



COMISIÓN EUROPEA
DIRECCIÓN GENERAL
FISCALIDAD Y UNIÓN ADUANERA
Fiscalidad Indirecta y Administración Fiscal
MAFC, Energía y Fiscalidad Ecológica

En Bruselas, a 8 de diciembre de 2023

**DOCUMENTO DE ORIENTACIÓN SOBRE LA APLICACIÓN DEL
MAFC PARA TITULARES DE INSTALACIONES NO
PERTENECIENTES A LA UE**

Este documento de orientación recoge las opiniones de los servicios de la Comisión Europea en el momento de su emisión. No es jurídicamente vinculante.

HISTORIAL DE VERSIONES

Fecha	Notas de las versiones:
17 de agosto de 2023	Primera publicación
26 de octubre 2023	<p>Se introdujeron las siguientes correcciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Algunas aclaraciones en la sección 6.7.3 (electricidad y producción combinada de calor y electricidad) • Mejora de los ejemplos prácticos sectoriales, en particular: <ul style="list-style-type: none"> • Cemento, sección 7.1.3 (aclaraciones menores) • Acero (7.2.2.1, en particular el cálculo de la deducción del gas residual) • Abono mezclado (sección 7.3.2, aclaraciones menores) • Aluminio (sección 7.4.2, aclaraciones menores) • Hidrógeno (sección 7.5.2, no todo el H₂ que se produce se vende) • Corrección de varias erratas, referencias y formatos.
21 de noviembre 2023	Corrección en la norma <i>de minimis</i>
8 de diciembre de 2023	<p>Se introdujeron las siguientes correcciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aclaraciones en la sección 4.3 (Período transitorio), en particular en las secciones 4.3.3 (Períodos de notificación) y 4.3.5 (Perfeccionamiento activo). • Aclaraciones en la sección 5.4.3 (hidrógeno) para incluir otras rutas de producción y en el <i>Gráfico 5-6</i> (Mineral sinterizado) y en el <i>Gráfico 5-11</i> (Acero bruto - Fabricación de acero básico al oxígeno). • En la sección 6.2.1, la inclusión del Cuadro 6-1 con una comparación del alcance de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) entre el MAFC, el RCDE de la UE y otras normas. • Aclaraciones menores en la sección 6.3 (Definición de los límites del sistema del proceso de producción) • La inclusión de números de referencia de las ecuaciones, en las secciones 6 y 7 que hacen referencia al Reglamento de Ejecución (UE) 2023/1773. • Aclaraciones en las secciones 6.8.1.2 (Requisitos de seguimiento) en relación con la calidad de las mercancías, y 6.8.2 (Seguimiento de datos relativos a los precursores) en relación con las diferencias en los períodos de notificación.

	<ul style="list-style-type: none"> • Aclaraciones en la sección 6.9 (Uso de factores por defecto y otros métodos) y, en particular, incorporación de una sección nueva 6.9.4 (Uso transitorio de otros sistemas de seguimiento y notificación de las emisiones de GEI). • En la sección 7.2.2.3, incorporación de un ejemplo práctico nuevo relativo a la fabricación de productos de acero a partir de precursores adquiridos. • En la sección 8, corrección de la norma de exención de la Asociación Europea de Libre Comercio (AELC). • Supresión del anexo relativo a los valores por defecto, ya que la información puede consultarse en el sitio web de la Comisión específico sobre el MAFC.

