería enumerar cada elemento del equipo de combustión de fueloil que tenga que ajustarse a las prescripciones para funcionar de conformidad con las prescripciones de las reglas 14.1 y/o 14.4.

9.1.3 De acuerdo con el Plan A, el SECP debería presentar datos de vigilancia continua que demuestren que los parámetros de 4.4.7 se mantienen dentro de los límites de las especificaciones recomendadas por el fabricante. Con el Plan B, esto se demostraría utilizando registros diarios de parámetros clave.

9.1.4 De acuerdo con el Plan B, el SECP debería detallar cómo la vigilancia continua de las emisiones de los gases de escape demostrará que el cociente total SO₂ (ppm)/CO₂ (%) del buque es equiparable a lo establecido en las reglas 14.1 y/o 14.4 o a un valor inferior, como el prescrito en el párrafo 1.3. Con el Plan A, esto se demostraría utilizando registros diarios de las emisiones de los gases de escape.

9.1.5 Puede que existan equipos, como por ejemplo motores o calderas pequeños, en los que no resultaría práctico instalar unidades LGE, especialmente cuando dichos equipos estén ubicados a cierta distancia de los espacios de máquinas principales. En el SECP deberían enumerarse todas esas unidades de combustión de fueloil. En el caso de todas las unidades de combustión de fueloil que no estén equipadas con una unidad LGE, el cumplimiento podrá conseguirse mediante las reglas 14.1 y/o 14.4 del Anexo VI del Convenio MARPOL.

9.2 Demostración del cumplimiento

9.2.1 Plan A

9.2.1.1 El SECP no debería reproducir sino hacer referencia al ETM-A, al Libro registro LGE o el sistema de registro de la sala de máquinas y al OMM especificados en el Plan A. Cabe señalar que, como alternativa, los registros de mantenimiento pueden consignarse en el Sistema de registro de mantenimiento planificado del buque, según lo autorice la Administración.

9.2.1.2 Para todos los equipos de combustión de fueloil mencionados en 9.1.1, se deberían aportar datos que demuestren que se cumplen los índices y las restricciones aplicables a la unidad LGE aprobada, como se señala en 4.2.2.1 b).

9.2.1.3 Los parámetros necesarios deberían vigilarse y quedar registrados como se prescribe en 4.4.7 mientras el buque se encuentre en una ECA, con objeto de demostrar el cumplimiento.

9.2.2 Plan B

9.2.2.1 El SECP no debería reproducir sino hacer referencia al ETM-B, al Libro registro LGE o el sistema de registro de la sala de máquinas y al OMM especificados en el Plan B.

10 AGUA DE LAVADO

10.1 Criterios de descarga del agua de lavado¹

10.1.1 Cuando el sistema LGE se utilice en puertos o estuarios, la vigilancia y el registro del agua de lavado deberían ser continuos. Se debería hacer una vigilancia y registro de los valores de pH, PAH, turbidez y temperatura. El equipo de vigilancia y registro continuo debería estar en funcionamiento siempre que esté activado el sistema LGE, salvo durante breves periodos de mantenimiento y limpieza del equipo. El agua de lavado debería cumplir los límites siguientes:

10.1.2 Criterios aplicables al pH

10.1.2.1 El pH del agua de lavado debería cumplir una de las siguientes prescripciones, la cual habría que consignar en el ETM-A o ETM-B, según proceda:

- i) El pH del agua de lavado no debería ser inferior a 6,5 al descargarse en el mar con la excepción de que, durante maniobras y en tránsito, se permita una diferencia máxima de 2 unidades entre el pH de entrada y el de salida.
- ii) Al poner en servicio la(s) unidad(es) tras instalarlas, se debería medir la pluma que forma el agua de lavado descargada desde fuera del buque (estacionario en el puerto) y se registrará el pH del agua descargada en el punto de medición del buque cuando el pH en la pluma, a 4 metros del punto de descarga, sea de 6,5 o superior. El pH del agua de descarga que alcance un valor mínimo de 6,5 será el límite de pH del agua descargada en el mar que se consigne en el ETM-A o ETM-B.

10.1.3 Hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAH)

10.1.3.1 La concentración de PAH en el agua de lavado debería cumplir las siguientes prescripciones. Se debería especificar el límite apropiado en el ETM-A o en el ETM-B.

