

ANEXO 14

RESOLUCIÓN MEPC.376(80) (adoptada el 7 de julio de 2023)

DIRECTRICES SOBRE LA INTENSIDAD DE LOS GEI EN EL CICLO DE VIDA DE LOS COMBUSTIBLES MARINOS (DIRECTRICES LCA)

EL COMITÉ DE PROTECCIÓN DEL MEDIO MARINO,

RECORDANDO el artículo 38 a) del Convenio constitutivo de la Organización Marítima Internacional, artículo que trata de las funciones del Comité de Protección del Medio Marino (el "Comité") que le confieren los convenios internacionales para la prevención y el control de la contaminación marina por los buques,

RECORDANDO TAMBIÉN que, en su 72º periodo de sesiones, el Comité adoptó la resolución MEPC.304(72): "Estrategia inicial de la OMI sobre la reducción de las emisiones de GEI procedentes de los buques" ("Estrategia inicial de la OMI"),

TOMANDO NOTA de que la Estrategia inicial requiere la elaboración de unas directrices sólidas relativas a la intensidad de carbono/los GEI, que cubran todo el ciclo de vida, para todos los tipos de combustibles, a fin de preparar un programa de implantación con miras a la adopción eficaz de los combustibles alternativos con contenido de carbono bajo o nulo,

TOMANDO NOTA de que, en su 80º periodo de sesiones, el Comité adoptó la resolución MEPC.377(80): "Estrategia de 2023 de la OMI sobre la reducción de las emisiones de GEI procedentes de los buques" ("Estrategia de 2023 de la OMI"), en la que se establecen los niveles de ambición del sector del transporte marítimo internacional para reducir las emisiones de GEI,

TOMANDO NOTA ADEMÁS de que la Estrategia 2023 de la OMI establece que en los niveles de ambición y los puntos de comprobación indicativos deberían tenerse en cuenta las emisiones de GEI de los combustibles marinos del pozo a la estela, tal como se abordan en las Directrices sobre la intensidad de los GEI en el ciclo de vida de los combustibles marinos elaboradas por la Organización,

TOMANDO NOTA ASIMISMO de que la Estrategia 2023 de la OMI establece que en el conjunto de posibles medidas de reducción de los GEI a medio plazo deberían tenerse en cuenta las emisiones de GEI de los combustibles marinos del pozo a la estela, tal como se abordan en las Directrices sobre la intensidad de los GEI en el ciclo de vida de los combustibles marinos elaboradas por la Organización,

HABIENDO EXAMINADO, en su 80º periodo de sesiones, el proyecto de Directrices sobre la intensidad de los GEI en el ciclo de vida de los combustibles marinos (directrices LCA),

1 ADOPTA las Directrices sobre la intensidad de los GEI en el ciclo de vida de los combustibles marinos (Directrices LCA), que figuran en el anexo de la presente resolución;

2 ACUERDA que el Comité debería determinar cualquier aplicación e implicaciones reglamentarias de las Directrices LCA en el proceso de elaboración de disposiciones reglamentarias;

3 PIDE a los Gobiernos Miembros que pongan las directrices anexas en conocimiento de propietarios, armadores, constructores y proyectistas de buques, compañías de energía, productores de combustible, compañías de abastecimiento de combustible, fabricantes de motores y demás partes interesadas;

4 ACUERDA mantener estas directrices sometidas a examen a la luz de la experiencia adquirida con su implantación.

**DIRECTRICES SOBRE LA INTENSIDAD DE LOS GEI EN EL CICLO DE VIDA
DE LOS COMBUSTIBLES MARINOS**

(Directrices LCA)

ÍNDICE

PARTE I: GENERALIDADES

- 1 INTRODUCCIÓN
- 2 ÁMBITO DE APLICACIÓN

PARTE II: METODOLOGÍA

- 3 ENFOQUE GENERAL
- 4 DEL POZO AL TANQUE (WtT)
- 5 DEL TANQUE A LA ESTELA (TtW)
- 6 DEL POZO A LA ESTELA (WtW)
- 7 SOSTENIBILIDAD
- 8 ETIQUETA DEL CICLO DE VIDA DEL COMBUSTIBLE (FLL)

PARTE III: FACTORES DE EMISIÓN POR DEFECTO Y VALORES REALES

- 9 FACTORES DE EMISIÓN POR DEFECTO
- 10 FACTORES REALES DE EMISIÓN

PARTE IV: VERIFICACIÓN Y CERTIFICACIÓN

- 11 ELEMENTOS SUJETOS A VERIFICACIÓN/CERTIFICACIÓN
- 12 IDENTIFICACIÓN DE SISTEMAS/NORMAS DE CERTIFICACIÓN

PARTE V: EXAMEN

- 13 PROCESO DE EXAMEN CONTINUO

**APÉNDICE 1 LISTA DE COMBUSTIBLES JUNTO CON LOS CÓDIGOS DE
TRAYECTORIA DEL COMBUSTIBLE**

**APÉNDICE 2 FACTORES DE EMISIÓN POR DEFECTO POR CÓDIGO DE
TRAYECTORIA DEL COMBUSTIBLE**

APÉNDICE 3 ABREVIATURAS Y GLOSARIO

**APÉNDICE 4 PLANTILLA PARA LA PRESENTACIÓN DEL FACTOR DE EMISIÓN
POR DEFECTO DEL POZO AL TANQUE**

PARTE I: GENERALIDADES

1 INTRODUCCIÓN

1.1 En las presentes directrices se facilitan orientaciones sobre la evaluación de la intensidad de los GEI en el ciclo de vida de todos los combustibles y otros portadores de energía (por ejemplo, la electricidad) utilizados a bordo del buque. Estas directrices tienen por objeto cubrir todo el ciclo de vida del combustible (con unos límites específicos), desde la extracción/cultivo/recuperación de la materia prima, la conversión de la materia prima en un producto combustible, el transporte, así como la distribución/aprovisionamiento y la utilización del combustible a bordo del buque. Asimismo, en estas directrices se especifican aspectos/temas de sostenibilidad en relación con los combustibles marinos y se define una etiqueta del ciclo de vida del combustible (FLL), en la que figura información sobre el tipo de combustible, la materia prima (tipo de materia prima y naturaleza de la misma/fuente de carbono), el proceso de conversión/producción (tipo de proceso y energía utilizada en el proceso), los factores de emisión de GEI, información sobre las mezclas de combustibles y los aspectos/temas de sostenibilidad. En las presentes directrices se establecen los elementos de la FLL sujetos a verificación/certificación y se incluye un procedimiento general sobre el modo en que podrían determinarse el sistema/normas de certificación.

2 ÁMBITO DE APLICACIÓN

2.1 Las presentes directrices tienen por objeto abordar la intensidad de los gases de efecto invernadero (GEI) del pozo al tanque (WtT), del tanque a la estela (TtW) y del pozo a la estela (WtW) y los aspectos/temas de sostenibilidad relacionados con los combustibles marinos/portadores de energía (por ejemplo, la electricidad para el suministro eléctrico en puerto) utilizados para la propulsión del buque y la generación de energía a bordo. Los GEI pertinentes incluidos son el dióxido de carbono (CO₂), el metano (CH₄) y el óxido nitroso (N₂O). Las presentes directrices no pretenden proporcionar orientaciones en relación con un inventario completo de GEI de la OMI para el transporte marítimo internacional. No se incluyen las emisiones procedentes de la carga (por ejemplo, compuestos orgánicos volátiles (COV)), ni el uso de refrigerantes; otros forzadores y precursores climáticos de vida corta, tales como los compuestos orgánicos volátiles distintos del metano, los óxidos de azufre (SO_x), el monóxido de carbono (CO), la materia particulada y el carbono negro tampoco forman parte del ámbito de aplicación de las presentes directrices LCA.

2.2 Los límites del sistema de cálculo de los factores de emisión de GEI del WtW, en el contexto de las presentes directrices, abarcan el ciclo de vida de los combustibles desde su obtención hasta su producción, conversión, transporte, distribución y, finalmente, su utilización a bordo de los buques tomando como base un enfoque atributivo.¹ La posibilidad de ampliar los límites del sistema en el caso de trayectorias específicas en las que la materia prima se aparta del uso o usos presentes se evaluará en función de cada caso.² Por consiguiente, se contabilizarán las emisiones asociadas a las siguientes etapas del ciclo de vida de la cadena de dicho ciclo de vida del combustible:

- .1 extracción/cultivo/adquisición/recuperación de la materia prima;

¹ Evaluación atributiva del ciclo de vida (LCA): LCA que tiene por objeto describir los flujos físicos que afectan al medio ambiente hacia y desde un sistema y sus subsistemas a lo largo de su ciclo de vida; análisis consecuente del ciclo de vida (LCA): LCA que tiene por objeto describir el modo en que cambiarán los flujos que afectan al medio ambiente en respuesta a posibles decisiones. (Finnveden G, Hauschild MZ, Ekvall T, Guinée J, Heijungs R, Hellweg S, y otros "Recent developments in life cycle assessment". *Journal of Environmental Management*. 2009; 91(1): pp.1-21).

² Por ejemplo, para el transporte y almacenamiento de CO₂ capturado.

- .2 procesamiento (temprano)/transformación en la fuente de la materia prima;
- .3 transporte de la materia prima al lugar de conversión;
- .4 conversión de la materia prima en combustible como producto;
- .5 transporte/almacenamiento/entrega/almacenamiento al por menor/aprovisionamiento del combustible como producto; y
- .6 utilización del combustible a bordo del buque.

2.3 De acuerdo con el enfoque atributivo y mediante la utilización de las mejores pruebas científicas disponibles, los cálculos de las emisiones del WtT (es decir, las emisiones relacionadas con la obtención, producción, conversión, transporte y entrega del combustible) se evalúan con independencia del uso final de los combustibles/portadores de energía, y las emisiones del TtW (es decir, las emisiones relacionadas con el uso del combustible) se cuantifican con independencia de las etapas de obtención, producción, conversión, transporte y entrega del combustible/portador de energía. Las emisiones del WtW se obtienen sumando las dos partes, lo cual proporciona el nivel total de emisiones asociado a la producción de combustible y a la utilización de un determinado combustible/portador de energía en un convertidor específico a bordo.

2.4 Las emisiones de GEI se calculan como CO₂-equivalente (CO_{2eq}), utilizando el potencial de calentamiento mundial con un horizonte temporal de 100 años (PCM 100) para convertir las emisiones de otros gases distintos de CO₂, tal como se indica en el Quinto Informe de Evaluación del IPCC,³ para el CO₂, el CH₄ y el N₂O, como se indica a continuación:

$$g_{CO_{2eq}(100y)} = PCM_{CO_2(100y)} \times g_{CO_2} + PCM_{CH_4(100y)} \times g_{CH_4} + PCM_{N_2O(100y)} \times g_{N_2O}$$

(CO₂ 1; CH₄ 28; N₂O 265), de modo que la expresión quedaría así:

$$g_{CO_{2eq}(100y)} = 1 \times g_{CO_2} + 28 \times g_{CH_4} + 265 \times g_{N_2O}$$

Estos valores PCM 100 deberían utilizarse con el fin de cuantificar la intensidad de los GEI de conformidad con las presentes directrices.

A efectos comparativos, puede proporcionarse un cálculo utilizando un potencial de calentamiento mundial con un horizonte de 20 años (PCM 20), como se indica a continuación:

$$g_{CO_{2eq}(20y)} = PCM_{CO_2(20y)} \times g_{CO_2} + PCM_{CH_4(20y)} \times g_{CH_4} + PCM_{N_2O(20y)} \times g_{N_2O}$$

(CO₂ 1; CH₄ 84; N₂O 264), de modo que la expresión quedaría así:

$$g_{CO_{2eq}(20y)} = 1 \times g_{CO_2} + 84 \times g_{CH_4} + 264 \times g_{N_2O}$$

2.5 Las presentes directrices proporcionan:

- .1 los factores de emisión de GEI del WtW basados en una metodología atributiva del ciclo de vida, que reflejan el perfil de los GEI de cada combustible representativo mediante la utilización de los valores del

³ En el contexto de estas directrices se utilizan los valores del potencial de calentamiento mundial que figuran en el Quinto Informe de Evaluación (AR5) del IPCC.

potencial de calentamiento mundial (PCM) con un horizonte temporal de 100 años de los GEI incluidos (CO₂, CH₄ y N₂O);

- .2 los factores de emisión de GEI del WtT (CO₂, CH₄ y N₂O) cuantificados conforme con el enfoque atributivo;
- .3 los factores de emisión de GEI del TtW (CO₂, CH₄ y N₂O); y
- .4 los aspectos/temas de sostenibilidad en relación con los combustibles marinos.

2.6 En las presentes directrices se define una FLL en la que figura información sobre el tipo de combustible, la materia prima utilizada, la trayectoria de producción del combustible, los factores de emisión de GEI, información sobre las mezclas de combustibles y los aspectos/temas de sostenibilidad.

2.7 En la figura siguiente se muestra una cadena de suministro genérica del WtW de un combustible. El aprovisionamiento constituye el último paso de la etapa del WtT antes de que se inicie la etapa del TtW.

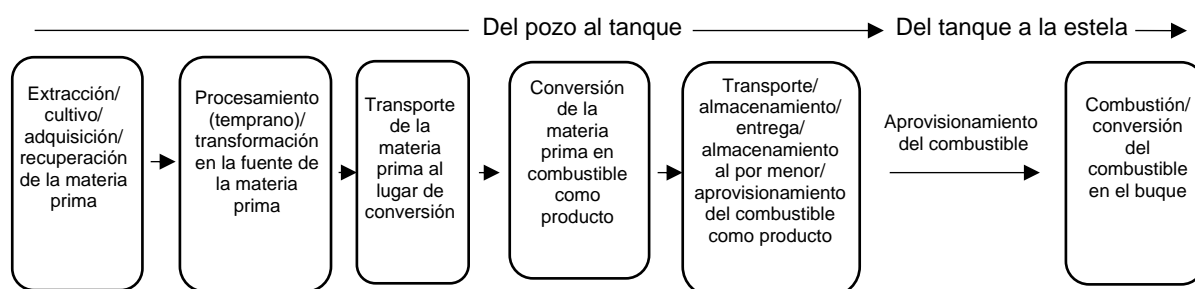


Figura 1: Cadena de suministro genérica del pozo a la estela

2.8 En el apéndice 1 de las presentes directrices figura una lista inicial no exhaustiva de combustibles, en la que se describen los principales combustibles marinos actuales y previstos para el futuro.

PARTE II: METODOLOGÍA

3 ENFOQUE GENERAL

3.1 Un enfoque basado en la evaluación del ciclo de vida (LCA) proporciona una evaluación integral del producto/servicio/sistema del pozo a la estela mediante la utilización de datos específicos de la actividad objeto de examen. La metodología LCA sigue la trayectoria del combustible marino desde la obtención de la materia prima hasta su utilización a bordo del buque y evalúa la intensidad de los GEI en su ciclo de vida. Se trata de un enfoque que, utilizado dentro de los límites de la cuantificación de las emisiones de GEI del WtW, es aplicable en todas las regiones geográficas en las que se producen emisiones y permite cuantificar la intensidad de los GEI en toda la cadena de suministro de combustible/energía.