ÍNDICE

1	RESUMEN	8
2	INTRODUCCIÓN	9
2.1	Acerca de este documento	9
2.2	Cómo utilizar este documento	10
2.3	Fuentes de información suplementaria	11
3	GUÍA RÁPIDA PARA TITULARES	14
4	EL MECANISMO DE AJUSTE EN FRONTERA POR CARBONO	23
4.1	Introducción al MAFC	23
4.2	Definiciones y alcance de las emisiones contempladas en el MAFC	24
4.3	Período transitorio	26
4.3.1	Funciones y responsabilidades clave en materia de presentación de informes	26
4.3.2	Qué seguimiento debe realizar usted (como titular)	28
4.3.3	Períodos de notificación para los titulares y los importadores	29
4.3.4	Gobernanza del MAFC	31
4.3.5	Perfeccionamiento activo	33
5	MERCANCÍAS MACF Y RUTAS DE PRODUCCIÓN	34
5.1	Introducción a las secciones específicas sectoriales	34
5.2	Determinación de las mercancías MAFC	35
5.2.1	Especificaciones de los productos	36
5.2.2	Determinar las mercancías que entran en el ámbito de aplicación del Reglamento MAFC	36
5.3	Sector del cemento	36
5.3.1	Unidad de producción y emisiones implícitas por sector industrial	37
5.3.2	Definición y explicación de las mercancías incluidas	38
5.3.3	Definición y explicación de los procesos y las rutas de producción pertinentes	39
5.4	Sector de los productos químicos: hidrógeno	44
5.4.1	Unidad de producción y emisiones implícitas	44
5.4.2	Definición y explicación de las mercancías del sector incluidas en el MAFC	45
5.4.3	Definición y explicación de los procesos y las rutas de producción pertinentes	46
5.5	Sector de los abonos	50
5.5.1	Unidad de producción y emisiones implícitas	50

5.5.2 Definición y explicación de las mercancías del sector incluidas en el MAFC	51
5.5.3 Definición y explicación de los procesos y las rutas de producción pertinentes	53
5.6 Sector de la fundición, el hierro y el acero	Error! Bookmark not defined.
5.6.1 Unidad de producción y emisiones implícitas	59
5.6.2 Definición y explicación de las mercancías del sector incluidas en el MAFC	60
5.6.3 Definición y explicación de los procesos de producción pertinentes y las emisiones incluidas	65
5.7 Sector del aluminio	81
5.7.1 Unidad de producción y emisiones implícitas	81
5.7.2 Definición y explicación de las mercancías del sector incluidas	83
5.7.3 Definición y explicación de los procesos y las rutas de producción pertinentes	85
6 OBLIGACIONES DE SEGUIMIENTO Y PRESENTACIÓN DE INFORMES	
	91
6.1 Definiciones y alcance de las emisiones contempladas en el MAFC	93
6.1.1 Instalación, proceso de producción y rutas de producción	93
6.1.2 Nivel de actividad, cantidad de mercancías producidas	94
6.1.3 Emisiones directas e indirectas implícitas	95
6.1.4 Unidades para notificar las emisiones implícitas	96
6.2 Cómo determinar las emisiones implícitas	97
6.2.1 El concepto	97
6.2.2 De las emisiones de la instalación a las emisiones implícitas de las mercancías	100
6.3 Definición de los límites del sistema del proceso de producción y de las rutas de producción	112
6.4 Planificación de su seguimiento	117
6.4.1 ¿Qué documentación necesita para planificar su seguimiento?	117
6.4.2 Principios y procedimientos de la metodología de seguimiento	118
6.4.3 Procedimientos escritos	119
6.4.4 Selección de las mejores fuentes de datos disponibles	119
6.4.5 Limitación de los costes relacionados con el seguimiento	122
6.4.6 Medidas de control y gestión de la calidad	123
6.5 Determinación de las emisiones directas de la instalación	125
6.5.1 Metodología basada en el cálculo	128
6.5.2 Metodología basada en la medición: sistemas de medición continua de emisiones (SMCE)	141
6.5.3 Métodos específicos de terceros países	144
6.5.4 Tratamiento de las emisiones de biomasa	145
6.5.5 Determinación de las emisiones de perfluorocarburos (PFC)	147
6.5.6 Normas aplicables a las transferencias de CO₂ entre instalaciones	148
6.6 Determinación de las emisiones indirectas de la instalación	150