10.1.3.2 La concentración máxima continua de PAH en el agua de lavado no debería ser superior a 50 µg/L de PAH_{phe} (fenantreno equivalente) por encima de la concentración de PAH del agua de entrada. A los efectos del presente criterio, la concentración de PAH en el agua de lavado debería medirse en el efluente del equipo de tratamiento del agua, pero antes de la dilución del agua de lavado o de otra unidad de dosificación de reactivos que pueda utilizarse previamente a la descarga.

¹ Los criterios de descarga del agua de lavado deberían revisarse en el futuro, cuando se disponga de más datos sobre el contenido de la descarga y sus efectos, teniendo en cuenta el asesoramiento del GESAMP.

10.1.3.3 El límite de 50 µg/L indicado *supra* es el normalizado para un caudal de agua de lavado a través de la unidad LGE de 45 t/MWh, donde MW hace referencia al régimen continuo máximo (MCR) o el 80 % de la potencia de la unidad de combustión de fueloil. Dicho límite debería ajustarse al alza para caudales de agua de lavado inferiores por MWh, y viceversa, de conformidad con el cuadro que figura a continuación.

Caudal (t/MWh)	Límite de la concentración de la descarga (µg/L de PAH_{phe} equivalente)	Tecnología de medición
0 – 1	2 250	Luz ultravioleta
2,5	900	Luz ultravioleta
5	450	Fluorescencia*
11,25	200	Fluorescencia
22,5	100	Fluorescencia
45	50	Fluorescencia
90	25	Fluorescencia

10.1.3.4 Durante un intervalo de 15 minutos en un periodo cualquiera de 12 horas, el límite de concentración continua de PAH_{phe} podrá superar el límite indicado *supra* en hasta un 100 %. Esto permitiría una puesta en marcha anómala de la unidad LGE.

10.1.4 Turbidez/partículas en suspensión

10.1.4.1 La turbidez del agua de lavado debería cumplir las siguientes prescripciones. El límite debería consignarse en el ETM-A o en el ETM-B.

10.1.4.2 El sistema de tratamiento del agua de lavado debería proyectarse para reducir al mínimo las partículas en suspensión, incluidos los metales pesados y las cenizas.

10.1.4.3 La turbidez continua máxima del agua de lavado no debería superar la turbidez del agua de admisión en más de 25 FNU (unidades nefelométricas de formacina) o 25 NTU (unidades nefelométricas de turbidez) u otras unidades equivalentes. No obstante, durante periodos de alta turbidez del agua de admisión, la precisión del dispositivo medidor y el lapso que media entre la medición en la entrada y la medición en la salida son tales que no es fiable utilizar un límite de diferencias. En consecuencia, todos los valores de diferencia de turbidez obtenidos deberían tomarse en forma de promedio ajustado para periodos de 15 minutos, hasta un máximo de 25 FNU. A los efectos del presente criterio, la turbidez del agua de lavado debería medirse en el efluente del equipo de tratamiento del agua, pero antes de la dilución del agua de lavado (o de la dosificación de otro reactivo), previamente a la descarga.

10.1.4.4 Durante un intervalo de 15 minutos en un periodo cualquiera de 12 horas podrá superarse el límite de turbidez continua de la descarga en más del 20 %.

* Para caudales superiores a 2,5 t/MWh se debe utilizar tecnología fluorescente.

10.1.5 Nitratos

10.1.5.1 El sistema de tratamiento del agua de lavado debería impedir la descarga de nitratos que no sea la vinculada a una eliminación del 12 % de los NO_x de los gases de escape o la concentración normalizada de 60 mg/l para un índice de descarga del agua de lavado de 45 toneladas/MWh, si este valor es superior.