3.2 Los principios generales y la metodología pueden consultarse en la norma ISO 14044:2006: Gestión ambiental — Análisis del ciclo de vida — Requisitos y directrices. En la norma ISO 14040:2006: Gestión ambiental — Análisis del ciclo de vida — Principios y marco de referencia se establece el marco de la LCA, con miras a cuantificar los efectos ambientales de los productos, procesos y servicios que tienen lugar en la cadena de

suministro. Partiendo de esta base, se puede adaptar una metodología LCA específica para su aplicación a los combustibles marinos.

3.3 Las emisiones del WtT representan las emisiones de GEI resultantes del cultivo o la extracción de las materias primas, la producción y el transporte del combustible hasta el lugar donde se utiliza, incluido el aprovisionamiento.

3.4 Las emisiones del TtW representan las emisiones de GEI resultantes de la utilización del combustible a bordo (por ejemplo, la combustión), incluidas las posibles fugas (emisiones fugitivas y escapes), en los casos que sean pertinentes para la evaluación de los GEI.

3.5 Las emisiones del WtW son la suma de las emisiones del WtT y del TtW y cuantifican las emisiones de GEI de todo el ciclo de vida de un combustible y una trayectoria del combustible determinados, utilizados en un convertidor de energía determinado a bordo.

3.6 El enfoque atributivo tiene en cuenta todos los procesos que tienen lugar en toda la cadena de suministro de las trayectorias de combustible/portadores de energía, lo cual hace posible que se cuantifiquen las contribuciones por segmento a la intensidad total de GEI del producto final de combustible/energía utilizado a bordo de un buque. La ampliación de los límites del sistema en el caso de trayectorias específicas, en las que la materia prima o los productos intermedios se aparten del uso o usos existentes, podrá considerarse en función de cada caso.

3.7 En cuanto a la ampliación de los límites del sistema, con elementos consecuentes como el cambio de uso del suelo indirecto (ILUC), las preocupaciones manifestadas acerca de las incertidumbres y el riesgo de arbitrariedad indican que las materias primas que tienen un ILUC asociado deberían evaluarse únicamente mediante un enfoque basado en el riesgo, en el marco de los aspectos/temas de sostenibilidad, como parte de las presentes directrices.

3.8 En los casos en que a partir de un proceso de conversión se obtenga más de un producto, las emisiones relacionadas con la producción de combustible deberían asignarse entre el producto principal y los coproductos. Dentro de estos procesos de conversión, las emisiones se asignan utilizando su contenido energético, el denominado enfoque de "asignación de energía". En los casos en que la asignación de los coproductos no pueda realizarse sobre la base de su contenido energético (por ejemplo, el oxígeno resultante de la electrólisis del agua para la producción de H₂), podrían considerarse otros métodos, en función de cada caso, tales como la asignación de masa o la asignación de ingresos de mercado (también conocida como "asignación económica").

3.9 Por *coproducto* se entiende un resultado de un proceso de producción, que tiene valor económico y una oferta elástica (entendida como la existencia de una prueba clara del vínculo causal entre el valor de mercado de la materia prima y la cantidad de materia prima que puede producirse).

3.10 Esta definición también se aplica en los casos en que la materia prima utilizada para producir combustibles es un desecho (sin valor económico) o un residuo (cuya producción es inevitable y que tiene un valor económico insignificante y requiere un procesamiento posterior para su utilización en el proceso de conversión principal). En caso de que la materia prima sea un desecho, un residuo o un producto derivado, las emisiones consideradas del WtT comienzan en el punto de recogida de la materia prima hasta el lugar donde se utiliza el producto final utilizado como combustible/energía.

3.11 De acuerdo con las "Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero" (en adelante, "las Directrices del IPCC"),⁴ todo carbono presente en el combustible derivado de la biomasa debería notificarse con carácter informativo y no incluirse en los totales sectoriales o nacionales a fin de evitar que se contabilice por partida doble, dado que las emisiones netas procedentes de la biomasa ya se contabilizan en el sector de la agricultura, la silvicultura y otros usos de la tierra (AFOLU) en el ámbito nacional.

3.12 El ámbito de aplicación de las Directrices LCA de la OMI no tiene efectos en las Directrices del IPCC ni las modifica. De acuerdo con las Directrices del IPCC, la navegación marítima internacional (consumo internacional de combustibles) se incluye en el grupo "Combustión móvil" dentro del sector de la energía, pero las emisiones procedentes del combustible utilizado por los buques en el transporte internacional no deberían incluirse en los totales nacionales de los inventarios nacionales de los GEI.

3.13 Una remesa de combustible puede ser una mezcla de combustibles producidos a partir de diversas fuentes y materias primas (por ejemplo, mezclando un 20 % de biodiésel con gasoil para usos marinos fósil) y/o a través de diferentes trayectorias de producción. El cálculo debería realizarse mediante la utilización de las medias ponderadas de la energía de los distintos componentes del combustible. En la FLL debería figurar la información pertinente en relación con cada componente. Los combustibles mezclados deberían incluirse en los sistemas de certificación y los factores pertinentes de emisión de GEI por defecto o reales (g CO₂/MJ) deberían determinarse de manera proporcional a la energía que aporta cada combustible que forma parte de la mezcla.

4 DEL POZO AL TANQUE (WtT)

4.1 La trayectoria de cada combustible marino pertinente debería describirse con claridad y las emisiones de GEI deberían calcularse durante cada etapa de la trayectoria del combustible. En las emisiones específicas de GEI de una trayectoria concreta de un combustible no convencional y no fósil podrán tenerse en cuenta diferentes características entre distintas regiones geográficas, en las que tiene lugar la producción y/o conversión de la materia prima, según proceda.

4.2 Cualquier otra referencia recogida en el presente documento a una "trayectoria del combustible" debería entenderse que incluye la estructura de la materia prima (el denominado dúo compuesto de naturaleza/fuente de carbono y tipo de materia prima) y el proceso de producción o conversión (teniendo presente que un mismo dúo de materia prima y tipo de combustible puede tener un proceso de producción o conversión diferente).

4.3 El objetivo de la metodología del WtT es cuantificar y evaluar la intensidad de los GEI de la producción de combustible, incluidas todas las etapas mencionadas en la figura 2. La materia prima de carbono y la trayectoria de producción de un combustible deberían identificarse con el fin de aplicar la metodología e incluirse en la FLL. En la figura 2 se presentan las etapas de producción que deberían incluirse en la metodología del WtT.

⁴ Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero.

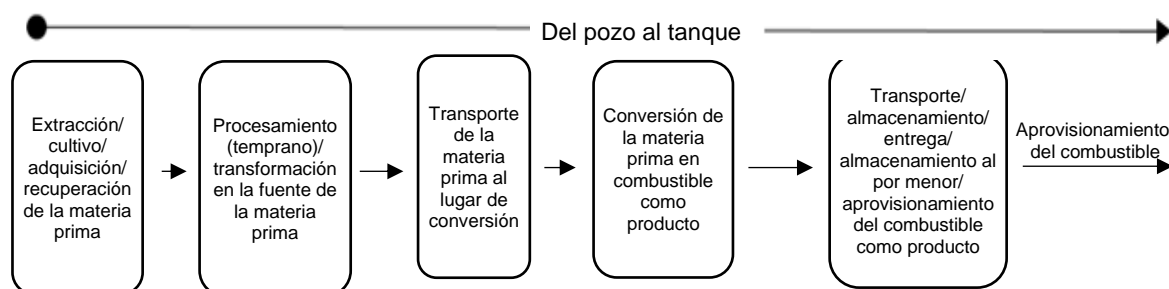


Figura 2: Cadena de suministro genérica del pozo al tanque

4.4 El factor de emisión de GEI del WtT ($\text{g CO}_{2\text{eq}}/\text{MJ}_{\text{LCV}}$) del combustible o electricidad) se calcula de acuerdo con la ecuación (1).

Ecuación (1)

$$GEI_{WtT} = e_{fecu} + e_l + e_p + e_{td} - e_{sca} - e_{ccs}$$

Término	Unidades	Explicación
e_{fecu}	$\text{g CO}_{2\text{eq}} / \text{MJ}_{\text{LCV}}$	Emisiones asociadas a la extracción/cultivo/adquisición/recuperación de la materia prima
e_l	$\text{g CO}_{2\text{eq}} / \text{MJ}_{\text{LCV}}$	Emisiones (emisiones anualizadas (durante 20 años) procedentes de las variaciones en las reservas de carbono ocasionadas por el cambio de uso del suelo directo) ⁵
e_p	$\text{g CO}_{2\text{eq}} / \text{MJ}_{\text{LCV}}$	Emisiones asociadas al procesamiento y/o la transformación de la materia prima en la fuente y emisiones asociadas a la conversión de la materia prima en el producto combustible final, incluida la generación de electricidad
e_{td}	$\text{g CO}_{2\text{eq}} / \text{MJ}_{\text{LCV}}$	Emisiones asociadas al transporte de la materia prima a la planta de conversión y emisiones asociadas al transporte y almacenamiento, entrega local, almacenamiento al por menor y aprovisionamiento del combustible terminado
e_{sca}	$\text{g CO}_{2\text{eq}} / \text{MJ}_{\text{LCV}}$	Emisiones (ahorro anualizado de emisiones (durante 20 años) procedente de la acumulación de carbono en el suelo a través de la mejora de la gestión agrícola) ⁶

⁵ A la espera de la orientación metodológica ulterior que elabore la Organización, el valor del parámetro e_l debería establecerse en cero.

⁶ A la espera de la orientación metodológica ulterior que elabore la Organización, el valor del parámetro e_{sca} debería establecerse en cero.

Término	Unidades	Explicación
e_{CCS}	g CO _{2eq} / MJ _(LCV)	Crédito de emisiones procedentes de la captura y almacenamiento de carbono (e_{CCS}), que no se han contabilizado ya en e_p . En ellas deberían tenerse debidamente en cuenta las emisiones evitadas mediante la captura y el secuestro del CO ₂ emitido, relacionadas con la extracción, el transporte, el procesamiento y la distribución del combustible (c_{SC}). Del crédito de emisiones antedicho deberían deducirse todas las emisiones resultantes del proceso de captura (e_{CC}) y transporte (e_t) de CO ₂ hasta el almacenamiento final (incluidas las emisiones asociadas a la inyección, etc.). Este elemento debería calcularse con la siguiente fórmula: $e_{CCS} = c_{SC} - e_{CC} - e_t - e_{st} - e_x$
c_{SC}	g CO ₂ almacenado / MJ _(LCV)	Crédito de emisiones equivalente al CO ₂ neto capturado y almacenado (a largo plazo: 100 años)
e_{CC}	g CO _{2eq} / MJ _(LCV)	Emisiones asociadas al proceso de captura, compresión y/o enfriamiento y almacenamiento temporal del CO ₂
e_t	g CO _{2eq} / MJ _(LCV)	Emisiones asociadas al transporte a un lugar de almacenamiento a largo plazo
e_{st}	g CO _{2eq} / MJ _(LCV)	Toda emisión asociada al proceso de almacenamiento (a largo plazo: 100 años) del CO ₂ capturado (incluidas las emisiones fugitivas que puedan producirse durante el almacenamiento a largo plazo y/o la inyección de CO ₂ en el lugar de almacenamiento)
e_x	g CO _{2eq} / MJ _(LCV)	Toda emisión adicional relacionada con la CCS

4.5 Las emisiones del WtT de la ecuación (1) incluyen las emisiones asociadas a la extracción o el cultivo de las materias primas, las fuentes de energía primaria utilizadas para la producción de bienes y servicios públicos, tales como los portadores de energía (por ejemplo, los combustibles y la electricidad), el transporte y la distribución (incluido el aprovisionamiento), el cambio de uso del suelo directo y las variaciones en las reservas de carbono (acumulación de carbono en el suelo).

4.6 En el procesamiento se incorporan todas las etapas y operaciones necesarias en relación con la extracción, la captura o el cultivo de la fuente de energía primaria. El proceso incluye la transformación básica en la fuente y las operaciones necesarias para que el recurso pueda transportarse al mercado (por ejemplo, secado, mejora química/física, tal como la conversión de gas a líquido, etc.).

4.7 El transporte, el procesamiento y la distribución incluyen el transporte de los productos en la trayectoria del combustible hasta el lugar de transformación, el acondicionamiento (como, por ejemplo, la compresión, la refrigeración, etc.), la distribución al mercado (es decir, el aprovisionamiento) y las fugas posteriores, así como las emisiones fugitivas que se produzcan en cualquiera de estas etapas.

4.8 Debería utilizarse la asignación de emisiones a los coproductos en función de su contenido energético, como la metodología más adecuada y fiable teniendo en cuenta el establecimiento de un método de certificación apropiado que utilice valores predecibles, reproducibles y estables.

4.9 El uso del suelo (directo e indirecto) para la producción de biocombustibles puede dar lugar a cambios de uso del suelo (LUC). Los LUC pueden clasificarse en directos (DLUC) e indirectos (ILUC).

4.10 La definición de DLUC se basa en la norma ISO 14067:2018, donde se describe como un cambio en el uso o la gestión del suelo dentro del sistema del producto que se está evaluando. Los efectos del DLUC incluyen las emisiones y el secuestro resultantes de las variaciones de las reservas de carbono en la biomasa, la materia orgánica muerta y la materia orgánica del suelo, evaluados de conformidad con las Directrices del IPCC. Cuando estén disponibles, podrán utilizarse los datos específicos del sector o del país sobre las reservas de carbono; en caso contrario, pueden considerarse los factores de emisión por defecto de nivel 1 del IPCC. Dos términos de la ecuación del WtT (1) recogen, respectivamente, las emisiones resultantes del cambio de uso del suelo directo, a saber: e_l , y el secuestro o, dicho de otro modo, el aumento del contenido de carbono orgánico del suelo: e_{sca} .

4.11 La definición de ILUC se basa en la norma ISO 14067:2018, donde se describe como un cambio en el uso o la gestión del suelo, que es consecuencia de un cambio de uso del suelo directo, pero que se produce fuera del sistema del producto que se está evaluando. El ILUC tiene lugar como resultado de los efectos económicos inducidos por el aumento de la demanda de biocombustibles en los precios de los productos básicos, con los consiguientes cambios en la demanda y la oferta en todos los sectores económicos, incluida fundamentalmente la producción de alimentos y piensos. El ILUC no puede medirse directamente, sino que se hacen proyecciones con modelos económicos.

4.12 Debido a la variabilidad de los supuestos que sustentan la evaluación de los efectos indirectos, la evaluación cuantitativa de los efectos del ILUC sobre los GEI está sujeta a incertidumbre, una variabilidad cuantitativa elevada y al riesgo de que se llegue a conclusiones arbitrarias. Por estos motivos, el ILUC debería abordarse en esta etapa mediante un enfoque basado en el riesgo, lo que significa que no se calcularán ni asignarán valores cuantitativos a cada trayectoria del combustible. Las emisiones del ILUC, así como la dimensión espacial de los efectos del mismo, están en función de una serie de factores, tales como las condiciones y prácticas agrícolas locales/regionales, la demanda actual y prevista de importación de alimentos, las cuentas corrientes nacionales, el tipo de materia prima, los usos alternativos económicos de la misma materia prima, etc.