6.7 Normas requeridas para la atribución de las emisiones a los procesos de producción	151
6.7.1 Normas genéricas para la medición de los parámetros que deben atribuirse a los procesos de producción	152
6.7.2 Normas aplicables a la energía calorífica y a las emisiones	155
6.7.3 Normas aplicables a la energía eléctrica y sus emisiones	163
6.7.4 Normas aplicables a la producción combinada de calor y electricidad	165
6.7.5 Normas aplicables a la energía y las emisiones de gases residuales	168
6.8 Cálculo de las emisiones implícitas de las mercancías complejas	170
6.8.1 Normas aplicables a las mercancías producidas	171
6.8.2 Normas para el seguimiento de los datos relativos a los precursores	173
6.9 Utilización de factores por defecto y otros métodos	175
6.9.1 Valores por defecto para las emisiones implícitas específicas	175
6.9.2 Factores de emisión por defecto para la electricidad de la red	176
6.9.3 Lagunas de datos menores en los datos de seguimiento de la instalación	177
6.9.4 Uso transitorio de otros sistemas de seguimiento y notificación de las emisiones de GEI	177
6.10 Notificación del precio efectivo del carbono pagadero	179
6.11 Plantilla de presentación de información	182
6.11.1 Para los titulares	184
6.11.2 Para los declarantes notificantes	186
7 SEGUIMIENTO Y NOTIFICACIÓN ESPECÍFICOS SECTORIALES	188
7.1 Sector del cemento	189
7.1.1 Requisitos específicos sectoriales para el seguimiento y la notificación	189
7.1.2 Ejemplo para dividir una instalación de cemento en distintos procesos de producción	193
7.1.3 Ejemplo práctico del sector del cemento	197
7.2 Sector de la fundición, el hierro y el acero	202
7.2.1 Requisitos específicos sectoriales para el seguimiento y la notificación	202
7.2.2 Ejemplos prácticos para el sector de la fundición, el hierro y el acero	205
7.3 Sector de los abonos	222
7.3.1 Requisitos específicos sectoriales para el seguimiento y la notificación	223
7.3.2 Ejemplo práctico del sector de los abonos	226
7.4 Sector del aluminio	229
7.4.1 Requisitos específicos sectoriales para el seguimiento y la notificación	230
7.4.2 Ejemplo práctico del sector del aluminio	235
7.5 Productos químicos: sector del hidrógeno	240
7.5.1 Requisitos específicos sectoriales para el seguimiento y la notificación	241
7.5.2 Ejemplos prácticos para el sector del hidrógeno	244
7.6 La electricidad «como mercancía» (es decir, importada en la UE)	250
7.6.1 Factor de emisión de CO ₂ basado en los datos del declarante notificante	251
7.6.2 Factor de emisión de CO ₂ basado en las emisiones reales de CO ₂ de la instalación	252

8 EXENCIONES DEL MAFC	253
ANEXO A. LISTA DE ABREVIATURAS	254
ANEXO B. LISTA DE DEFINICIONES	256
ANEXO C. INFORMACIÓN ADICIONAL SOBRE LA BIOMASA	265
ANEXO D. VALORES ESTÁNDAR PARA LOS CÁLCULOS DE EMISIONES	275

1 RESUMEN

El Mecanismo de Ajuste en Frontera por Carbono (MAFC) es un instrumento de política ambiental concebido para aplicar a los productos importados los mismos costes del carbono que soportarían las instalaciones que operan en la Unión Europea (UE). De este modo, el MAFC reduce el riesgo de que los objetivos climáticos de la UE se vean socavados por el traslado de la producción a países con políticas de descarbonización menos ambiciosas (la denominada «fuga de carbono»).

Conforme al MACF, en su período definitivo (después del período transitorio) los declarantes autorizados de la UE que representen a los importadores de determinadas mercancías comprarán y entregarán certificados MACF correspondientes a las emisiones implícitas de sus mercancías importadas. Dado que el precio de dichos certificados se derivará del precio de los derechos de emisión en el régimen de comercio de derechos de emisión de la UE (RCDE de la UE), y dado que las normas de seguimiento, notificación y verificación se han basado en el sistema de seguimiento, notificación y verificación del RCDE de la UE, se igualará el precio del carbono soportado por las mercancías importadas y las mercancías producidas en instalaciones que participen en el RCDE de la UE.

Este documento de orientación forma parte de una serie de documentos de orientación y plantillas electrónicas facilitados por la Comisión Europea para apoyar la armonización en la aplicación del MACF durante el **período transitorio (del 1 de octubre de 2023 al 31 de diciembre 2025)**. Ofrece una introducción al MACF y los conceptos que deben utilizarse para el seguimiento y la presentación de informes de las instalaciones fijas. Esta orientación no eleva los requisitos obligatorios del MACF, sino que se ha concebido para ayudar a su correcta interpretación con el fin de facilitar la aplicación.

Este documento de orientación recoge las opiniones de los servicios de la Comisión Europea en el momento de su emisión. No es jurídicamente vinculante.