10.1.5.2 En cada reconocimiento de renovación se deberá disponer de datos de descarga de nitratos en relación con la descarga de muestras extraídas de cada sistema LGE durante los tres meses previos al reconocimiento. Sin embargo, la Administración podrá exigir la extracción y análisis de una muestra adicional a discreción. Los datos de descarga de nitratos y el certificado de análisis deberán mantenerse a bordo del buque como parte del Libro registro LGE y ponerse a disposición durante las inspecciones prescritas por el Estado rector del puerto u otras Partes. En el ETM-A o el ETM-B, según proceda, se deberían incluir las prescripciones relacionadas con el muestreo, el almacenamiento, el manejo y el análisis. Para lograr una evaluación de regímenes comparables de descarga de nitratos, los procedimientos de muestreo deberían tener en cuenta lo dispuesto en el párrafo 10.1.5.1, que estipula la necesidad de normalización del flujo del agua de lavado. Los métodos de prueba para el análisis de los nitratos deberían seguir el análisis normalizado para el agua de mar descrito en Grasshoff *et al.*

10.1.5.3 En todos los sistemas deberían hacerse pruebas para la detección de nitratos en el agua de lavado. Si las cantidades de nitratos están habitualmente por encima del 80 % del límite superior, deberían registrarse en el ETM-A o en el ETM-B.

10.1.6 Aditivos y otras sustancias en el agua de lavado

10.1.6.1 En el caso de las tecnologías LGE que utilizan sustancias activas o preparados, o que producen sustancias químicas pertinentes in situ, se ha de efectuar una evaluación del agua de lavado. Esta evaluación podría tener en cuenta las directrices pertinentes, como la resolución MEPC.126(53) "Procedimiento para la aprobación de sistemas de gestión del agua de lastre en los que se utilicen sustancias activas (D9)", y, de ser necesario, deberían definirse otros criterios para la descarga del agua de lavado.

10.2 Vigilancia del agua de lavado

10.2.1 El pH, el contenido de hidrocarburo (medido con arreglo a los niveles de PAH) y la turbidez deberían vigilarse y quedar registrados continuamente, tal como se recomienda en la sección 7 de las presentes directrices. El equipo de vigilancia tendría que cumplir también los criterios de funcionamiento que se indican *infra*:

pH

10.2.2 El electrodo de pH y el medidor de pH deberían tener una resolución de 0,1 unidades de pH y compensación de temperatura. El electrodo debería cumplir las prescripciones que figuran en la norma BS 2586 u otras relativas a un funcionamiento equivalente o mejor, y el medidor debería cumplir la norma BS EN ISO 60746-2:2003.

PAH

10.2.3 El equipo de vigilancia de los PAH debería poder detectar la presencia de PAH en el agua en concentraciones que, como mínimo, sean el doble del límite de la concentración de descarga estipulada en el cuadro *supra*. Debería demostrarse que el equipo funciona correctamente y que no experimenta desviaciones superiores al 5 % en el agua de lavado con un grado de turbidez contemplado en la banda operativa de la aplicación.

10.2.4 En las aplicaciones con descargas caracterizadas por caudales inferiores y concentraciones de PAH superiores debería utilizarse la tecnología de vigilancia mediante luz ultravioleta u otra equivalente, dada la fiabilidad de su gama de funcionamiento.

Turbidez

10.2.5 El equipo de vigilancia de la turbidez debería cumplir las prescripciones que figuran en la norma ISO 7027:1999 o USEPA 180.1.

10.3 Registro de datos sobre la vigilancia del agua de lavado

10.3.1 El sistema de registro de datos debería cumplir las prescripciones de las secciones 7 y 8, y en él tendrían que consignarse los valores de pH, PAH y turbidez que se especifican en los criterios sobre el agua de lavado.

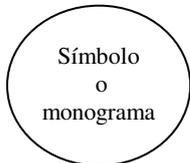
10.4 Residuos del agua de lavado

10.4.1 Los residuos generados por la unidad LGE deberían trasladarse a instalaciones de recepción adecuadas en tierra. Dichos residuos no deberían descargarse en el mar ni incinerarse a bordo.

10.4.2 Todos los buques que tengan instalada una unidad LGE deberían dejar constancia del almacenamiento y la eliminación de los residuos del agua de lavado en un registro LGE en el que se incluya la fecha, la hora y el lugar de dicho almacenamiento y eliminación. El registro LGE podrá incluirse en un registro existente o en un sistema de registro electrónico aprobado por la Administración.