4.13 Un enfoque cualitativo del ILUC basado en el riesgo tiene en cuenta los aspectos que se indican a continuación:

- .1 *el riesgo de ILUC bajo* califica y caracteriza los proyectos de producción de biocombustibles que suministran materia prima adicional sin perturbar los usos existentes del suelo. Cuando se incrementa la productividad en una zona de producción agrícola, solo los rendimientos adicionales, y no la totalidad de la producción, deberían considerarse de ILUC bajo; y
- .2 *el riesgo de ILUC alto* califica y caracteriza los proyectos de producción de biocombustibles que se basan en cultivos alimentarios y para piensos, o los desplazan, y que se traducen en que la zona de producción de materias primas se extienda considerablemente hacia zonas del suelo con elevadas reservas de carbono.

4.14 En el apéndice 2 de las presentes directrices figuran los factores de emisión por defecto del WtT.

5 DEL TANQUE A LA ESTELA (TtW)

5.1 La metodología del TtW tiene por objeto cuantificar y evaluar la intensidad del CO₂, el CH₄ y el N₂O emitidos a bordo del buque en relación con el uso de combustible, incluidas la combustión/conversión y todas las emisiones fugitivas que guardan relación con el potencial de calentamiento mundial.

5.2 Los factores de emisión de GEI del TtW deberían calcularse utilizando la ecuación (2):

Ecuación (2)

$$GEI_{TtW} = \frac{1}{LCV} \left(\left(1 - \frac{1}{100} (C_{slip_buque} + C_{fug}) \right) \times (C_{fCO_2} \times PCM_{CO_2} + C_{fCH_4} \times PCM_{CH_4} + C_{fN_2O} \times PCM_{N_2O}) + \left(\frac{1}{100} (C_{slip_buque} + C_{fug}) \times C_{sfx} \times PCM_{combustible} \right) - S_{Fc} \times e_c - [S_{Fccu} \times e_{ccu}] - [e_{occs}] \right)$$

Nota: respecto de los términos S_{Fccu} , e_{ccu} y e_{occs} , se está a la espera de que la Organización elabore orientaciones metodológicas ulteriores. Para más información, véanse las notas a pie de página 11 a 13.

Término	Unidades	Explicación
C_{slip_buque}	Porcentaje de la masa total de combustible	Factor que representa el combustible (expresado en porcentaje de la masa total de combustible entregado al buque) que se fuga del convertidor de energía sin oxidarse (incluido el combustible que se fuga de la cámara de combustión/proceso de oxidación y del cárter, según proceda) $C_{slip_buque} = C_{slip} * (1 - C_{fug}/100)$
C_{slip}	Porcentaje de la masa total de combustible	Factor que representa el combustible (expresado en porcentaje de la masa total de combustible consumido en el convertidor de energía) que se fuga del convertidor de energía sin oxidarse (incluido el combustible que se fuga de la cámara de combustión/proceso de oxidación y del cárter, según proceda)
C_{fug}	Porcentaje de la masa de combustible	Factor que representa el combustible (expresado en porcentaje de la masa de combustible entregado al buque) que se fuga entre los tanques hasta el convertidor de energía que se filtra, ventila o pierde de otro modo en el sistema ⁷
C_{sfx}	g GEI/g combustible	Factor que representa la proporción de GEI presente en los componentes del combustible (expresado en g GEI/g combustible) Ejemplo: en el caso del GNL, este valor es 1
C_{fCO_2}	g CO ₂ /g combustible	Factor de conversión de las emisiones de CO ₂ (g CO ₂ /g del combustible completamente quemado) para las emisiones del proceso de combustión y/u oxidación del combustible utilizado por el buque
C_{fCH_4}	g CH ₄ /g combustible	Factor de conversión de las emisiones de CH ₄ (g CH ₄ /g del combustible entregado al buque) para las emisiones

⁷ A la espera de la orientación metodológica ulterior que elabore la Organización que determine el factor o factores adecuados, el valor de C_{fug} debería establecerse en cero.

Término	Unidades	Explicación
		del proceso de combustión y/u oxidación del combustible utilizado por el buque ⁸
C_{fN_2O}	g N ₂ O /g combustible	Factor de conversión de las emisiones de N ₂ O (g N ₂ O /g del combustible entregado al buque) para las emisiones del proceso de combustión y/u oxidación del combustible utilizado por el buque
PCM_{CH_4}	g CO _{2eq} /g CH ₄	Potencial de calentamiento mundial de CH ₄ a 100 años (basado en el Quinto Informe de Evaluación del IPCC 5). ⁹ Definición de acuerdo con: https://www.ipcc.ch/assessment-report/ar5/
PCM_{N_2O}	g CO _{2eq} /g N ₂ O	Potencial de calentamiento mundial de N ₂ O a 100 años (basado en el Quinto Informe de Evaluación del IPCC 5). ¹⁰ Definición de acuerdo con: https://www.ipcc.ch/assessment-report/ar5/
$PCM_{combustiblex}$	g CO _{2eq} /g GEI	Potencial de calentamiento mundial a 100 años de los GEI presentes en los componentes del combustible (basado en el Quinto Informe de Evaluación del IPCC 5)
S_{FC}	0 o 1	Factor de la fuente de carbono para determinar si los créditos de emisiones generados por el crecimiento de la biomasa se tienen en cuenta en el cálculo del valor del TtW
e_c	g CO _{2eq} /g combustible	Créditos de emisiones generados por el crecimiento de la biomasa
e_{ccu} ¹¹	g CO _{2eq} /g combustible	Créditos de emisiones procedentes del CO ₂ capturado utilizado como reserva de carbono para producir combustibles sintéticos en el proceso de producción y utilización de combustibles (que no se contabilizó en e_{fecu} y e_p)
S_{Fccu} ¹²	0 o 1	Factor de la fuente de carbono para determinar si los créditos de emisiones procedentes del CO ₂ capturado utilizado como reserva de carbono para producir combustibles sintéticos en el proceso de producción de combustible se tienen en cuenta en el cálculo del valor del TtW
e_{occs} ¹³	g CO _{2eq} /g combustible	Crédito de emisiones procedentes de la captura y almacenamiento de carbono (e_{occs}), en los casos en que la captura de CO ₂ se produce a bordo. En ellas deberían tenerse debidamente en cuenta las emisiones evitadas a través de la captura y el secuestro de CO ₂ emitido, si la CCS se produce a bordo. Del crédito de emisiones antedicho han de deducirse todas las emisiones resultantes del proceso de captura (e_{cc}) y transporte (e_t) de CO ₂ hasta el almacenamiento final (incluidas las emisiones relacionadas con la inyección, etc.).

⁸ En el caso del combustible GNL/GNC, C_{slip_motor} cubre la función de C_{fCH_4} , por lo que C_{fCH_4} se establece en cero para estos combustibles.

⁹ Establecido en 28 de acuerdo con el AR5 del IPCC.

¹⁰ Establecido en 265 de acuerdo con el AR5 del IPCC.

¹¹ A la espera de la orientación metodológica ulterior que elabore la Organización, el valor de la multiplicación $S_{Fccu} \times e_{ccu}$ debería establecerse en cero.

¹² A la espera de la orientación metodológica ulterior que elabore la Organización, el valor de la multiplicación $S_{Fccu} \times e_{ccu}$ debería establecerse en cero.

¹³ A la espera de la orientación metodológica ulterior que elabore la Organización, el valor de e_{occs} debería establecerse en cero.

Término	Unidades	Explicación
		Este elemento debería calcularse con la siguiente fórmula: $e_{OCCS} = c_{SC} - e_{cc} - e_t - e_{st} - e_x$
c_{sc}	g CO ₂ /g combustible	Crédito equivalente al CO ₂ capturado y almacenado (a largo plazo: 100 años)
e_{cc}	g CO _{2eq} /g combustible	Toda emisión asociada al proceso de captura, compresión y almacenamiento temporal a bordo del CO ₂
e_t	g CO _{2eq} /g combustible	Emisiones asociadas al transporte a un lugar de almacenamiento a largo plazo
e_{st}	g CO _{2eq} /g combustible	Toda emisión asociada al proceso de almacenamiento (a largo plazo: 100 años) del CO ₂ capturado (incluidas las emisiones fugitivas que puedan producirse durante el almacenamiento a largo plazo y/o la inyección de CO ₂ en el lugar de almacenamiento)
e_x	g CO _{2eq} /g combustible	Toda emisión adicional relacionada con la CCS
LCV	MJ/g	Por poder calorífico inferior se entiende la cantidad de calor que se desprendería de la combustión completa de un combustible determinado

5.3 Con miras a disponer de unas directrices LCA que puedan aplicarse de manera clara, sólida y coherente a todas las medidas posibles, la metodología permite calcular dos valores del TtW, tal como se indica a continuación:

- .1 valor 1 de la intensidad de los GEI del TtW: calculado con independencia de la fuente de carbono, por lo que los parámetros e_c y e_{ccu} no deberían tenerse en cuenta y los valores de S_{Fc} y S_{Fccu} deberían ser siempre 0; y
- .2 valor 2 de la intensidad de los GEI del TtW: calculado teniendo en cuenta la fuente de carbono en relación con los combustibles de origen biogénico o elaborados a partir de carbono capturado, por lo que los parámetros e_c y e_{ccu} deberían tenerse en cuenta y los valores de S_{Fc} y S_{Fccu} deberían ser siempre 1.

5.4 La intensidad real de los GEI depende tanto de las propiedades del combustible como de la eficiencia de la conversión energética. En el caso del CO₂, los factores de emisión se basan en la relación molar entre el carbono y el oxígeno multiplicada por la masa de carbono del combustible, suponiendo que todo el carbono presente en el combustible se oxide (combustión estequiométrica). Los factores de emisión del CH₄ y el N₂O dependen del proceso de combustión y/o conversión que tiene lugar en el convertidor de energía.

5.5 Esta metodología del TtW también puede tener en cuenta las reacciones electroquímicas que forman los GEI en el caso de que en el futuro se utilicen, por ejemplo, pilas de combustible con una unidad de conversión.

5.6 En el apéndice 2 de las presentes directrices figuran los factores de emisión por defecto del TtW.

6 DEL POZO A LA ESTELA (WtW)

6.1 La metodología del WtW tiene por objeto integrar las partes del WtT y del TtW, con miras a cuantificar las emisiones de todo el ciclo de vida que guardan relación con la producción y la utilización de un combustible.

6.2 El factor de emisión de GEI del WtT (g CO_{2eq}/MJ_{LCV} del combustible o electricidad) se calcula del siguiente modo:

Ecuación (3)

$$GEI_{WtW} = GEI_{WtT} + GEI_{TtW}$$

donde:

Término	Unidades	Explicación
GEI _{WtW}	g CO _{2eq} /MJ (LCV)	Emisiones totales de GEI del pozo a la estela por unidad de energía procedentes de la utilización de combustible o electricidad de un consumidor a bordo del buque
GEI _{WtT}	g CO _{2eq} /MJ (LCV)	Emisiones previas totales de GEI del pozo al tanque por unidad de energía del combustible suministrado al buque
GEI _{TtW}	g CO _{2eq} /MJ (LCV)	Emisiones posteriores totales de GEI del tanque a la estela por unidad de energía procedentes de la utilización de combustible o electricidad de un consumidor a bordo del buque

Ecuación (4)

$$\begin{aligned}
 &GEI_{WtW} \\
 &= e_{fecu} + e_l + e_p + e_{td} - e_{sca} - e_{ccs} \\
 &+ \frac{1}{LCV} \left(\left(1 - \frac{1}{100} (C_{slip_buque} + C_{fug}) \right) \times (C_{fCO_2} \times PCM_{CO_2} + C_{fCH_4} \times PCM_{CH_4} + C_{fN_2O} \times PCM_{N_2O}) + \right. \\
 &\left. \left(\frac{1}{100} (C_{slip_buque} + C_{fug}) \times C_{sfx} \times PCM_{combustiblex} \right) - S_{Fc} \times e_c - S_{Fccu} \times e_{ccu} - e_{OCCS} \right)
 \end{aligned}$$

Nota: respecto de los términos S_{Fccu} , e_{ccu} y e_{OCCS} , se está a la espera de que la Organización elabore orientaciones metodológicas ulteriores. Para más información, véase la sección 5.2.

6.3 A efectos del cálculo del WtW, debería utilizarse el valor 2 del TtW calculado de conformidad con el párrafo 5.3.2.

7 SOSTENIBILIDAD

7.1 La sostenibilidad de los combustibles marinos debería evaluarse teniendo en cuenta los siguientes aspectos/temas sobre la base del ciclo de vida:

- .1 gases de efecto invernadero (GEI);
- .2 fuente de carbono;
- .3 fuente de electricidad/energía;
- .4 reservas de carbono – cambio de uso del suelo directo (DLUC);
- .5 reservas de carbono – cambio de uso del suelo indirecto (ILUC);
- .6 agua;
- .7 aire;
- .8 suelo;
- .9 desechos y productos químicos; y
- .10 conservación.

En una fase posterior podrán considerarse otros aspectos/temas de sostenibilidad social y económica.

7.2 A continuación se especifican los principios/objetivos junto con los criterios de medición/indicadores asociados de cada uno de los aspectos/temas de sostenibilidad.

Cuadro 1: Aspectos/temas de sostenibilidad

Aspecto/tema	Principio/objetivo	Criterio de medición/indicador
1 Gases de efecto invernadero (GEI)	Los combustibles marinos sostenibles generan menos emisiones de GEI que los combustibles marinos convencionales (media ponderada basada en la energía de los productos líquidos derivados del petróleo de acuerdo con los datos notificados al DCS en tres años específicos) tomando como base el ciclo de vida.	1. Intensidad de los GEI en g CO _{2eq} /MJ (PCM 100); e intensidad de los GEI en g CO _{2eq} /MJ (PCM 20) a efectos comparativos.
2 Fuente de carbono	Los combustibles marinos sostenibles no aumentan la intensidad de los GEI procedente de la utilización de las fuentes de energía fósiles y la permanencia del carbono capturado y almacenado está garantizada, al tiempo que se evita la duplicación del recuento entre los distintos sectores económicos.	1. Indicador de la fuente de carbono, incluidos su origen y contenido (en porcentaje) en la materia prima utilizada para elaborar el producto de combustible final, es decir, carbono fósil, biogénico, capturado (incluida la captura directa del aire (DAC), fósil de fuente puntual y biogénico de fuente puntual y otros (incluida la mezcla de fuentes).
3. Fuente de electricidad/energía	Los combustibles marinos sostenibles que requieren un aporte considerable de electricidad durante la etapa del WtT y la electricidad suministrada directamente a los buques se producen mediante la utilización de electricidad/energía procedente de fuentes renovables, nucleares o biogénicas, que son adicionales a los niveles de demanda actuales o de larga duración, o mediante la utilización del excedente	1. La intensidad de los GEI de la electricidad utilizada en la producción de combustibles marinos o suministrada directamente a los buques (media anual, expresada en g CO _{2eq} /kWh) basada en las emisiones totales y las horas reales de producción.