2 INTRODUCCIÓN

2.1 Acerca de este documento

Este documento se ha elaborado para apoyar a las partes interesadas mediante la explicación de los requisitos del Reglamento MAFC con un lenguaje no legislativo. Esta orientación se centra en los **requisitos aplicables a los titulares de instalaciones en las que producen mercancías MAFC no pertenecientes a la UE durante el período transitorio, del 1 de octubre de 2023 al 31 de diciembre de 2025**, tiempo durante el cual se aplicará el MAFC sin obligaciones financieras para los importadores y únicamente con fines de recopilación de datos.

- La **sección 3** ofrece una guía rápida para el lector al que va dirigido este documento, el titular de una instalación que produzca mercancías MAFC. Ofrece una hoja de ruta sobre los conceptos más importantes del seguimiento de las emisiones reguladas por el MAFC y sobre dónde se puede encontrar más información en este documento.
- La **sección 4** ofrece una introducción al MAFC y una visión general del ciclo de cumplimiento, las funciones y responsabilidades de los titulares de instalaciones no pertenecientes a la UE, así como sus hitos y plazos, durante el período transitorio.
- La **sección 5** presenta una visión general de los procesos de producción y las cadenas de valor correspondientes a los sectores y las mercancías recogidos en el ámbito de aplicación del MAFC.
- La **sección 6** establece las obligaciones de seguimiento y presentación de informes, y una serie de recomendaciones que podrían ser aplicables a todo productor de mercancías MAFC afectado.
- La **sección 7** incorpora consideraciones específicas sectoriales en materia de seguimiento y notificación para cada mercancía MAFC, cuando proceda. Esta sección se complementa con ejemplos de cada sector.
- La **sección 8** explica las exenciones generales del MAFC.

La Comisión Europea ofrece un documento de orientación específico para importadores de mercancías MAFC («declarantes notificantes»). Los documentos de orientación van acompañados de una plantilla electrónica para información que deben utilizar los titulares de las instalaciones a fin de transmitir información a los declarantes notificantes.



Presentación de los números en los documentos de la UE

Con el fin de preservar la coherencia con los documentos legales de la UE, este documento de orientación utiliza la siguiente convención para la presentación de los números.

El separador de decimales utilizado para separar la parte entera de un número de su parte decimal es la coma, por ejemplo: 0,890

Los millares y las posteriores potencias de 10^{3n} se separan con un espacio, por ejemplo:

- quince mil: 15 000
- quince millones: 15 000 000

2.2 Cómo utilizar este documento

Cuando en este documento se mencionan números de artículos sin ninguna otra especificación, se refieren siempre al Reglamento MAFC¹. Cuando se hace mención al «Reglamento de Ejecución», se hace referencia al Reglamento² en el que se establecen las normas de seguimiento, notificación y verificación detalladas para el período transitorio. Puede consultarse más información sobre los acrónimos y las definiciones utilizados en este documento en el Anexo A y en el Anexo B.

En las páginas de este documento se utilizan una serie de iconos para orientar al lector:

Icono	Descripción de uso
	Remite a información de especial importancia para los titulares de instalaciones en las que se producen mercancías MAFC.
	Destaca enfoques simplificados de los requisitos generales del MAFC.
	Se utiliza cuando se presentan mejoras recomendadas
	Se utiliza cuando existen otros documentos, plantillas o herramientas electrónicas de otras fuentes
	Señala ejemplos facilitados sobre los temas analizados en el texto circundante
	Destaca las secciones que hacen referencia al período definitivo del MAFC, en lugar de al período transitorio

¹ Reglamento (UE) 2023/956 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 10 de mayo de 2023, por el que se establece un Mecanismo de Ajuste en Frontera por Carbono; disponible en: <http://data.europa.eu/eli/reg/2023/956/oj>.

² Reglamento de Ejecución (UE) 2023/1773 de la Comisión, de 17 de agosto de 2023, por el que se establecen las normas de desarrollo del Reglamento (UE) 2023/956 del Parlamento Europeo y del Consejo en lo que respecta a las obligaciones de presentación de informes a efectos del Mecanismo de Ajuste en Frontera por Carbono durante el período transitorio; disponible en: http://data.europa.eu/eli/reg_impl/2023/1773/oj.