APÉNDICE I

MODELO DE CERTIFICADO DE CUMPLIMIENTO DE LAS EMISIONES DE SO_x



NOMBRE DE LA ADMINISTRACIÓN

CERTIFICADO DE CUMPLIMIENTO DE LAS EMISIONES DE SO_x

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE UNIDAD PARA LOS SISTEMAS DE LIMPIEZA DE LOS GASES DE ESCAPE

Expedido de conformidad con las disposiciones del Protocolo de 1997, enmendado mediante la resolución MEPC.176(58), que enmienda el Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques, 1973, modificado por el Protocolo de 1978, con la autoridad conferida por el Gobierno de:

.....
(nombre oficial completo del país)

por.....
(título oficial completo de la persona u organización competente autorizada en virtud de lo dispuesto en el Convenio)

Se certifica que la unidad del sistema para la limpieza de los gases de escape-SO_x (SLGE-SO_x) que se indica a continuación ha sido objeto de reconocimiento de conformidad con las especificaciones que figuran en el Plan A de las Directrices sobre los sistemas de limpieza de los gases de escape – adoptadas mediante la resolución MEPC.***(**).

El presente certificado sólo es válido para la unidad LGE mencionada a continuación:

Fabricante de la unidad	Modelo/tipo	Número de serie	Número de aprobación de la unidad del sistema LGE y del Manual técnico

Todo buque en el que se haya instalado esta unidad del sistema LGE llevará siempre a bordo una copia del presente certificado y el Manual técnico del sistema LGE.

Este certificado tendrá validez durante toda la vida útil de la unidad del sistema LGE, instalada en los buques sometidos a la autoridad de este Gobierno, a condición de que se realicen los reconocimientos prescritos en la sección 4.2 de las presentes directrices y en la regla 5 del Anexo VI revisado del Convenio MARPOL.

Expedido en.....
(*lugar de expedición del certificado*)

dd/mm/aaaa

.....
(*fecha de expedición*)

.....
(*firma del funcionario debidamente autorizado
que expide el certificado*)

(sello o estampilla de la autoridad, según corresponda)

APÉNDICE II

PRUEBA DEL MÉTODO BASADO EN LA RELACIÓN SO_2/CO_2

1 El método basado en la relación SO_2/CO_2 permite vigilar de forma directa las emisiones de los gases de escape a fin de verificar que respetan los límites relativos a las emisiones establecidos en el cuadro 1 de la sección 1.3 de las presentes directrices. En el caso de los sistemas LGE que absorben CO_2 durante el proceso de limpieza de los gases de escape, es necesario medir el CO_2 antes de dicho proceso y utilizar la concentración de CO_2 antes de la limpieza con la concentración de SO_2 tras la limpieza. En el caso de los sistemas de limpieza tradicionales con bajo contenido de álcalis, prácticamente no se absorbe CO_2 durante la limpieza de los gases de escape, por lo que la vigilancia de ambos gases se puede efectuar después del proceso de limpieza.

2 La correspondencia entre la relación SO_2/CO_2 se puede determinar examinando simplemente los contenidos respectivos de carbono por unidad de masa del destilado y del combustible residual. El contenido de carbono de este grupo de combustibles hidrocarbonados, como porcentaje de la masa, es muy similar, mientras que su contenido de hidrógeno es diferente. Por consiguiente, se puede concluir que para un consumo determinado de carbono por combustión, se consumirá azufre en una cantidad proporcional al contenido de azufre del combustible; es decir, la relación entre el carbono y el azufre es constante, tras su ajuste para tener en cuenta el peso molecular del oxígeno de la combustión.

3 Se había previsto inicialmente utilizar la relación SO_2/CO_2 para verificar que se cumplen las emisiones procedentes de los combustibles de un contenido de 1,5 % de azufre. Se puede demostrar que el límite de 65 ($^1\text{ppm}/\%$) de la relación SO_2/CO_2 corresponde a un contenido del 1,5 % de azufre en el combustible calculando en primer lugar la relación entre la masa del azufre del combustible y la masa de carbono que contiene el combustible, que se indica en el cuadro 1 de este apéndice con respecto a diferentes combustibles y contenidos de azufre en el combustible; se incluye el 1,5 % de azufre tanto para los combustibles destilados como los residuales. Dichos cocientes se utilizaron para calcular las concentraciones correspondientes de SO_2 y CO_2 en los gases de escape, concentraciones que figuran en el cuadro 2 de este apéndice. Los pesos moleculares se tuvieron en cuenta para convertir las fracciones de masa en fracciones molares. Por lo que respecta a los combustibles con un 1,5 % de azufre que figuran en el cuadro 2, la cantidad de CO_2 se establece primero en un 8 % y posteriormente se cambia a un 0,5 % a fin de demostrar que el exceso de aire no produce efecto alguno. Como se esperaba, varía la concentración absoluta de SO_2 , pero no el cociente SO_2/CO_2 . Ello indica que tal cociente es independiente de la proporción combustible-aire. En consecuencia, el cociente SO_2/CO_2 puede utilizarse sin problemas para cualquier punto de funcionamiento, incluidos aquéllos en los que no se produce potencia al freno alguna.