Aspecto/tema	Principio/objetivo	Criterio de medición/indicador
<p>4. Reservas de carbono – cambio de uso del suelo directo (DLUC)</p>	<p>de electricidad durante las horas de menor consumo.</p> <p>Los combustibles marinos sostenibles no se producen a partir de la biomasa obtenida de tierras ricas en reservas de carbono; la producción de combustibles marinos sostenibles reduce al mínimo las emisiones resultantes del cambio de uso del suelo directo.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. La materia prima utilizada en la producción de combustibles marinos sostenibles no incluye la biomasa obtenida de tierras ricas en reservas de carbono (por ejemplo, bosques primarios, humedales o turberas a los que se aplica una fecha límite específica de conversión), o se dispone de un plan de ordenación sostenible de la tierra y un calendario de presentación de informes con el fin de garantizar que la biomasa se obtiene de actividades o servicios de los ecosistemas que no repercuten negativamente en las reservas de carbono del suelo; 2. La producción de combustibles marinos sostenibles no tiene lugar en tierras convertidas de bosques primarios, terrenos forestales, pastizales o tierras legalmente protegidas, tomando como fecha límite el (1 de enero de 2008);¹⁴ y 3. Indicador del cambio de uso del suelo directo (DLUC), expresado en intensidad de GEI (incluidas las emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O), es decir, masa de CO₂ equivalente/MJ de producción o rendimiento de materia prima.

¹⁴ A la espera de la orientación ulterior que elabore la Organización.

Aspecto/tema	Principio/objetivo	Criterio de medición/indicador
5. Reservas de carbono – cambio de uso del suelo indirecto (ILUC);	El cultivo de materias primas para la producción de combustibles marinos sostenibles reduce al mínimo las posibilidades de provocar cambios negativos en el uso o la ordenación de la tierra que tiene lugar fuera del sistema de los productos que se están evaluando.	1. El cultivo de materias primas para la producción de combustibles marinos sostenibles entraña un riesgo indirecto para las reservas de carbono (véase el párrafo 4.13).
6. Agua	La producción de combustibles marinos sostenibles mantiene o mejora la calidad y disponibilidad del agua.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se dispone de prácticas operacionales con miras a <ol style="list-style-type: none"> 1) mantener la calidad del agua; y 2) utilizar el agua de forma eficaz y evitar que los recursos hídricos se agoten (incluidas las aguas superficiales, las renovables y las fósiles/subterráneas) más allá de su capacidad de reposición; 2. Respeto de la toma de decisiones de la población local sobre la gestión del agua; 3. Efectos ambientales del agua (consumo de agua ponderado sobre la escasez de agua); 4. Indicador del uso del agua expresado en m³/año por MJ o producción o rendimiento de la materia prima; 5. Indicador de la eutrofización del agua dulce, por ejemplo, expresado en kg de fósforo equivalente (P_{eq}) y kg de nitrógeno equivalente (N_{eq}) que se liberan al agua dulce/kg de materia prima producida o por MJ, respectivamente; y 6. Indicador de la eutrofización de los océanos, por ejemplo, expresado en kg de fósforo equivalente (P_{eq}) y kg de nitrógeno equivalente (N_{eq}) que se liberan al agua de mar/kg de materia prima producida o por MJ, respectivamente.
7. Aire	La producción de combustibles marinos sostenibles reduce al mínimo los efectos negativos en la calidad del aire.	1. El combustible marino se produce en unas instalaciones que cumplen plenamente todas las leyes y reglamentos locales, nacionales y regionales relativos a la contaminación atmosférica.

Aspecto/tema	Principio/objetivo	Criterio de medición/indicador
8. Suelo	La producción de combustibles marinos sostenibles mantiene o mejora la salud del suelo.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se han implantado las mejores prácticas de gestión agrícola y forestal para la producción de materias primas o la recogida de residuos con el fin de mantener o mejorar la salud del suelo, tales como las condiciones físicas, químicas y biológicas; y 2. El combustible marino se produce en unas instalaciones que cumplen plenamente todas las leyes y reglamentos locales, nacionales y regionales relativos a la salud del suelo.
9. Desechos y productos químicos	La producción de combustibles marinos sostenibles mantiene o mejora la gestión responsable de los desechos y la utilización de productos químicos.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se implantan prácticas operacionales con miras a garantizar que los desechos generados por los procesos de producción, y los productos químicos utilizados en ellos, se reduzcan al mínimo en las etapas de almacenamiento, manipulación y eliminación. Se fomenta la reutilización o el reciclaje de los productos químicos y desechos. 2. Se dispone de procedimientos para reducir al mínimo la utilización de materiales que no son ni reciclables ni biodegradables; 3. Media (en toneladas) de desechos peligrosos generados por MJ de combustible producido; y 4. Media (en toneladas) de productos químicos industriales específicos consumidos por MJ de combustible producido.

Aspecto/tema	Principio/objetivo	Criterio de medición/indicador
10. Conservación	La producción de combustibles marinos sostenibles mantiene o mejora la biodiversidad y los ecosistemas, o los servicios de conservación.	<ol style="list-style-type: none">1. Los combustibles marinos no se producen a partir de materias primas obtenidas en zonas que, debido a su biodiversidad, valor para la conservación o servicios de los ecosistemas, están protegidas por el Estado que tiene jurisdicción sobre ellas. Se aportan pruebas de que la actividad no interfiere con los fines de protección; y2. Se seleccionan para su cultivo materias primas de bajo riesgo invasivo y se adoptan medidas de control adecuadas con la intención de evitar la propagación sin control de especies exóticas cultivadas y microorganismos modificados.

8 ETIQUETA DEL CICLO DE VIDA DEL COMBUSTIBLE (FLL)

8.1 La FLL es una herramienta técnica para recopilar y transmitir la información pertinente para la evaluación del ciclo de vida de los combustibles marinos y los portadores de energía (por ejemplo, la electricidad para el suministro eléctrico en puerto) utilizados para la propulsión del buque y la generación de energía a bordo en el contexto de las presentes directrices.

8.2 La FLL consta de cinco partes principales, tal como se ilustra a continuación:

Parte A-1	Parte A-2	Parte A-3	Parte A-4	Parte A-5
Tipo de combustible (mezcla)	Código de trayectoria del combustible	Poder calorífico inferior (LCV, MJ/g)	Proporción en la mezcla de combustibles (%MJ _(LCV) /MJ _(LCV))	Factor de emisión de GEI del WtT (PCM 100, g CO _{2eq} /MJ _(LCV))
+				
Parte B-1		(Parte B-2)¹⁵		
Créditos de emisión relacionados con la fuente de carbono biogénico (e_c , en g CO ₂ /g del combustible sobre la base del PCM 100)		(Créditos de emisión relacionados con la fuente de carbono capturado (e_{ccu} , en g CO ₂ /g del combustible sobre la base del PCM 100)).		
+				
Parte C-1		Parte C-2	Parte C-3	
Valor 1 (NO se tiene en cuenta la fuente de carbono): Factor de emisión de GEI del TtW (PCM 100, g CO _{2eq} /MJ _(LCV))		Valor 2 (se tiene en cuenta la fuente de carbono): Factor de emisión de GEI del TtW (PCM 100, g CO _{2eq} /MJ _(LCV))	Convertidor de energía	
+				
Parte D		Parte E		
Factor de emisión de GEI del WtW (PCM 100, g CO _{2eq} /MJ _(LCV)) Nota: Parte D = Parte A-5 + Parte C-2		Sostenibilidad (Certificación) ¹⁶		

8.3 Las distintas partes (proveedores de combustible, propietarios/armadores, Administración/OR, etc.) pueden utilizar partes diferentes de la FLL para fines diversos en toda la trayectoria del combustible. Como tal, cada parte interesada puede utilizar aquellas partes de la FLL que sean relevantes para sus actividades y propósitos, en lugar del documento integrado completo.

8.4 A continuación se explican las cinco partes principales de la FLL.

.1 la **parte A** de la FLL indica:

- .1 el tipo de combustible (parte A-1);
- .2 el código de trayectoria del combustible (parte A-2);
- .3 el poder calorífico inferior (parte A-3, en MJ/g); y
- .4 el factor de emisión de GEI del WtT (parte A-5, en g CO_{2eq}/MJ_(LCV) calculado sobre la base del PCM 100).

¹⁵ A la espera de la orientación metodológica ulterior que elabore la Organización (véase la sección 5).

¹⁶ A la espera de la orientación ulterior que elabore la Organización.

La parte A-4 solo es aplicable cuando una remesa de combustible se suministra al buque como mezcla de combustibles con distinto código de trayectoria del combustible (en adelante, "mezcla de combustibles") e indica la proporción de cada componente de la mezcla de combustibles presente en ella (en % $MJ_{(LCV)}/MJ_{(LCV)}$). Si las mezclas de combustibles aparecen expresadas en volumen, es necesario volver a realizar el cálculo sobre la base de la energía en función de los valores de LCV de los componentes de la mezcla;

En el caso de las mezclas de combustibles suministradas a un buque, la información sobre el tipo de combustible correspondiente a la mezcla se presenta en la parte A-1 encima de sus componentes, que aparecen por orden porcentual de composición en el combustible, por ejemplo, X (70 %), Y (20 %), Z (10 %). Las partes A-5, C-1, C-2 y D son el valor medio ponderado en función de la proporción de energía (% $MJ_{(LCV)}/MJ_{(LCV)}$) de cada componente del combustible, mientras que las partes A-2 a A-4, B y E se mantienen en blanco. Cada componente de la mezcla de combustibles con un código específico de trayectoria del combustible se presenta en una fila separada debajo de la fila correspondiente a la mezcla;

.2 la **parte B** de la FLL indica los créditos de carbono relacionados con la fuente de carbono, incluidos:

.1 e_c (parte B-1, en g CO_2/g del combustible calculado sobre la base del PCM 100); y

.2 e_{ccu} (parte B-2, en g CO_2/g del combustible calculado sobre la base del PCM 100)),¹⁷

según lo dispuesto en la sección 5 de las presentes directrices;

.3 la **parte C** de la FLL indica el factor de emisión de GEI del TtW del tipo de combustible junto con el convertidor o convertidores de energía a bordo del buque (parte C-3). El factor de emisión de GEI del TtW del tipo de combustible se clasifica a su vez del siguiente modo:

.1 valor 1 en los casos en que no se tiene en cuenta la fuente de carbono (parte C-1, en g $CO_{2eq}/MJ_{(LCV)}$ calculado sobre la base del PCM 100); y

.2 valor 2 en los casos en que se tiene en cuenta la fuente de carbono (parte C-2, en g $CO_{2eq}/MJ_{(LCV)}$ calculado sobre la base del PCM 100),

según lo dispuesto en la sección 5 de las presentes directrices;

.4 la **parte D** de la FLL indica el factor de emisión de GEI del WtW del tipo de combustible (en g $CO_{2eq}/MJ_{(LCV)}$ calculado sobre la base del GWP 100), que es siempre la suma de la parte A-5 y la parte C-2; y

.5 la **parte E** de la FLL indica los resultados de la sostenibilidad del combustible, según lo dispuesto en la sección 7 de las presentes directrices.

¹⁷ A la espera de la orientación metodológica ulterior que elabore la Organización. Para más información sobre el parámetro e_{ccu} y la parte B-2 de la FLL, véanse las secciones 5.2 y 8.2, respectivamente.

PARTE III: FACTORES DE EMISIÓN POR DEFECTO Y VALORES REALES

9 FACTORES DE EMISIÓN POR DEFECTO

9.1 Los principios y el procedimiento descritos para determinar los factores de emisión por defecto con arreglo a la presente sección 9 se han utilizado para el establecimiento de los factores de emisión por defecto y deberían seguir siendo válidos en relación con los factores que se establezcan.

9.2 Los factores de emisión por defecto del WtT deberían calcularse mediante supuestos representativos y moderados, en los que se tenga en cuenta la variabilidad en el rendimiento de las trayectorias de transformación de las materias primas en combustible en las distintas regiones y Estados del mundo.

9.3 Con el fin de establecer un factor de emisión por defecto del WtT, deberían considerarse, como mínimo, tres valores de referencia procedentes de tres fuentes diferentes y representativas. Entre los tres (o más) valores considerados, debería seleccionarse por defecto el valor de emisión superior y debería facilitarse la gama de factores de emisión disponibles con fines informativos. Los valores de referencia deberían ir acompañados de la información técnica y científica pertinente (véase la plantilla que figura en el apéndice 4) y deberían evaluarse en función de la información correspondiente, según proceda, incluida la concordancia entre los valores de referencia.

9.4 Las emisiones relacionadas con las variaciones en las reservas de carbono ocasionadas por el cambio de uso del suelo directo (DLUC) (e_i) y el ahorro de emisiones procedente de la acumulación de carbono en el suelo a través de la mejora de la gestión agrícola (e_{sca}) se consideran como cero para el establecimiento de los factores iniciales de emisión por defecto. Lo mismo ocurre con los parámetros relacionados con la captura y almacenamiento de carbono (CCS), que han de continuar elaborándose.

9.5 En el apéndice 2 figuran los factores de emisión por defecto del TtW, incluidos los factores de escape por tipo de combustible y por tipo de convertidor (en el caso de aquellos combustibles y convertidores para los que se dispone de dichos factores en la resolución MEPC.364(79): "Directrices de 2022 sobre el método de cálculo del índice de eficiencia energética de proyecto (EEDI) obtenido para buques nuevos" y en el Cuarto Estudio de la OMI sobre GEI (2020)). Podrán establecerse otros factores de emisión por defecto del TtW (con la excepción del C_{CO_2} previsto en la resolución MEPC.364(79)) ajustándose a las mismas reglas que en el caso de los factores de emisión por defecto del WtT, descritas en el párrafo 9.3. No se establecen factores de emisión por defecto para la utilización de la CCS a bordo (e_{occs}) y la cantidad de carbono capturado por unidad de masa de combustible debería certificarse de manera específica. Se ha de proseguir con la elaboración de los parámetros relacionados con los créditos de emisión procedentes del CO_2 capturado utilizado como reserva de carbono para producir combustibles sintéticos (e_{ccu}).

9.6 Dado que se considera que la definición de los factores C_{fug} es un parámetro difícil de medir, dichos factores deberían establecerse mediante los mejores conocimientos existentes y se tratarán en una etapa posterior. Hasta que se definan dichos factores, C_{fug} debería establecerse en 0.

9.7 En caso de que se propongan categorías adicionales de convertidores de energía (que no aparezcan enumerados en el apéndice 2), podrán seguirse las reglas para el establecimiento de los factores de emisión por defecto del TtW, descritas en el párrafo 9.5 anterior, con miras a garantizar que estos nuevos convertidores (por ejemplo, pilas de combustible) también puedan asociarse a un factor de emisión por defecto.

10 FACTORES REALES DE EMISIÓN

10.1 Los factores reales de emisión tienen por objeto permitir demostrar un rendimiento superior en materia de GEI en comparación con los factores de emisión por defecto, a reserva de la verificación y certificación por terceros.

10.2 Los factores de emisión del WtT y del TtW deberían basarse en las metodologías establecidas en las presentes directrices. Los valores reales proporcionan la intensidad de los GEI del WtW (WtT y TtW) para un combustible determinado en todo el ciclo de vida (desde la producción del combustible hasta su utilización a bordo).