2.3 Fuentes de información suplementaria

En el cuadro de texto que figura a continuación se señalan las secciones clave del Reglamento MAFC y el Reglamento de Ejecución que resultan **pertinentes para los titulares de instalaciones en las que se producen mercancías MAFC durante el período transitorio.**

El Reglamento MAFC

Reglamento (UE) 2023/956 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 10 de mayo de 2023, por el que se establece un Mecanismo de Ajuste en Frontera por Carbono.

Disponible en: <http://data.europa.eu/eli/reg/2023/956/oj>.

- **Artículo 2:** establece el **ámbito de aplicación del MAFC en relación con el anexo I.**
- **Artículo 3 y anexo IV:** ofrecen **definiciones de los términos comunes utilizados en el MAFC.**
- **Artículo 10:** establece los **requisitos para el registro de los titulares en el marco del MAFC (a partir del 31 de diciembre de 2024).**
- **Artículo 30:** obliga a la Comisión Europea a llevar a cabo una revisión del ámbito de aplicación del MAFC a más tardar el 31 de diciembre de 2024.
- **Artículos 32 a 35:** establecen las **obligaciones de presentación de informes de los importadores de la UE durante el período transitorio.**
- **Artículo 36:** establece las **fechas en las que serán aplicables los demás artículos.**
- **Anexo I:** ofrece la lista de **mercancías MAFC por sector industrial con los códigos de la nomenclatura combinada (NC) para identificar las mercancías, y los gases de efecto invernadero pertinentes correspondientes.**
- **Anexo III:** señala los **terceros países y territorios que no están sujetos al MAFC.**
- **Anexo IV:** facilita los **métodos generales de cálculo de las emisiones implícitas de las mercancías;** en la sección 2, en el caso de las mercancías simples, y en la sección 3 en el caso de las mercancías complejas.

Reglamento de Ejecución (con arreglo al artículo 35, apartado 7, del Reglamento MAFC):

Reglamento de Ejecución (UE) 2023/1773 de la Comisión, disponible en:

http://data.europa.eu/eli/reg_impl/2023/1773/oj.

- **Artículo 2 y sección 1 del anexo II:** ofrecen **definiciones de los términos comunes utilizados en el MAFC y las normas de seguimiento, notificación y verificación.**
- **Artículo 3:** recoge las **obligaciones de presentación de informes de los declarantes notificantes, en particular, los parámetros sobre los que deben notificarse datos.**

-
- **Artículos 4 y 5:** establecen los enfoques aplicables al cálculo de las emisiones implícitas y las condiciones de uso de los valores por defecto.
 - **Artículo 7:** indica la información que debe notificarse sobre el precio del carbono pagadero.
 - **Artículo 16:** guarda relación con las sanciones que deberán aplicar los Estados miembros cuando el declarante notificante no cumpla adecuadamente sus obligaciones de presentación de informes.
 - **Artículos 19 y 22:** recogen elementos técnicos del Registro Transitorio MAFC.
 - **Anexo I:** cuadro 1: estructura del informe MAFC, cuadro 2: requisitos detallados de información en el informe MAFC.
 - **Anexo II:** sección 2, cuadro 1: catalogación de los códigos NC con las categorías de mercancías agregadas MAFC, y sección 3: definición de los procesos de producción correspondientes a las categorías de mercancías MAFC, incluidos los límites del sistema de las rutas de producción y los precursores pertinentes.
 - **Anexo III:** normas para el seguimiento de las emisiones a nivel de instalación, para atribuirlas a los procesos de producción y para determinar las emisiones directas e indirectas implícitas específicas de las mercancías simples y complejas. Está estructurado por secciones, de la siguiente manera:
 - A. Principios
 - B. Seguimiento de las emisiones directas a nivel de instalación
 - C. Seguimiento de los flujos de calor
 - D. Seguimiento de la electricidad
 - E. Seguimiento de los precursores
 - F. Normas para la atribución de las emisiones de una instalación a las mercancías
 - G. Cálculo de las emisiones implícitas específicas de las mercancías complejas
 - H. Medidas opcionales para aumentar la calidad de los datos
 - **Anexo IV:** datos mínimos que deben notificar los productores de las mercancías («titulares») a los importadores (o «declarantes notificantes»).
 - **Anexos V, VI y VII:** cuadros en los que figuran los requisitos de otros informes, por ejemplo, con respecto al perfeccionamiento activo (por parte de los importadores), el Registro e Identificación de Operadores Económicos (EORI) y el sistema nacional de importación.
 - **Anexo VIII:** factores estándar que pueden utilizarse para el seguimiento de las emisiones directas.
 - **Anexo IX:** valores de referencia de la eficiencia de la producción por separado de calor y electricidad, para su utilización en los cálculos de la producción combinada de calor y electricidad.
-