Obsérvese que el cociente SO_2/CO_2 varía ligeramente del combustible destilado al residual. Ello se debe a que los dos tipos de combustible tienen una proporción de átomos de hidrógeno y carbono (H:C) muy diferente. En la figura 1 se ilustra cómo se ven afectados los cocientes SO_2/CO_2 por la proporción H:C con respecto a una amplia selección de proporciones H:C y concentraciones de azufre del combustible. Observando la figura 1 puede concluirse que para niveles de azufre del combustible inferiores al 3,00 %, la diferencia en los cocientes S/C para combustibles destilados y residuales es inferior al 5,0 %.

Si se utilizan combustibles no derivados del petróleo, el cociente SO₂/CO₂ apropiado aplicable a los valores que figuran en las reglas 14.1 y/o 14.4 deberá ser aprobado por la Administración.

Cuadro 1: propiedades de los combustibles destilados y residuales *

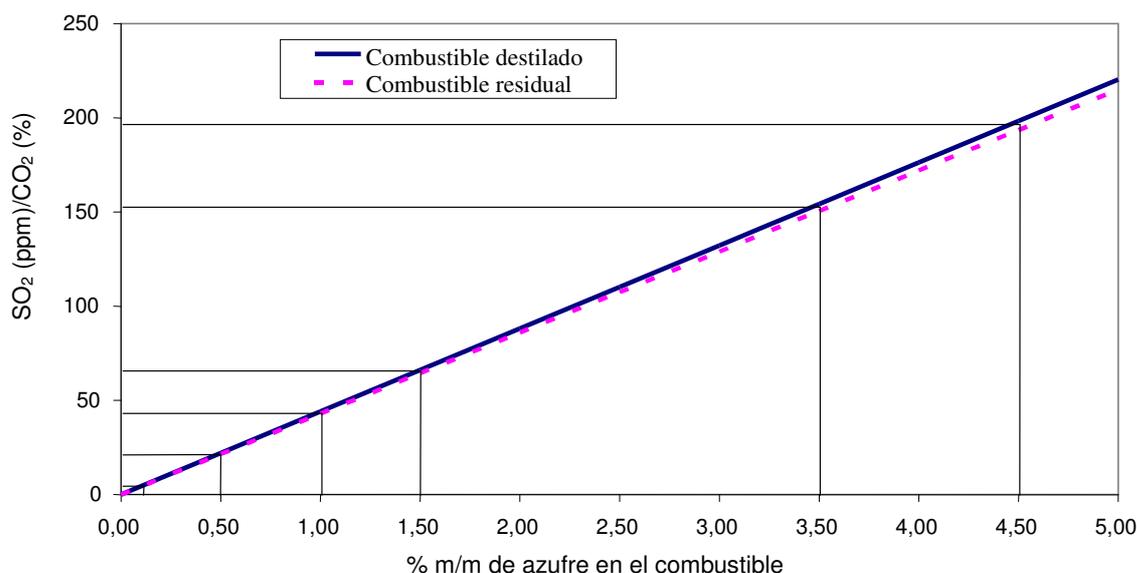
	Carbono	Hidrógeno	Azufre	Otros	C	H	S	S/C del combustible	Exh SO ₂ /CO ₂
Tipo de combustible	%(m/m)	%(m/m)	%(m/m)	%(m/m)	mol/kg	mol/kg	mol/kg	mol/mol	ppm/%(v/v)
Destilado	86,20	13,60	0,17	0,03	71,8333	136	0,0531	0,00074	7,39559
Residual	86,10	10,90	2,70	0,30	71,7500	109	0,8438	0,01176	117,5958
Destilado	85,05	13,42	1,50	0,03	70,8750	134,2	0,4688	0,006614	66,1376
Residual	87,17	11,03	1,50	0,30	72,6417	110,3	0,4688	0,006453	64,5291