10.3 En el caso de las trayectorias que se incluyen en el apéndice 1, debería facilitarse la descripción y el método de cálculo para el establecimiento de los factores reales de emisión del WtT. Además, en el caso de las trayectorias que no se han incluido en el apéndice 1, debería facilitarse una descripción pormenorizada de la trayectoria.

10.4 La utilización de los factores reales de emisión del WtT no es aplicable a las trayectorias de combustible exclusivamente fósil. No obstante, en el caso de los combustibles que se producen a partir del carbono capturado de origen fósil y de los combustibles fósiles en los que se aplica la tecnología de CCS/CCUS, se pueden utilizar valores reales. Para el componente fósil de un combustible mezclado, deberían utilizarse los factores de emisión por defecto del componente fósil.

10.5 Los factores reales de emisión del TtW que se facilitan en las presentes directrices pueden utilizarse en relación con todas las trayectorias de combustible.¹⁸

PARTE IV: VERIFICACIÓN Y CERTIFICACIÓN

11 ELEMENTOS SUJETOS A VERIFICACIÓN/CERTIFICACIÓN

11.1 Cuando se utilice como prueba de rendimiento, la FLL ha de verificarse y certificarse por terceros, teniendo en cuenta las orientaciones adicionales que elabore la Organización.

11.2 Organismos de verificación distintos podrán llevar a cabo por separado la verificación y la certificación de las partes A, B, C y E de la FLL. La verificación y la certificación de la parte D de la FLL deben basarse en las partes A, B y C verificadas.

11.3 En el apéndice 2 figuran los factores de emisión por defecto de las partes A-5, C-1, C-2 y D de la FLL correspondientes a los tipos de combustible que cuentan con un código de trayectoria del combustible específico y cuyo consumo tendrá lugar en un convertidor de energía concreto. Siempre que las partes A-1 a A-4 y C-3 de la FLL se hayan verificado debidamente, los factores de emisión por defecto que contienen las presentes directrices podrán aplicarse como corresponda sin necesidad de realizar nuevas verificaciones.

11.4 En caso de que se aleguen factores de emisión inferiores a los factores de emisión por defecto en relación con las partes A-5, C-1, C-2 y/o D, los factores reales de emisión solo podrán utilizarse tras la verificación y la certificación por terceros, teniendo en cuenta las orientaciones adicionales a que se hace referencia en el párrafo 11.1.

¹⁸ Habría que seguir trabajando en el establecimiento de metodologías de verificación y certificación.

12 IDENTIFICACIÓN DE SISTEMAS/NORMAS DE CERTIFICACIÓN

12.1 En la verificación y la certificación de las distintas partes de la FLL se utilizarán los sistemas/normas de certificación pertinentes. Las distintas partes de la FLL podrán verificarse mediante la utilización de sistemas/normas de certificación diferentes, según proceda, a la vez que una parte específica de la FLL podrá abordarse mediante diversos sistemas/normas de certificación cuyo alcance sea similar.

12.2 El Comité debería reconocer los sistemas/normas de certificación utilizados para los fines especificados en el párrafo 12.1 anterior, teniendo en cuenta las orientaciones que elabore la Organización. La lista de sistemas/normas de certificación reconocidos debería estar a disposición del público y mantenerse sometida a examen.

12.3 Las propuestas encaminadas a reconocer sistemas/normas de certificación internacionales deberían someterse al examen del Comité, incluida la evaluación de una serie de criterios predeterminados que se elaborarán posteriormente a tal efecto.

12.4 El marco, los criterios y los procedimientos que conducen al reconocimiento de los sistemas de certificación deberían implantarse de manera uniforme con el fin de garantizar la calidad, la fiabilidad y la solidez del marco de la OMI en su conjunto y asegurar la igualdad de condiciones entre los distintos sistemas de certificación.

PARTE V: EXAMEN

13 PROCESO DE EXAMEN CONTINUO

13.1 Con el fin de garantizar que se tengan presentes los avances tecnológicos y los conocimientos científicos nuevos, las presentes directrices deberían mantenerse sometidas a un examen técnico continuo que tenga en cuenta las tecnologías emergentes y en evolución.

13.2 En particular, deberían mantenerse sometidos a examen los siguientes elementos:

- .1 los factores de emisión por defecto del WtT, del TtW y del WtW, tal como se especifica en el apéndice 2; y
- .2 las trayectorias de combustible nuevas propuestas y los factores de emisión por defecto correspondientes, además de los especificados en el apéndice 1.

APÉNDICE 1

LISTA DE COMBUSTIBLES JUNTO CON LOS CÓDIGOS DE TRAYECTORIA DEL COMBUSTIBLE

Orden	Grupo	Tipo de combustible	Estructura de la materia prima		Proceso de conversión/producción		Código de trayectoria del combustible
			Tipo de materia prima	Naturaleza/fuente de carbono	Tipo de proceso	Energía utilizada en el proceso	
1	HFO (VLSFO)	Fueloil pesado (ISO 8217 grados RME, RMG y RMK, con un contenido de azufre del 0,10 < S ≤ 0,50 %)	Petróleo crudo	Fósil	Proceso ordinario en refinería	Electricidad generada por una combinación de fuentes	HFO(VLSFO)_f_SR_gm
2	HFO (HSHFO)	Fueloil pesado (ISO 8217 grados RME, RMG y RMK, con un contenido de azufre que exceda el 0,50 %)	Petróleo crudo	Fósil	Proceso ordinario en refinería	Electricidad generada por una combinación de fuentes	HFO(HSHFO)_f_SR_gm
3	LFO (ULSFO)	Fueloil ligero (ISO 8217 grados RMA, RMB y RMD, con un contenido máximo de azufre del 0,10 %)	Petróleo crudo	Fósil	Proceso ordinario en refinería	Electricidad generada por una combinación de fuentes	LFO(ULSFO)_f_SR_gm
4	LFO (VLSFO)	Fueloil ligero (ISO 8217 grados RMA, RMB y RMD, con un contenido de azufre del 0,10 < S ≤ 0,50 %)	Petróleo crudo	Fósil	Proceso ordinario en refinería	Electricidad generada por una combinación de fuentes	LFO(VLSFO)_f_SR_gm
5	Diésel/gasóleo (ULSFO)	Diésel/gasóleo para usos marinos (ISO 8217 grados DMX, DMA, DMZ y	Petróleo crudo	Fósil	Proceso ordinario en refinería	Electricidad generada por una combinación de fuentes	MDO/MGO(ULSFO)_f_SR_gm

		DMB con un contenido máximo de azufre del 0,10 %)					
6	Diésel/gasóleo (VLSFO)	Diésel/gasóleo para usos marinos (ISO 8217 grados DMX, DMA, DMZ y DMB con un contenido de azufre del 0,10 < S ≤ 0,50 %)	Petróleo crudo	Fósil	Proceso ordinario en refinería	Electricidad generada por una combinación de fuentes	MDO/MGO(VLSFO)_f_SR_gm
7	Diésel/gasóleo (ULSFO)	Combustible marino coprocesado biológico (ISO 8217 grados DMX, DMA, DMZ y DMB con un contenido máximo de azufre del 0,10 %)	Petróleo crudo + biomasa mixta	Fósil/biogénico	Coprocesamiento en refinería	Electricidad generada por una combinación de fuentes	MDO/MGO(ULSFO)_f_b_CP_gm
8	Diésel/gasóleo (VLSFO)	Combustible marino coprocesado biológico (ISO 8217 grados DMX, DMA, DMZ y DMB con un contenido de azufre del 0,10 < S ≤ 0,50 %)	Petróleo crudo + biomasa mixta	Fósil/biogénico	Coprocesamiento en refinería	Electricidad generada por una combinación de fuentes	MDO/MGO(VLSFO)_f_b_CP_gm
9	Diésel/gasóleo (ULSFO)	Combustible marino coprocesado (ISO 8217 grados DMX, DMA, DMZ y DMB con un contenido máximo	Petróleo crudo + carbono reciclado	Fósil/carbono reciclado	Coprocesamiento en refinería	Electricidad generada por una combinación de fuentes	MDO/MGO(ULSFO)_f_r_CP_gm

		de azufre del 0,10 %)					
10	Diésel/gasóleo (VLSFO)	Combustible marino coprocesado (ISO 8217 grados DMX, DMA, DMZ y DMB con un contenido de azufre del 0,10 < S ≤ 0,50 %)	Petróleo crudo + carbono reciclado	Fósil/carbono reciclado	Coprocesamiento en refinería	Electricidad generada por una combinación de fuentes	MDO/MGO(VLSFO)_f_r_CP_gm
11	GPL ¹⁹	Gas de petróleo licuado (propano)	Petróleo crudo	Fósil	Proceso ordinario en refinería y licuefacción	Electricidad generada por una combinación de fuentes	LPG(Propane)_f_SR_gm
12	GPL	Gas de petróleo licuado (propano)	CO ₂ + H ₂	CO ₂ : captura de carbono de fuente puntual fósil H ₂ : Reformado del metano con vapor procedente de energía fósil	Síntesis y licuefacción de Fischer-Tropsch	Electricidad generada por una combinación de fuentes	LPG(Propane)_fCO2_fH2_FT_gm
13	GPL	Gas de petróleo licuado (propano)	CO ₂ + H ₂	CO ₂ : captura de carbono de fuente puntual fósil ²⁰ H ₂ : procedente de electricidad renovable	Síntesis y licuefacción de Fischer-Tropsch	Electricidad generada por una combinación de fuentes	LPG(Propane)_fCO2_rH2_FT_gm

¹⁹ En lo que respecta al GPL, en las presentes directrices se considera que el producto final de las refinerías está siempre licuado.

²⁰ CO₂: La captura de carbono de fuente puntual fósil incluye el CO₂ capturado procedente de la combustión de combustibles y el CO₂ capturado procedente de la extracción de recursos del subsuelo.

14	GPL	Gas de petróleo licuado (propano)	CO ₂ + H ₂	CO ₂ : captura de carbono de fuente puntual fósil H ₂ : Hidrógeno como subproducto de procesos industriales	Síntesis y licuefacción de Fischer-Tropsch	Electricidad generada por una combinación de fuentes	LPG(Propane)_fCO2_ibpH2_FT_gm
15	GPL	Gas de petróleo licuado (propano)	CO ₂ + H ₂	CO ₂ : Captura directa del aire H ₂ : Reformado del metano con vapor procedente de energía fósil	Síntesis y licuefacción de Fischer-Tropsch	Electricidad generada por una combinación de fuentes	LPG(Propane)_rCO2_fH2_FT_gm
16	GPL	Gas de petróleo licuado (propano)	CO ₂ + H ₂	CO ₂ : Captura directa del aire H ₂ : procedente de electricidad renovable	Síntesis y licuefacción de Fischer-Tropsch	Electricidad generada por una combinación de fuentes	LPG(Propane)_rCO2_rH2_FT_gm
17	GPL	Gas de petróleo licuado (propano)	CO ₂ + H ₂	CO ₂ : Captura directa del aire H ₂ : Hidrógeno como subproducto de procesos industriales	Síntesis y licuefacción de Fischer-Tropsch	Electricidad generada por una combinación de fuentes	LPG(Propane)_rCO2_ibpH2_FT_gm
18	GPL	Gas de petróleo licuado (propano)	CO ₂ + H ₂	CO ₂ : captura de carbono de fuente puntual biogénica H ₂ : Reformado del metano con vapor procedente de energía fósil	Síntesis y licuefacción de Fischer-Tropsch	Electricidad generada por una combinación de fuentes	LPG(Propane)_bCO2_fH2_FT_gm

19	GPL	Gas de petróleo licuado (propano)	CO ₂ + H ₂	CO ₂ : captura de carbono de fuente puntual biogénica H ₂ : procedente de electricidad renovable	Síntesis y licuefacción de Fischer-Tropsch	Electricidad generada por una combinación de fuentes	LPG(Propane)_bCO2_rH2_FT_gm
20	GPL	Gas de petróleo licuado (propano)	CO ₂ + H ₂	CO ₂ : captura de carbono de fuente puntual biogénica H ₂ : Hidrógeno como subproducto de procesos industriales	Síntesis y licuefacción de Fischer-Tropsch	Electricidad generada por una combinación de fuentes	LPG(Propane)_bCO2_ibpH2_FT_gm
21	GPL	Gas de petróleo licuado (butano)	Petróleo crudo	Fósil	Proceso ordinario en refinería y licuefacción	Electricidad generada por una combinación de fuentes	LPG(Butane)_f_SR_gm
22	GPL	Gas de petróleo licuado (butano)	CO ₂ + H ₂	CO ₂ : captura de carbono de fuente puntual fósil H ₂ : Reformado del metano con vapor procedente de energía fósil	Síntesis y licuefacción de Fischer-Tropsch	Electricidad generada por una combinación de fuentes	LPG(Butane)_fCO2_fH2_FT_gm
23	GPL	Gas de petróleo licuado (butano)	CO ₂ + H ₂	CO ₂ : captura de carbono de fuente puntual fósil H ₂ : procedente de electricidad renovable	Síntesis y licuefacción de Fischer-Tropsch	Electricidad generada por una combinación de fuentes	LPG(Butane)_fCO2_rH2_FT_gm

24	GPL	Gas de petróleo licuado (butano)	CO ₂ + H ₂	CO ₂ : captura de carbono de fuente puntual fósil H ₂ : Hidrógeno como subproducto de procesos industriales	Síntesis y licuefacción de Fischer-Tropsch	Electricidad generada por una combinación de fuentes	LPG(Butane)_fCO2_ibpH2_FT_gm
25	GPL	Gas de petróleo licuado (butano)	CO ₂ + H ₂	CO ₂ : captura directa del aire H ₂ : Reformado del metano con vapor procedente de energía fósil	Síntesis y licuefacción de Fischer-Tropsch	Electricidad generada por una combinación de fuentes	LPG(Butane)_rCO2_fH2_FT_gm
26	GPL	Gas de petróleo licuado (butano)	CO ₂ + H ₂	CO ₂ : captura directa del aire H ₂ : procedente de electricidad renovable	Síntesis y licuefacción de Fischer-Tropsch	Electricidad generada por una combinación de fuentes	LPG(Butane)_rCO2_rH2_FT_gm
27	GPL	Gas de petróleo licuado (butano)	CO ₂ + H ₂	CO ₂ : captura directa del aire H ₂ : Hidrógeno como subproducto de procesos industriales	Síntesis y licuefacción de Fischer-Tropsch	Electricidad generada por una combinación de fuentes	LPG(Butane)_rCO2_ibpH2_FT_gm
28	GPL	Gas de petróleo licuado (butano)	CO ₂ + H ₂	CO ₂ : captura de carbono de fuente puntual biogénica H ₂ : Reformado del metano con vapor procedente de energía fósil	Síntesis y licuefacción de Fischer-Tropsch	Electricidad generada por una combinación de fuentes	LPG(Butane)_bCO2_fH2_FT_gm
29	GPL	Gas de petróleo licuado (butano)	CO ₂ + H ₂	CO ₂ : captura de carbono de fuente puntual biogénica H ₂ : procedente de electricidad renovable	Síntesis y licuefacción de Fischer-Tropsch	Electricidad generada por una combinación de fuentes	LPG(Butane)_bCO2_rH2_FT_gm