Toda la legislación de la UE puede consultarse en: <https://eur-lex.europa.eu/homepage.html?locale=es>.

La Comisión ha elaborado otras orientaciones y material formativo para ayudar a los titulares e importadores, por ejemplo, los siguientes:

- La Comisión Europea ofrece un documento de orientación específico para importadores de mercancías MAFC en la UE («declarantes notificantes»).
- Orientaciones dirigidas a importadores acerca del modo de cumplimentar los informes trimestrales en el portal para operadores económicos del MAFC.
- Plantilla Excel dirigida a los titulares para el cálculo automático de las emisiones implícitas y la comunicación clara de estos datos a los importadores de mercancías
- Vídeos formativos.



A los documentos de orientación y la plantilla se puede acceder a través del **sitio web** de la Comisión Europea específico para el MAFC: https://taxation-customs.ec.europa.eu/carbon-border-adjustment-mechanism_es



3 GUÍA RÁPIDA PARA TITULARES

En esta sección ofrecemos un resumen paso a paso de los conceptos, las normas y las obligaciones importantes a lo largo del período transitorio.

¿Es usted un titular de una instalación en la que se producen «mercancías MAFC»?

Las mercancías MAFC son mercancías que se exportan actualmente en la UE procedentes de los sectores del cemento, la fundición, el hierro y el acero, el aluminio y algunos productos químicos (abonos e hidrógeno), así como de la electricidad. Para responder a esta pregunta, debe cotejar los códigos NC³ de sus productos con la lista de mercancías que figura en el anexo I del Reglamento MAFC. Puede consultar información más detallada acerca de cómo abordar esta pregunta en la sección 5.2 de este documento. En las subsecciones posteriores de la sección 5 se ofrece información detallada correspondiente a cada sector.

Si usted no produce esas mercancías no es necesario que lea este documento. No obstante, con él se pretende ayudar también a lectores interesados de otros ámbitos [sector académico, importadores sujetos al MAFC, verificadores de GEI, autoridades competentes, consultores, etc.]. **Si únicamente desea comprender el funcionamiento del MAFC en general**, puede consultar una introducción al MAFC en la sección 4.

¿Exporta sus mercancías a clientes de los Estados miembros de la UE?

En caso afirmativo, el MAFC le afecta.

Tenga en cuenta que sus productos también pueden ser comprados por clientes que a su vez fabrican mercancías MAFC, y los productos que usted fabrica pueden servir como «precursores» de las mercancías MAFC de estos, que pueden ser exportadas a países de la UE. Por otra parte, si usted vende sus productos a comerciantes que a su vez los venden a clientes de la UE, sus mercancías entran dentro del ámbito de aplicación del MAFC.

En todos los casos en los que las mercancías MAFC acaben siendo importadas en la UE, el importador contactará con usted en algún momento para recabar información sobre las «emisiones implícitas» de dichas mercancías MAFC. Otra posibilidad es que el titular que utilice sus mercancías como precursores para producir otras mercancías MAFC le pregunte cuál es el nivel de emisiones implícitas. **Por consiguiente, debe estar preparado para proporcionar estos datos** y, tan pronto como sea posible, empezar a desarrollar una metodología de seguimiento en su instalación, tal y como se describe en este documento de orientación.