* Basado en las propiedades que figuran en las Directrices de la OMI para la vigilancia de los NO_x (resolución MEPC.103(49))

Cuadro 2: Cálculos de las emisiones correspondientes a un contenido del 1,5 % de azufre en el combustible

	CO ₂	SO ₂	SO ₂ /CO ₂ en los gases de escape	S/C en los gases de escape
	%	ppm	ppm/%	g/g
Destilado – 0,17 % de S	8	59,1	7,4	0,00197
Residual – 2,70 % de S	8	939,7	117,5	0,03136
Destilado – 1,5 % de S	8	528,5	66,1	0,01764
Residual – 1,5 % de S	8	515,7	64,5	0,01721
Destilado – 1,5 % de S	0,5	33,0	66,1	0,01764
Residual – 1,5 % de S	0,5	32,2	64,5	0,01721

Cociente SO₂/CO₂ en función de % de azufre en el combustible



4 La correspondencia entre 65 (¹ppm/%) SO₂/CO₂ y el valor de 6,0 g/kWh se revela demostrando que sus cocientes S/C son similares. Ello requiere la hipótesis adicional de un consumo de combustible específico al freno (BSFC) por un valor de 200 g/kWh. Tal valor es un promedio apropiado para los motores diésel marinos. El cálculo se efectúa de la siguiente manera:

Nota 1: En el cuadro de emisiones (cuadro 2), los valores de los cocientes de masa S/C calculados *supra*, basados en 6,0 g/kWh y 200 g/kWh BSFC, se encuentran dentro del 0,10 % de los cocientes de masa S/C. En consecuencia, la correspondencia entre 65¹ (ppm/%) de SO₂/CO₂ y el valor de 6,0 g/kWh es estrecha.

Nota 2: El valor de 6,0 g/kWh, y en consecuencia, el valor de 200 g/kWh de consumo de combustible específico al freno (BSFC) se toma del Anexo VI del Convenio MARPOL, adoptado por la Conferencia MARPOL de 1997.

$$S/C_{\text{combustible}} = \frac{SO_2 \text{ específico al freno} * \left(\frac{MW_S}{MW_{SO_2}} \right)}{BSFC * \left(\frac{\% \text{ de carbono en combustible}}{100} \right)}$$

SO₂ específico al freno = 6,0 g/kWh

MW_S = 32,065 g/mol

MW_{SO₂} = 64,064 g/mol

BSFC = 200 g/kWh

% de carbono en combustible con 1,5 % de S (cuadro 1) = 85,05 % (destilado) y 87,17 % (residual)

$$S/C_{\text{combustible residual}} = \frac{6,0 * \left(\frac{32,065}{64,064} \right)}{200 * \left(\frac{87,17 \%}{100} \right)}$$

S/C_{combustible residual} = 0,01723

$$S/C_{\text{combustible destilado}} = \frac{6,0 * \left(\frac{32,065}{64,064} \right)}{200 * \left(\frac{85,05 \%}{100} \right)}$$

S/C_{combustible destilado} = 0,01765

5 Así pues, las fórmulas de trabajo son las siguientes:

$$\text{Para una combustión completa} = \frac{SO_2 (ppm *)}{CO_2 (\% *)} \leq 65$$

$$\text{Para una combustión incompleta} = \frac{SO_2(\text{ppm}^*)}{CO_2(\% \text{ }^*) + (CO(\text{ppm}^*) / 10\,000) + (THC(\text{ppm}^*) / 10\,000)} \leq 65$$

* **Nota:** Debe efectuarse un muestreo de las concentraciones de gas o convertirlas al mismo contenido de agua residual (por ejemplo, humedad máxima, humedad mínima).