30	GPL	Gas de petróleo licuado (butano)	CO ₂ + H ₂	CO ₂ : captura de carbono de fuente puntual biogénica H ₂ : Hidrógeno como subproducto de procesos industriales	Síntesis y licuefacción de Fischer-Tropsch	Electricidad generada por una combinación de fuentes	LPG(Butane)_bCO2_ibpH2_FT_gm
31	GNL	Gas natural licuado (metano)	Gas natural	Fósil	Producción ordinaria de GNL, incluida la licuefacción	Electricidad generada por una combinación de fuentes	LNG_f_SLP_gm
32	GNL	Gas natural licuado (metano)	Mezcla de materias primas de 1 ^a , 2 ^a y 3 ^a generación	Biogénica	Gasificación termoquímica seguida de metanización y licuefacción	Electricidad generada por una combinación de fuentes	LNG_b_G_M_gm
33	GNL	Gas natural licuado (metano)	Mezcla de materias primas de 1 ^a , 2 ^a y 3 ^a generación	Biogénica	GNL bioderivado mediante digestión anaeróbica, separación y licuefacción	Electricidad generada por una combinación de fuentes	LNG_b_AD_gm
34	GNL	Gas natural licuado (metano)	Mezcla de materias primas de 1 ^a , 2 ^a y 3 ^a generación	Biogénica	GNL bioderivado mediante digestión anaeróbica, separación con captura de carbono de fuente puntual y almacenamiento a largo plazo de carbono y licuefacción	Electricidad generada por una combinación de fuentes	LNG_b_AD_CCS_gm
35	GNL	Gas natural licuado (metano)	CO ₂ + H ₂	CO ₂ : captura de carbono de fuente puntual fósil H ₂ : Reformado del metano con vapor procedente de energía fósil	Metanización y licuefacción	Electricidad generada por una combinación de fuentes	LNG_fCO2_fH2_M_gm

36	GNL	Gas natural licuado (metano)	CO ₂ + H ₂	CO ₂ : captura de carbono de fuente puntual fósil H ₂ : procedente de electricidad renovable	Metanización y licuefacción	Electricidad generada por una combinación de fuentes	LNG_fCO2_rH2_M_gm
37	GNL	Gas natural licuado (metano)	CO ₂ + H ₂	CO ₂ : captura de carbono de fuente puntual fósil H ₂ : Hidrógeno como subproducto de procesos industriales	Metanización y licuefacción	Electricidad generada por una combinación de fuentes	LNG_fCO2_ibpH2_M_gm
38	GNL	Gas natural licuado (metano)	CO ₂ + H ₂	CO ₂ : captura directa del aire H ₂ : Reformado del metano con vapor procedente de energía fósil	Metanización y licuefacción	Electricidad generada por una combinación de fuentes	LNG_rCO2_fH2_M_gm
39	GNL	Gas natural licuado (metano)	CO ₂ + H ₂	CO ₂ : captura directa del aire H ₂ : procedente de electricidad renovable	Metanización y licuefacción	Electricidad generada por una combinación de fuentes	LNG_rCO2_rH2_M_gm
40	GNL	Gas natural licuado (metano)	CO ₂ + H ₂	CO ₂ : captura directa del aire H ₂ : Hidrógeno como subproducto de procesos industriales	Metanización y licuefacción	Electricidad generada por una combinación de fuentes	LNG_rCO2_ibpH2_M_gm
41	GNL	Gas natural licuado (metano)	CO ₂ + H ₂	CO ₂ : captura de carbono de fuente puntual biogénica H ₂ : Reformado del metano con vapor procedente de energía fósil	Metanización y licuefacción	Electricidad generada por una combinación de fuentes	LNG_bCO2_fH2_M_gm

42	GNL	Gas natural licuado (metano)	CO ₂ + H ₂	CO ₂ : captura de carbono de fuente puntual biogénica H ₂ : procedente de electricidad renovable	Metanización y licuefacción	Electricidad generada por una combinación de fuentes	LNG_bCO2_rH2_M_gm
43	GNL	Gas natural licuado (metano)	CO ₂ + H ₂	CO ₂ : captura de carbono de fuente puntual biogénica H ₂ : Hidrógeno como subproducto de procesos industriales	Metanización y licuefacción	Electricidad generada por una combinación de fuentes	LNG_bCO2_ibpH2_M_gm
44	GNC	Gas natural comprimido (metano)	Gas natural	Fósil	Proceso ordinario en refinería y compresión	Electricidad generada por una combinación de fuentes	CNG_f_SR_gm
45	GNC	Gas natural comprimido (metano)	Mezcla de materias primas de 1 ^a , 2 ^a y 3 ^a generación	Biogénica	Gasificación termoquímica seguida de metanización y compresión	Electricidad generada por una combinación de fuentes	CNG_b_G_M_gm
46	GNC	Gas natural comprimido (metano)	Mezcla de materias primas de 1 ^a , 2 ^a y 3 ^a generación	Biogénica	GNL bioderivado mediante digestión anaeróbica y separación y compresión	Electricidad generada por una combinación de fuentes	CNG_b_AD_gm
47	GNC	Gas natural comprimido (metano)	Mezcla de materias primas de 1 ^a , 2 ^a y 3 ^a generación	Biogénica	GNL bioderivado mediante digestión anaeróbica, separación con captura de carbono de fuente puntual y almacenamiento a largo plazo de carbono y compresión	Electricidad generada por una combinación de fuentes	CNG_b_AD_CCS_gm

48	GNC	Gas natural comprimido (metano)	CO ₂ + H ₂	CO ₂ : captura de carbono de fuente puntual fósil H ₂ : Reformado del metano con vapor procedente de energía fósil	Metanización y compresión	Electricidad generada por una combinación de fuentes	CNG_fCO2_fH2_M_gm
49	GNC	Gas natural comprimido (metano)	CO ₂ + H ₂	CO ₂ : captura de carbono de fuente puntual fósil H ₂ : procedente de electricidad renovable	Metanización y compresión	Electricidad generada por una combinación de fuentes	CNG_fCO2_rH2_M_gm
50	GNC	Gas natural comprimido (metano)	CO ₂ + H ₂	CO ₂ : captura de carbono de fuente puntual fósil H ₂ : Hidrógeno como subproducto de procesos industriales	Metanización y compresión	Electricidad generada por una combinación de fuentes	GNC_fCO2_ibpH2_M_gm
51	GNC	Gas natural comprimido (metano)	CO ₂ + H ₂	CO ₂ : captura directa del aire H ₂ : Reformado del metano con vapor procedente de energía fósil	Metanización y compresión	Electricidad generada por una combinación de fuentes	CNG_rCO2_fH2_M_gm
52	GNC	Gas natural comprimido (metano)	CO ₂ + H ₂	CO ₂ : captura directa del aire H ₂ : procedente de electricidad renovable	Metanización y compresión	Electricidad generada por una combinación de fuentes	CNG_rCO2_rH2_M_gm
53	GNC	Gas natural comprimido (metano)	CO ₂ + H ₂	CO ₂ : captura directa del aire H ₂ : Hidrógeno como subproducto de procesos industriales	Metanización y compresión	Electricidad generada por una combinación de fuentes	CNG_rCO2_ibpH2_M_gm

54	GNC	Gas natural comprimido (metano)	CO ₂ + H ₂	CO ₂ : captura de carbono de fuente puntual biogénica H ₂ : Reformado del metano con vapor procedente de energía fósil	Metanización y compresión	Electricidad generada por una combinación de fuentes	CNG_bCO2_fH2_M_gm
55	GNC	Gas natural comprimido (metano)	CO ₂ + H ₂	CO ₂ : captura de carbono de fuente puntual biogénica H ₂ : procedente de electricidad renovable	Metanización y compresión	Electricidad generada por una combinación de fuentes	CNG_bCO2_rH2_M_gm
56	GNC	Gas natural comprimido (metano)	CO ₂ + H ₂	CO ₂ : captura de carbono de fuente puntual biogénica H ₂ : Hidrógeno como subproducto de procesos industriales	Metanización y compresión	Electricidad generada por una combinación de fuentes	CNG_bCO2_ibpH2_M_gm
57	Etano	Etano	Gas natural	Fósil	Proceso ordinario en refinería	Electricidad generada por una combinación de fuentes	Ethane_f_SR_gm
58	Combustible a base de aceite vegetal	Aceite vegetal puro	Materias primas de 1 ^a generación	Biogénica	Extracción y purificación	Electricidad generada por una combinación de fuentes	SVO_b_EP_1stgen_gm
59	Combustible a base de aceite vegetal	Aceites y grasas usados	Materias primas de 2 ^a generación	Biogénica	Extracción y purificación	Electricidad generada por una combinación de fuentes	UOF_b_EP_2ndgen_gm
60	Combustible a base de aceite vegetal	Aceite de algas	Materias primas de 3 ^a generación	Biogénica	Extracción y purificación	Electricidad generada por una combinación de fuentes	AO_b_EP_3rdgen_gm

61	Diésel	Diésel (éster metílico de ácido graso)	Materias primas de 1ª generación	Biogénica	Transesterificación	Electricidad generada por una combinación de fuentes	FAME_b_TRE_1stgen_gm_
62	Diésel	Diésel (éster metílico de ácido graso)	Materias primas de 2ª generación	Biogénica	Transesterificación	Electricidad generada por una combinación de fuentes	FAME_b_TRE_2ndgen_gm_
63	Diésel	Diésel (éster metílico de ácido graso)	Materias primas de 3ª generación	Biogénica	Transesterificación	Electricidad generada por una combinación de fuentes	FAME_b_TRE_3rdgen_gm_
64	Diésel	Diésel renovable (Bio FT-Diesel)	Materias primas de 1ª generación	Biogénica	Gasificación y síntesis de Fischer-Tropsch	Electricidad generada por una combinación de fuentes	FT-Diesel_b_G_FT_1stgen_gm_
65	Diésel	Diésel renovable (Bio FT-Diesel)	Mezcla de materias primas de 1ª, 2ª y 3ª generación	Biogénica	Digestión anaeróbica y separación de metano y síntesis de Fischer-Tropsch	Electricidad generada por una combinación de fuentes	FT-Diesel_b_AD_FT_gm
66	Diésel	Diésel renovable (Bio FT-Diesel)	Mezcla de materias primas de 1ª, 2ª y 3ª generación	Biogénica	Digestión anaeróbica y separación de metano y síntesis de Fischer-Tropsch con captura de carbono de fuente puntual y almacenamiento a largo plazo de carbono	Electricidad generada por una combinación de fuentes	FT-Diesel_b_AD_FT_CCS_gm

67	Diésel	Diésel renovable (FT-Diésel)	CO ₂ + H ₂	CO ₂ : captura de carbono de fuente puntual fósil H ₂ : Reformado del metano con vapor procedente de energía fósil	Síntesis de Fischer-Tropsch	Electricidad generada por una combinación de fuentes	FT-Diésel_fCO ₂ _fH ₂ _FT_gm
68	Diésel	Diésel renovable (FT-Diésel)	CO ₂ + H ₂	CO ₂ : captura de carbono de fuente puntual fósil H ₂ : procedente de electricidad renovable	Síntesis de Fischer-Tropsch	Electricidad generada por una combinación de fuentes	FT-Diésel_fCO ₂ _rH ₂ _FT_gm
69	Diésel	Diésel renovable (FT-Diésel)	CO ₂ + H ₂	CO ₂ : captura de carbono de fuente puntual fósil H ₂ : Hidrógeno como subproducto de procesos industriales	Síntesis de Fischer-Tropsch	Electricidad generada por una combinación de fuentes	FT-Diésel_fCO ₂ _ibpH ₂ _FT_gm
70	Diésel	Diésel renovable (FT-Diésel)	CO ₂ + H ₂	CO ₂ : Captura directa del aire H ₂ : Reformado del metano con vapor procedente de energía fósil	Síntesis de Fischer-Tropsch	Electricidad generada por una combinación de fuentes	FT-Diésel_rCO ₂ _fH ₂ _FT_gm
71	Diésel	Diésel renovable (FT-Diésel)	CO ₂ + H ₂	CO ₂ : Captura directa del aire H ₂ : procedente de electricidad renovable	Síntesis de Fischer-Tropsch	Electricidad generada por una combinación de fuentes	FT-Diésel_rCO ₂ _rH ₂ _FT_gm
72	Diésel	Diésel renovable (FT-Diésel)	CO ₂ + H ₂	CO ₂ : Captura directa del aire H ₂ : Hidrógeno como subproducto de procesos industriales	Síntesis de Fischer-Tropsch	Electricidad generada por una combinación de fuentes	FT-Diésel_rCO ₂ _ibpH ₂ _FT_gm

73	Diésel	Diésel renovable (FT-Diésel)	CO ₂ + H ₂	CO ₂ : captura de carbono de fuente puntual biogénica H ₂ : Reformado del metano con vapor procedente de energía fósil	Síntesis de Fischer-Tropsch	Electricidad generada por una combinación de fuentes	FT-Diesel_bCO2_fH2_FT_gm
74	Diésel	Diésel renovable (FT-Diésel)	CO ₂ + H ₂	CO ₂ : captura de carbono de fuente puntual biogénica H ₂ : procedente de electricidad renovable	Síntesis de Fischer-Tropsch	Electricidad generada por una combinación de fuentes	FT-Diesel_bCO2_rH2_FT_gm
75	Diésel	Diésel renovable (FT-Diésel)	CO ₂ + H ₂	CO ₂ : captura de carbono de fuente puntual biogénica H ₂ : Hidrógeno como subproducto de procesos industriales	Síntesis de Fischer-Tropsch	Electricidad generada por una combinación de fuentes	FT-Diesel_bCO2_ibpH2_FT_gm
76	Diésel	Diésel renovable (aceite vegetal tratado con hidrógeno)	Materias primas de 1 ^a generación	Biogénica	Hidrogenación	Electricidad generada por una combinación de fuentes	HVO_b_HD_1stgen_gm_
77	Diésel	Diésel renovable (aceite vegetal tratado con hidrógeno)	Materias primas de 2 ^a generación	Biogénica	Hidrogenación	Electricidad generada por una combinación de fuentes	HVO_b_HD_2ndgen_gm_
78	Diésel	Diésel renovable (aceite vegetal tratado con hidrógeno)	Materias primas de 3 ^a generación	Biogénica	Hidrogenación	Electricidad generada por una combinación de fuentes	HVO_b_HD_3rdgen_gm_
79	DME	Éter dimetílico (DME)	Materias primas de 1 ^a generación	Biogénica	Gasificación y síntesis de DME	Electricidad generada por una combinación de fuentes	DME_b_G_DMES_1stgen_gm_