¿Qué son las emisiones implícitas? Se trata de un concepto formulado con el fin de reflejar, en la medida de lo posible, la forma en que se cubren las emisiones en el RCDE de la UE si las mercancías MAFC fueran producidas en la UE. El RCDE de la UE exige a los titulares que paguen un precio por sus propias emisiones («directas»). Sin embargo, si consumen electricidad, también se les aplican los costes del CO₂ incluidos en el precio de la electricidad que adquieren⁴ («emisiones indirectas»). Lo mismo sucede con los insumos necesarios para su proceso de producción, y que pueden ser suministrados por una instalación del RCDE de la UE. Estos denominados precursores contribuyen por ende a los costes del CO₂ a los que hace frente la instalación del RCDE de la UE. Las «emisiones

³ Los códigos NC (nomenclatura común) son la versión de la UE de los códigos SA (Sistema Armonizado) para el comercio internacional. Los códigos NC se componen habitualmente de ocho dígitos (los seis primeros son idénticos al código SA). Cuando en el anexo I del Reglamento MAFC figuran menos dígitos, ello es debido a que están cubiertos todos los códigos NC que comienzan por esos dígitos.

⁴ Si la instalación de la UE genera su propia electricidad, se le aplican directamente los costes del CO₂.

implícitas» se definen paralelamente a las emisiones que generan costes de CO₂ en el RCDE de la UE: tienen en cuenta las emisiones directas e indirectas⁵ del proceso de producción, así como las emisiones implícitas de los precursores. Se basan en un concepto similar al de la huella de carbono de las mercancías. El ámbito de aplicación del MAFC guarda relación, principalmente, con las normas del RCDE de la UE y, por consiguiente, presenta diferencias con otros métodos de cálculo de las huellas de carbono de los productos, como el «Protocolo de GEI» o la norma ISO 14067.

Puede consultarse una introducción detallada sobre el concepto y el cálculo de las emisiones implícitas en la sección 6.2.

¿Qué seguimiento debe realizar? Para responder a esta pregunta, debe seguir los siguientes pasos con el fin de elaborar su «documentación relativa a la metodología de seguimiento», es decir, el manual que usted y su personal utilizarán como base para llevar a cabo las tareas de seguimiento de un modo coherente en los próximos años. Los pasos que se presentan a continuación garantizarán la inclusión de todos los datos que necesita para calcular las emisiones implícitas.

- Paso 1: defina los **límites de la instalación**, los procesos de producción y las rutas de producción. El término «proceso de producción» se refiere a los límites del sistema que son necesarios para atribuir emisiones a determinadas mercancías producidas⁶. Cada «categoría de mercancías agregadas» (es decir, una agregación de mercancías MAFC con códigos NC distintos, pero que pueden abordarse con unas normas de seguimiento comunes) corresponde a un proceso de producción. Pueden consultarse orientaciones sobre los límites del sistema en la sección 5.2 y en la subsección específica de cada sector en la sección 5.
- Paso 2: defina el **período de notificación** que va a utilizar. El caso por defecto es el año natural (europeo). Sin embargo, si su instalación está situada en un país con un calendario distinto, o donde existan otros argumentos razonables que justifiquen un período distinto, este también puede utilizarse si abarca, como mínimo, tres meses. Se consideran períodos alternativos adecuados, sobre todo, los períodos de notificación de un sistema de fijación del precio del carbono o sistema obligatorio de seguimiento de las emisiones en el país donde se encuentre su instalación, o el ejercicio fiscal utilizado. La razón principal para elegir dichos períodos es que puede aplicarse un control adicional para dichos fines, como la realización de inventarios y la auditoría financiera para las cuentas financieras anuales, o la verificación por terceros de las emisiones, que brindan un mayor grado de confianza con respecto a la calidad de sus datos cuando se utilizan también para fines del MAFC. Pueden consultarse orientaciones adicionales sobre los períodos de notificación en la sección 4.3.3.
- Paso 3: determine todos los **parámetros que deben ser objeto de seguimiento**:
 - **Emisiones directas** de la instalación: tiene dos opciones:
 - a) El enfoque «basado en el cálculo», mediante el cual debe determinar las **cantidades de todos los combustibles y materiales pertinentes**⁷

⁵ Deben notificarse las emisiones indirectas de *todas* las mercancías MAFC durante el período transitorio, aunque en esta fase solamente se incluye un número reducido de mercancías en el anexo II del Reglamento MAFC y en el período definitivo solamente se tendrán que incluir las emisiones indirectas de esas mercancías.

⁶ Si está familiarizado con el RCDE de la UE, tal vez le ayude a comprender el concepto de «proceso de producción», que es muy similar a las «subinstalaciones» utilizadas para fijar las referencias.