6 A continuación se explican los principios que justifican la utilización del valor de (²ppm/%) SO₂/CO₂ como límite para determinar el cumplimiento de la regla 14.1 ó 14.4:

- a) Dicho límite puede utilizarse para determinar si los quemadores de fueloil que no producen potencia mecánica cumplen tal regla.
- b) El límite puede utilizarse para determinar el cumplimiento en cualquier potencia de salida, incluso con el motor funcionando en vacío.
- c) El límite solamente exige dos mediciones de la concentración de gas en un punto de muestreo.
- d) No es necesario medir parámetro alguno del motor, tales como régimen, par, flujo de gases de escape o flujo de combustible.
- e) Si las dos mediciones de la concentración del gas se efectúan con el mismo contenido de agua residual en la muestra (por ejemplo, humedad máxima, humedad mínima), en el cálculo no es necesario utilizar los factores de conversión de humedad mínima a máxima.
- f) El límite permite separar por completo la eficacia térmica de la unidad de combustión del fueloil de la unidad LGE.
- g) No es necesario conocer las propiedades del combustible.
- h) Dado que solamente se efectúan dos mediciones en un solo punto, los efectos transitorios del motor o de la unidad LGE pueden reducirse al mínimo alineando las señales de sólo estos dos analizadores. (Obsérvese que los puntos más apropiados para la alineación son aquéllos en los que cada analizador responde a un cambio en escalón en las emisiones en la sonda de muestreo por un 50 % del valor en estado estacionario).
- i) Este límite es independiente de la cantidad de gases de escape diluidos. Puede producirse dilución debido a la evaporación de agua en una unidad LGE, y como parte de un sistema de preacondicionamiento del dispositivo de muestreo de los gases de escape.

² ppm significa "partes por millón". Se parte de la hipótesis de que la medición de las ppm se efectúa mediante analizadores de gas utilizando una referencia molar y partiendo de un comportamiento ideal en los gases. En realidad, las unidades correctas desde el punto de vista técnico son los micromoles de sustancia por mol de cantidad total (μmol/mol), pero se utilizan las ppm a fin de mantener la uniformidad con las unidades que aparecen en el Código Técnico sobre los NO_x.

APÉNDICE III

RECOPIACIÓN DE DATOS SOBRE EL AGUA DE LAVADO

Antecedentes

Está previsto que los criterios sobre el agua de lavado sirvan de orientación inicial para poner en práctica los proyectos de los sistemas LGE. Los criterios deberían revisarse en el futuro a medida que se disponga de más datos sobre el contenido de la descarga y sus efectos, teniendo en cuenta el asesoramiento dado por el GESAMP.

Por consiguiente, las Administraciones deberían recopilar los datos pertinentes. A tal efecto, se exige a los propietarios de buques que, junto con el fabricante de sistemas LGE, tomen y analicen muestras de:

- el agua de entrada (como referencia);
- el agua después del lavado (pero antes de cualquier sistema de tratamiento); y
- el agua de descarga.

Dicho muestreo podría llevarse a cabo durante los ensayos de aprobación o poco después del encargo, y a intervalos de aproximadamente doce meses durante un periodo de funcionamiento de dos años (tres muestras como mínimo). La elaboración de orientaciones sobre el muestreo y el análisis de las muestras deberían correr a cargo de laboratorios en los que se utilicen procedimientos de ensayo EPA o ISO para los parámetros siguientes:

- pH
- PAH e hidrocarburos (análisis en profundidad mediante cromatografía de gases y espectrometría de masas)
- Nitrato
- Nitrito
- Cd
- Cu
- Ni
- Pb
- Zn
- As
- Cr
- V

El alcance de los ensayos de laboratorio puede modificarse o mejorarse a la luz de los avances que se produzcan.

Cuando se presenten datos de muestras a la Administración, debería también incluirse información sobre los caudales de descarga del agua de lavado, la dilución de la descarga, si procede, y la potencia del motor, además de las especificaciones del combustible utilizado incluidas en la nota de entrega del combustible, como mínimo.

Se recomienda que los buques que hayan presentado dicha información satisfactoria a juicio de la Administración reciban una exención del cumplimiento por la instalación o instalaciones existentes de posibles normas futuras más estrictas sobre la descarga del agua de lavado. La Administración debería remitir la información presentada sobre esta cuestión a la Organización para que ésta la distribuya mediante los mecanismos apropiados.