80	DME	Éter dimetílico (DME)	Materias primas de 2ª generación	Biogénica	Gasificación y síntesis de DME	Electricidad generada por una combinación de fuentes	DME-b-G-DMES_2ndgen_gm_
81	DME	Éter dimetílico (DME)	Mezcla de materias primas de 1ª, 2ª y 3ª generación	Biogénica	Digestión anaeróbica y separación de metano y síntesis de DME	Electricidad generada por una combinación de fuentes	DME_b_AD_DMES_gm
82	DME	Éter dimetílico (DME)	Mezcla de materias primas de 1ª, 2ª y 3ª generación	Biogénica	Digestión anaeróbica y separación de metano y síntesis de DME con captura de carbono de fuente puntual y almacenamiento a largo plazo de carbono	Electricidad generada por una combinación de fuentes	DME_b_AD_DMES_CCS_gm
83	DME	Éter dimetílico (DME)	Gas natural	Fósil	Gasificación y síntesis de DME	Electricidad generada por una combinación de fuentes	DME_f_G_DMES_gm
84	Diésel	Aceite de pirólisis mejorado	Materias primas de 2ª generación	Biogénica	Pirólisis, pirólisis rápida y/o pirólisis rápida catalítica y mejoramiento	Electricidad generada por una combinación de fuentes	UPO_b_UPO_2ndgen_gm_
85	Diésel	Combustible obtenido mediante licuefacción hidrotérmica (HTL)	Materias primas de 2ª generación	Biogénica	Licuefacción hidrotérmicas y mejoramiento	Electricidad generada por una combinación de fuentes	HTL_b_HTL_2ndgen_gm_
86	Metanol	Metanol	Gas natural	Fósil	Reformado del metano con vapor de gas natural y síntesis del metanol	Electricidad generada por una combinación de fuentes	MeOH_f_SMR_gm

87	Metanol	Metanol	Gas natural	Fósil	Reformado del metano con vapor de gas natural con captura y almacenamiento de carbono y síntesis del metanol	Electricidad generada por una combinación de fuentes	MeOH_f_SMR_CCS_gm
88	Metanol	Metanol	Carbón	Fósil	Gasificación del carbón y síntesis del metanol	Electricidad generada por una combinación de fuentes	MeOH_f_G_MS_gm
89	Metanol	Metanol	Carbón	Fósil	Gasificación del carbón con captura y almacenamiento de carbono y síntesis del metanol	Electricidad generada por una combinación de fuentes	MeOH_f_G_MS_CCS_gm
90	Metanol	Metanol	Materias primas de 2ª y 3ª generación	Biogénica	Gasificación de la biomasa y síntesis del metanol	Electricidad generada por una combinación de fuentes	MeOH_b_G_MS_gm
91	Metanol	Metanol	Mezcla de materias primas de 1ª, 2ª y 3ª generación	Biogénica	Reformado del gas natural renovable (biometano a partir de digestión anaeróbica) y síntesis del metanol	Electricidad generada por una combinación de fuentes	MeOH_b_AD_MS_gm
92	Metanol	Metanol	CO ₂ + H ₂	CO ₂ : captura de carbono de fuente puntual fósil H ₂ : Reformado del metano con vapor procedente de energía fósil	Síntesis del metanol	Electricidad generada por una combinación de fuentes	MeOH_fCO2_fH2_MS_gm
93	Metanol	Metanol	CO ₂ + H ₂	CO ₂ : captura de carbono de fuente puntual fósil	Síntesis del metanol	Electricidad generada por una combinación de fuentes	MeOH_fCO2_rH2_MS_gm

				H ₂ : procedente de electricidad renovable			
94	Metanol	Metanol	CO ₂ + H ₂	CO ₂ : captura de carbono de fuente puntual fósil H ₂ : Hidrógeno como subproducto de procesos industriales	Síntesis del metanol	Electricidad generada por una combinación de fuentes	MeOH_fCO2_ibpH2_MS_gm
95	Metanol	Metanol	CO ₂ + H ₂	CO ₂ : captura directa del aire H ₂ : Reformado del metano con vapor procedente de energía fósil	Síntesis del metanol	Electricidad generada por una combinación de fuentes	MeOH_rCO2_fH2_MS_gm
96	Metanol	Metanol	CO ₂ + H ₂	CO ₂ : captura directa del aire H ₂ : procedente de electricidad renovable	Síntesis del metanol	Electricidad generada por una combinación de fuentes	MeOH_rCO2_rH2_MS_gm
97	Metanol	Metanol	CO ₂ + H ₂	CO ₂ : captura directa del aire H ₂ : Hidrógeno como subproducto de procesos industriales	Síntesis del metanol	Electricidad generada por una combinación de fuentes	MeOH_rCO2_ibpH2_MS_gm

98	Metanol	Metanol	CO ₂ + H ₂	CO ₂ : captura de carbono de fuente puntual biogénica H ₂ : Reformado del metano con vapor procedente de energía fósil	Síntesis del metanol	Electricidad generada por una combinación de fuentes	MeOH_bCO2_fH2_MS_gm
99	Metanol	Metanol	CO ₂ + H ₂	CO ₂ : captura de carbono de fuente puntual biogénica H ₂ : procedente de electricidad renovable	Síntesis del metanol	Electricidad generada por una combinación de fuentes	MeOH_bCO2_rH2_MS_gm
100	Metanol	Metanol	CO ₂ + H ₂	CO ₂ : captura de carbono de fuente puntual biogénica H ₂ : Hidrógeno como subproducto de procesos industriales	Síntesis del metanol	Electricidad generada por una combinación de fuentes	MeOH_bCO2_ibpH2_MS_gm
101	Etanol	Etanol	Materias primas de 1 ^a generación	Biogénica	Fermentación	Electricidad generada por una combinación de fuentes	EtOH_b_FR_1stgen_gm_
102	Etanol	Etanol	Materias primas de 2 ^a generación	Biogénica	Etapas de tratamiento previo/ hidrólisis y fermentación	Electricidad generada por una combinación de fuentes	EtOH_b_FR_2ndgen_gm_
103	Etanol	Etanol	Materias primas de 3 ^a generación	Biogénica	Fermentación	Electricidad generada por una combinación de fuentes	EtOH_b_FR_3rdgen_gm_
104	Hidrógeno	Hidrógeno	Gas natural	Fósil	Reformado del metano con vapor de gas natural	Electricidad generada por una combinación de fuentes	H2_f_SMR_gm

105	Hidrógeno	Hidrógeno	Gas natural	Fósil	Reformado del metano con vapor de gas natural con captura y almacenamiento a largo plazo de carbono	Electricidad generada por una combinación de fuentes	H2_f_SMR_CCS_gm
106	Hidrógeno	Hidrógeno	Gas natural	Fósil	Pirólisis de metano para su conversión en carbono e hidrógeno	Electricidad generada por una combinación de fuentes	H2_f_MPO_gm
107	Hidrógeno	Hidrógeno	Carbón	Fósil	Gasificación o carbonización del carbón	Electricidad generada por una combinación de fuentes	H2_f_G_gm
108	Hidrógeno	Hidrógeno	Carbón	Fósil	Gasificación o carbonización del carbón con captura y almacenamiento a largo plazo de carbono	Electricidad generada por una combinación de fuentes	H2_f_G_CCS_gm
109	Hidrógeno	Hidrógeno	Materias primas de 2ª generación	Biogénica	Gasificación de la biomasa y separación del gas de síntesis con captura de carbono de fuente puntual y almacenamiento a largo plazo de carbono	Electricidad generada por una combinación de fuentes	H2_b_G_SS_CCS_2ndgen_gm_
110	Hidrógeno	Hidrógeno	Agua + Electricidad	Renovable	Electrolisis fotovoltaica y/o eólica especializadas y/u otras electrólisis y licuefacción	Electricidad renovable	LH2_EL_r_Liquefied

111	Hidrógeno	Hidrógeno	Agua + Electricidad	Fósil/Renovable	Electrolisis y licuefacción	Electricidad generada por una combinación de fuentes	LH2_EL_gm_Liquefied
112	Hidrógeno	Hidrógeno	Agua + Electricidad	Nuclear	Ciclos termoquímicos o electrólisis y licuefacción	Nuclear	LH2_EL_n_Liquefied
113	Hidrógeno	Hidrógeno		Hidrógeno como subproducto de procesos industriales		Electricidad generada por una combinación de fuentes	LH2__ibp_gm_Liquefied
114	Amoníaco	Amoníaco	Gas natural	Fósil	Pirólisis de metano para su conversión en carbono puro e hidrógeno y proceso de Haber Bosch	Electricidad generada por una combinación de fuentes	NH3_f_MPO_HB_gm
115	Amoníaco	Amoníaco	Gas natural	Fósil	Reformado del metano con vapor de gas natural y proceso de Haber Bosch	Electricidad generada por una combinación de fuentes	NH3_f_SMR_HB_gm
116	Amoníaco	Amoníaco	Gas natural	Fósil	Reformado del metano con vapor de gas natural con captura de carbono de fuente puntual y almacenamiento a largo plazo de carbono y proceso de Haber Bosch	Electricidad generada por una combinación de fuentes	NH3_f_SMR_HB_CCS_gm
117	Amoníaco	Amoníaco	Carbón	Fósil	Gasificación del carbón y proceso de Haber Bosch	Electricidad generada por una combinación de fuentes	NH3_f_G_HB_gm

118	Amoníaco	Amoníaco	Carbón	Fósil	Gasificación del carbón con captura y almacenamiento a largo plazo de carbono y proceso de Haber Bosch	Electricidad generada por una combinación de fuentes	NH3_f_G_HB_CCS_gm
119	Amoníaco	Amoníaco	Materias primas de 2ª generación	Biogénica	Gasificación	Electricidad generada por una combinación de fuentes	NH3_b_G_2ndgen_gm_
120	Amoníaco	Amoníaco	N ₂ + H ₂	N ₂ : separado con electricidad renovable H ₂ : producido a partir de electricidad renovable	Proceso de Haber Bosch	Electricidad generada por una combinación de fuentes	NH3_rN2_rH2_HB_gm
121	Amoníaco	Amoníaco	N ₂ + H ₂	N ₂ : separado con electricidad renovable H ₂ : reformado del metano con vapor procedente de energía fósil	Proceso de Haber Bosch	Electricidad generada por una combinación de fuentes	NH3_rN2_fH2_HB_gm
122	Amoníaco	Amoníaco	N ₂ + H ₂	N ₂ : separado con electricidad renovable H ₂ : hidrógeno como subproducto de procesos industriales	Proceso de Haber Bosch	Electricidad generada por una combinación de fuentes	NH3_rN2_ibpH2_HB_gm
123	Amoníaco	Amoníaco	N ₂ + H ₂	N ₂ : separado con electricidad generada por una combinación de fuentes	Ciclos termoquímicos o electrólisis	Nuclear	NH3_gmN2_fH2_EL_n

				H ₂ : reformado del metano con vapor procedente de energía fósil			
124	Amoníaco	Amoníaco	N ₂ + H ₂	N ₂ : separado con electricidad generada por una combinación de fuentes H ₂ : producido a partir de electricidad renovable	Ciclos termoquímicos o electrólisis	Nuclear	NH3_gmN2_rH2_EL_n
125	Amoníaco	Amoníaco	N ₂ + H ₂	N ₂ : separado con electricidad generada por una combinación de fuentes H ₂ : hidrógeno como subproducto de procesos industriales	Ciclos termoquímicos o electrólisis	Nuclear	NH3_gmN2_ibpH2_EL_n
126	Electricidad	Electricidad		Fósil/renovable	-	Electricidad generada por una combinación de fuentes	Electricity_gm
127	Electricidad	Electricidad		Renovable	Fotovoltaico y/o eólico especializados y/u otros	Electricidad renovable	Electricity_renewable
128	Propulsión eólica						

APÉNDICE 2

FACTORES INICIALES DE EMISIÓN POR DEFECTO POR CÓDIGO DE TRAYECTORIA DEL COMBUSTIBLE

Orden	Tipo de combustible	Código de trayectoria del combustible	Intensidad de GEI del WtT (g CO _{2eq} /MJ)	LCV (MJ/g)	Convertidor de energía	C _f CO ₂ (g CO ₂ /g combustible)	C _f CH ₄ (g CH ₄ /g combustible)	C _f N ₂ O (g N ₂ O/g combustible)	C _{slip} /C _{fug} (masa %)	e _c g CO _{2eq} /g combustible	Intensidad de GEI del TtW (g CO _{2eq} /MJ)	NOTA
1	Fueloil pesado (ISO 8217 grados RME, RMG y RMK, con un contenido de azufre del 0,10 < S ≤ 0,50 %)	HFO(VLSFO)_f_SR_gm	16,8	0,0402	TODOS LOS MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA	3,114	0,00005	0,00018				Resolución MEPC.364(79) Cuarto Estudio de la OMI sobre los GEI)
2	Fueloil pesado (ISO 8217 grados RME, RMG y RMK, con un contenido de azufre que exceda el 0,50 %)	HFO(HSHFO)_f_SR_gm	14,9	0,0402	TODOS LOS MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA	3,114	0,00005	0,00018				Resolución MEPC.364(79) Cuarto Estudio de la OMI sobre los GEI
3	Fueloil ligero (ISO 8217 grados RMA, RMB y RMD, con un contenido máximo de azufre del 0,10 %)	LFO(ULSFO)_f_SR_gm		0,0412	TODOS LOS MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA	3,151	0,00005	0,00018				Resolución MEPC.364(79) Cuarto estudio de la OMI sobre los GEI
4	Fueloil ligero (ISO 8217 grados RMA, RMB y RMD, con un contenido de azufre del 0,10 < S ≤ 0,50 %)	LFO(VLSFO)_f_SR_gm		0,0412	TODOS LOS MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA	3,151	0,00005	0,00018				Resolución MEPC.364(79) Cuarto Estudio de la OMI sobre los GEI
5	Diésel/gasóleo para usos marinos (ISO 8217 grados DMX, DMA, DMZ y DMB con un contenido máximo de azufre del 0,10 %)	MDO/MGO(ULSFO)_f_SR_gm	17,7	0,0427	TODOS LOS MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA	3,206	0,00005	0,00018				Resolución MEPC.364(79) Cuarto Estudio de la OMI sobre los GEI
6	Diésel/gasóleo para usos marinos (ISO 8217 grados DMX, DMA, DMZ y DMB con un contenido de azufre del 0,10 < S ≤ 0,50 %)	MDO/MGO(VLSFO)_f_SR_gm		0,0427	TODOS LOS MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA	3,206	0,00005	0,00018				Resolución MEPC.364(79) Cuarto Estudio de la OMI sobre los GEI
11	Gas de petróleo licuado (propano)	LPG(Propane)_f_SR_gm		0,0463	TODOS LOS MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA	3,000	0,00005	0,00018				Resolución MEPC.364(79)

Orden	Tipo de combustible	Código de trayectoria del combustible	Intensidad de GEI del WtT (g CO _{2eq} /MJ)	LCV (MJ/g)	Convertidor de energía	C _f CO ₂ (g CO ₂ /g combustible)	C _f CH ₄ (g CH ₄ /g combustible)	C _f N ₂ O (g N ₂ O/g combustible)	C _{slip} /C _{fuq} (masa %)	e _c g CO _{2eq} /g combustible	Intensidad de GEI del TtW (g CO _{2eq} /MJ)	NOTA
												Cuarto Estudio de la OMI sobre los GEI
21	Gas de petróleo licuado (butano)	LPG(Butane)_f_SR_gm		0,0457	TODOS LOS MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA	3,030	0,00005	0,00018				Resolución MEPC.364(79) Cuarto Estudio de la OMI sobre los GEI
31	Gas natural licuado (metano)	LNG_f_SLP_gm		0,0480	GNL Otto (velocidad media y combustible mixto)	2,750	0	0,00011	3,5/-			Resolución MEPC.364(79) Cuarto Estudio de la OMI sobre los GEI
					GNL Otto (baja velocidad y combustible mixto)				1,7/-			
					GNL diésel (baja velocidad y combustible mixto)				0,15/-			
					Combustión lenta con encendido por chispa (LBSI)				2,6/-			
					Turbinas y calderas de vapor				0,01/-			
33	Gas natural licuado (metano)	LNG_b_AD_gm			GNL Otto (velocidad media y combustible mixto)	2,750						
					GNL Otto (baja velocidad y combustible mixto)							
					GNL diésel (baja velocidad y combustible mixto)							
					Combustión lenta con encendido por chispa (LBSI)							

Orden	Tipo de combustible	Código de trayectoria del combustible	Intensidad de GEI del WtT (g CO _{2eq} /MJ)	LCV (MJ/g)	Convertidor de energía	C _f CO ₂ (g CO ₂ /g combustible)	C _f CH ₄ (g CH ₄ /g combustible)	C _f N ₂ O (g N ₂ O/g combustible)	C _{slip} /C _{fuq} (masa %)	e _c g CO _{2eq} /g combustible	Intensidad de GEI del TtW (g CO _{2eq} /MJ)	NOTA
					Turbinas y calderas de vapor							
62	Diésel (éster metílico de ácido graso)	FAME_b_TRE_gm_2ndgen	20,8	0,0372	TODOS LOS MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA							
77	Diésel renovable (aceite vegetal tratado con hidrógeno)	HVO_b_HD_gm_1stgen	14,9	0,044	TODOS LOS MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA							
105	Hidrógeno	H2_f_SMR_CCS_gm		0,12	TODOS LOS MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA Pila de combustible	0						
121	Amoníaco	NH3_rN2_fH2_HB_gm		0,0186	TODOS LOS MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA Pila de combustible	0						

APÉNDICE 3

ABREVIATURAS Y GLOSARIO

Abreviaturas

AR – Informe de evaluación del IPCC
BDN – Nota de entrega de combustible
Cf – Factores de conversión de las emisiones $C_{fCO_2/CH_4/N_2O}$ (g GEI (CO₂/CH₄/N₂O)/g combustible) correspondientes a las emisiones procedentes del proceso de combustión y/o oxidación, incluido el combustible con el efecto pertinente del PCM resultante de la conversión de la energía de combustión.
CH₄ – Metano
CO₂ – Dióxido de carbono
CO_{2eq} – Dióxido de carbono equivalente
CCS – Captura y almacenamiento de carbono;
CCU – Captura y utilización de carbono;
DAC – Captura directa del aire
DCS – Sistema de recopilación de datos de la OMI sobre el consumo de fueloil de los buques
DLUC – Cambio de uso del suelo directo
FLL – Etiqueta del ciclo de vida del combustible
GEI – Gas de efecto invernadero
ILUC – Cambio de uso del suelo indirecto
IPCC – Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático
LCA – Evaluación del ciclo de vida
LCV – Poder calorífico inferior (MJ/g combustible)
NMVOC – Compuestos orgánicos volátiles distintos del metano
N₂O – Óxido nitroso
CTN – Código técnico sobre los NO_x
PCM – Potencial de calentamiento mundial
RFNBO – Combustibles renovables de origen no biológico
SLCF – Forzador climático de vida corta
TtW – Del tanque a la estela
WtT – Del pozo al tanque
WtW – Del pozo a la estela
VOC – Compuestos orgánicos volátiles

Glosario

Coproducto – un resultado de un proceso de producción, que tiene valor económico pertinente y una oferta elástica (entendida como la existencia de una prueba clara del vínculo causal entre el valor de mercado de la materia prima y la cantidad de materia prima que puede producirse).

Biomasa – La biomasa es materia orgánica renovable procedente de plantas y animales.

Energías renovables – cualquier forma de energía procedente de fuentes solares, geofísicas o biológicas que se repone mediante procesos naturales a un ritmo igual o superior a su índice de utilización. Las energías renovables se obtienen de los flujos continuos o repetitivos de energía que se producen en el medio natural e incluyen tecnologías con bajas emisiones de carbono, tales como la energía solar, la hidroeléctrica, la eólica, la mareomotriz y la térmica oceánica, así como combustibles renovables como la biomasa.

Potencial de calentamiento mundial – El potencial de calentamiento mundial indica el potencial de un gas de efecto invernadero para retener calor adicional en la atmósfera a lo largo del tiempo en relación con el dióxido de carbono. El aumento de la captura de calor en la atmósfera (es decir, el "efecto invernadero") se debe a la absorción de radiación infrarroja por un gas determinado. El PCM también depende de la vida útil atmosférica de un gas y del horizonte temporal que se considere (por ejemplo, el PCM 20 se basa en la energía absorbida durante 20 años, mientras que el PCM 100 se basa en la energía absorbida durante 100 años. Cada gas de efecto invernadero tiene un potencial de calentamiento mundial específico que se utiliza para calcular el CO₂ equivalente (CO_{2eq}).

Cambio de uso del suelo – La producción de biocombustibles conlleva un cambio de uso del suelo (LUC). Los LUC pueden clasificarse en directos (DLUC) e indirectos (ILUC).

Marco para la evaluación del ciclo de vida (LCA) – La evaluación del ciclo de vida determina los posibles efectos ambientales de los productos, los procesos o los servicios de principio a fin, es decir, desde la adquisición/extracción de las materias primas hasta su procesamiento, transporte, utilización y eliminación.

Límites del sistema – El límite del sistema determina qué entidades (procesos unitarios) se encuentran dentro del sistema y cuáles fuera. Fundamentalmente, determina las etapas y procesos del ciclo de vida/cadena de suministro que se incluyen en la evaluación y que han de estar en consonancia con el objetivo y el alcance del estudio.

Ampliación del sistema – La norma ISO 14040 recomienda que se amplíe el sistema siempre que sea posible. La ampliación del sistema forma parte del método consecuente de la LCA, cuyo objetivo es registrar el cambio en los efectos ambientales como consecuencia de una actividad determinada.

Del pozo a la estela – Mediante los estudios del WtW se calculan las necesidades energéticas y las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) resultantes en la producción de un combustible y su utilización en el buque, tomando como base la metodología más amplia de la evaluación del ciclo de vida (LCA). El término "pozo" se utiliza en relación con los combustibles procedentes de todas las fuentes, ya que, si bien el término se aplica con mayor frecuencia a los recursos convencionales de petróleo crudo, su utilización y comprensión están muy extendidos.

APÉNDICE 4

PLANTILLA PARA LA PRESENTACIÓN DEL FACTOR DE EMISIÓN POR DEFECTO DEL POZO AL TANQUE

1 **Observaciones explicativas sobre el alcance general de la plantilla:** Esta plantilla tiene por objeto recopilar y presentar de forma clara y estructurada los datos relativos a los insumos utilizados para calcular un "factor de emisión por defecto" correspondiente a una trayectoria específica de transformación de "materia prima en combustible". Un "factor de emisión por defecto" tiene como objetivo representar los resultados cuantitativos de una evaluación de alto nivel sobre la intensidad de carbono ($g\ CO_{2eq}/MJ$) de una cadena de valor de transformación de la materia prima en combustible. Con el factor de emisión por defecto no se pretende representar la mejor forma disponible de producir un combustible, sino un valor que describe en principio una producción de materia prima, que posteriormente se convierte en una instalación normalizada, situada en una región genérica. Un factor de emisión por defecto no tiene por qué reflejar la mejora del proceso, con respecto a la producción actual, ni las tecnologías innovadoras. El factor de emisión por defecto tiene, como mínimo, un doble objetivo:

- .1 contemplar la comparación de la intensidad de carbono entre las distintas tecnologías;
- .2 contemplar que los operadores muestren que las emisiones de todo el ciclo de vida básico son inferiores a las emisiones por defecto del mismo, mediante un proceso de certificación.

2 Los operadores (por ejemplo, los productores de combustible) pueden solicitar la certificación, a fin de demostrar que su rendimiento es mejor que el factor de emisión por defecto (que, por tanto, no puede ser la representación de la mejor tecnología disponible), y obtener un "valor real" certificado. También pueden utilizarse valores reales cuando el productor de combustible ha determinado una trayectoria nueva que no tiene un factor de emisión por defecto del ciclo de vida básico.

3 En la presente plantilla se puede presentar el conjunto mínimo de datos necesarios para el cálculo de los factores de emisión por defecto de la LCA básico, garantizando la calidad en lo que respecta a la pertinencia, la idoneidad, la calidad, la transparencia y la accesibilidad de los datos.

DESCRIPCIÓN DE LA TRAYECTORIA

4 En esta sección debería presentarse con claridad la trayectoria modelada, con el objetivo de proporcionar al menos información relativa a: el tipo de materia prima utilizada, una descripción de la tecnología empleada para convertir dicha materia prima en el combustible final y cualquier otra información pertinente, conforme con el límite del sistema de las Directrices LCA.

5 **Observaciones explicativas sobre la descripción de la trayectoria:** Los factores de emisión por defecto se basan en la metodología del WtT, cuyo objetivo es evaluar la cantidad de emisiones de GEI en relación con la producción y la distribución de combustible. En la figura que aparece a continuación se muestran las etapas de producción que se incluirán en la metodología del WtT:

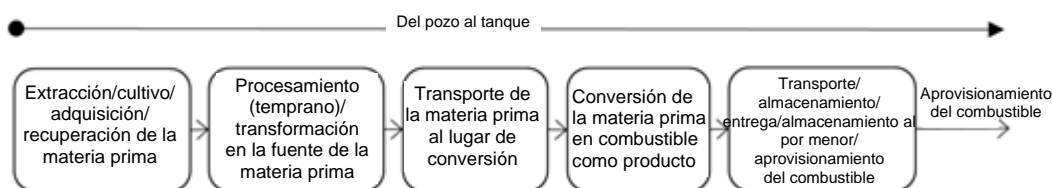


Figura 2: Cadena de suministro genérica del pozo al tanque

Los límites del sistema establecidos para describir una trayectoria concreta de transformación de materia prima en combustible se ajustarán a las definiciones que figuran en las Directrices.

En los apéndices puede incluirse información pormenorizada y pertinente adicional, como la ubicación, la capacidad de producción, la antigüedad, etc. de la instalación o instalaciones de producción.

DESCRIPCIÓN DE LOS INSUMOS

6 En esta sección debería presentarse con claridad el insumo utilizado en el ejercicio de elaboración de modelos.

7 Debería facilitarse información sobre la fuente de los datos y el modelo utilizado.

8 **Observaciones explicativas sobre la descripción del insumo:** Con el fin de ofrecer orientaciones para cumplimentar la plantilla, véanse a continuación algunos cuadros cuyo propósito es presentar los datos que deberían incluirse, según la trayectoria (ejemplo basado en la producción y conversión de materias primas lipídicas). Dado que, en la práctica, los cuadros son "específicos para cada trayectoria", adáptense cuando sea necesario.

Cuadro 1: Insumos y productos e_{fecu} correspondientes a la materia prima XXX

				XXXX, por kg seco	Fuentes de datos/modelo utilizados	
e_{fecu}	Materia prima XXX	Insumos agrícolas	Total N (g)	...	zzz y otros, 2010	
			P ₂ O ₅ (g)	...	ecoinvent	
			K ₂ O (g)	...	REET	
			Diésel (MJ)	...	...
			
		por kg de hidrocarburo XXXX				
					Valores	Fuentes de datos/modelo utilizados
			Insumos de la extracción de hidrocarburos	Materia prima (g, seca)	...	zzz y otros, 2010
				NG (MJ)	...	ecoinvent
				N-hexano (MJ)	...	REET
		Electricidad (MJ)	...	...

			Electricidad (MJ)	...	...
		
			Coproducto, zzz(g)	...	...
			Coproducto, zzz(g)	...	...
		Productos de la extracción de hidrocarburos	Coproducto, zzz(g)	...	...
		

Cuadro 2: Insumos y productos e_p correspondientes al proceso de conversión de XXXX – Observación explicativa: incluye todas las etapas necesarias para el tratamiento previo de la materia prima con el fin de poder convertirla en combustible, mediante el proceso de conversión seleccionado

	por combustible MJ		
		Valores	Fuentes de datos/ modelo utilizados
Insumos	Materia prima (g, hidrocarburo)	...	zzz y otros, 2010
	NG (MJ)	...	ecoinvent
	H ₂ (MJ)	*	GREET
	Electricidad (MJ)	...	...
	Observación explicativa: marcador de posición para insumos de productos clave (por ejemplo, productos químicos, etc.)	...	...
Productos	Coproducto, mezcla de propano (MJ)	**	...
	Coproducto, nafta (MJ)	**	...
	Coproducto, xxxx (MJ)	...	...

*H₂ derivado del reformado con vapor de NG, incluido en el insumo de NG;

**Insumos tras la asignación

Cuadro 3: Insumos correspondientes a las combinaciones regionales de generación de electricidad

	EE.UU. (%) ¹	UE (%) ²	India ³ (%)	Xxx (%)
Hidrocarburos residuales
Gas natural
Carbón
Energía nuclear
Biomasa
Hidroeléctrica
Geotérmica
Eólica
Solar fotovoltaica
Otras

¹ GREET, 20xx, ² EEE, 20xx (combinación de energía eléctrica de la UE en 20xx), ³ Agencia Internacional de la Energía, 20xx.

Cuadro 4: Insumos e_{td} correspondientes al transporte de materias primas y combustibles – *Observación explicativa: al rellenar el cuadro, añádase el combustible utilizado – En "Fuente de datos/modelo utilizado", especifíquese el tipo de combustible, la eficiencia específica y el convertidor de energía, si está disponible*

	Transporte de la materia prima		Fuentes de datos/ modelo utilizado
Insumos e_{td} correspondientes al transporte y distribución	Distancia (km)	xxx; xxx	
	Modo	Camión para servicio pesado; tren; buque	
	Proporción (%)	yy; yy; yy	
	Transporte del combustible		
	Distancia (km)	xxx; xxxx; xx	
	Modo	Gabarra; ferrocarril; camión para servicio pesado	
	Proporción (%)	y; yy; yy	
	Distribución del combustible		
	Distancia (km)	xx	
	Modo	Camión para servicio pesado	
	Proporción (%)		
	
	Cualquier otro modo de transporte y distribución		

RESULTADOS PRINCIPALES

9 En la presente sección deberían incluirse los resultados de la trayectoria modelizada.

Cuadro 5: Identificación del combustible

Código de trayectoria del combustible	LCV (MJ/g)	Densidad (kg/m ³)	CfCO ₂

Cuadro 6: Factores de emisión por defecto propuestos para XXX convertidos en una trayectoria YYYY

Región	e_{fecu} Cultivo/ extracción de la materia prima	e_{td} Transporte de la materia prima	e_p Producción de combustible	(Suma de los términos) Factores de emisión de la intensidad de los GEI del WtT(g CO _{2eq} /MJ) propuestos
ZZZZ				
AAAA				
BBBB				
...				

APÉNDICE

10 Descripción breve de la trayectoria

11 Descripción breve de la tecnología

....

REFERENCIAS

12 REFERENCIA (formato APA)