⁷ El término «flujo fuente» se utiliza para abordar tanto los combustibles como otros materiales de entrada o de salida que influyen en las emisiones.

consumidas, así como los correspondientes «factores de cálculo» (en particular, el denominado **«factor de emisión»** basado en el contenido de carbono del combustible o el material);

- b) El enfoque «basado en la medición», mediante el cual debe medir en línea la **concentración de los gases de efecto invernadero**, así como el **flujo de gas de combustión** de cada «fuente de emisión» (chimenea).

Cabe señalar, no obstante, que **durante una fase introductoria, hasta el 31 de julio de 2024, podrá aplicar otros métodos de seguimiento de las emisiones autorizados en su país o territorio**, siempre que garanticen una cobertura y una exactitud de las emisiones similares. Dichos métodos podrán incluir valores por defecto facilitados y publicados por la Comisión Europea para el período transitorio. Pueden utilizarse otros valores por defecto a condición de que el declarante notificante indique en los informes MAFC la metodología seguida para establecer dichos valores, y haga referencia a ella. En el caso de las emisiones de PFC⁸ derivadas de la producción de aluminio primario, debe utilizarse una metodología especial basada en mediciones de la sobretensión. En lo que respecta a las emisiones de N₂O derivadas de la producción de ácido nítrico, es obligatorio utilizar el método basado en la medición. En los demás casos, puede elegir el método que mejor se adapte a las circunstancias de su instalación.

Por otra parte, si su instalación tiene más de un proceso de producción, puede que sea necesario realizar un seguimiento de los flujos de materiales o de combustible entre los procesos de producción con el fin de propiciar la correcta atribución de las emisiones a los procesos de producción⁹.

Las normas para el seguimiento de estas emisiones directas pueden consultarse en el anexo III, sección B, del Reglamento de Ejecución. En la sección 6.4 de este documento se ofrecen orientaciones pertinentes sobre los detalles.

- **Emisiones (directas) relacionadas con los flujos de calor**¹⁰: el consumo de calor (tanto de calor producido en la instalación como recibido de una instalación distinta) debe atribuirse a cada proceso de producción, y las emisiones relacionadas con el calor exportado de los procesos de producción deben deducirse de las emisiones atribuidas de cada proceso de producción en el que se haya producido o

⁸ Perfluorocarbonos.

⁹ Por ejemplo, si se produce fundición en bruto en un alto horno, una parte de los gases residuales suele utilizarse como combustible en otras partes de la instalación (por ejemplo, una central eléctrica o un laminador en caliente). En tales casos, también es necesario determinar la cantidad y los factores de cálculo de este gas residual, aunque no son necesarios para calcular las emisiones totales de la instalación.

¹⁰ Nota 1: esto solo guarda relación con el **«calor medible»**, es decir, calor que es transportado a través de un medio de calor como el vapor, el agua caliente, las sales líquidas, etc., y cuando es posible medir su caudal en una tubería, conducto, etc. Cuando el calor se produzca en un quemador y sea utilizado directamente, por ejemplo, en un horno o en una secadora, las emisiones se determinan a partir del consumo de combustible. Por otro lado, el calor medible se produce a menudo de forma centralizada o en varios puntos de la instalación, que no se corresponden directamente con los límites del sistema de los procesos de producción. Por lo tanto, resulta útil determinar las emisiones de la producción de calor por separado, y atribuir las emisiones a los procesos de producción mediante el calor consumido en cada proceso de producción.

Nota 2: en el contexto de las huellas de carbono, las emisiones del calor (importado) se consideran a menudo «emisiones de alcance 2» y se denominan por tanto «emisiones indirectas». Tenga en cuenta que, tanto en la legislación MAFC como en este documento, la expresión «emisiones indirectas» se refiere únicamente a la electricidad, no al calor.

recuperado el calor. Por consiguiente, las normas para el **seguimiento de los flujos de calor** pueden consultarse en la sección C del anexo III del Reglamento de Ejecución. También existen normas relativas a la determinación del **factor de emisión del calor**. Pueden consultarse orientaciones detalladas en la sección 6.7.2 de este documento.

- **Emisiones indirectas:** son las emisiones que se generan durante la producción de la electricidad que consume su instalación para sus procesos de producción, con independencia de si dicha electricidad se produjo dentro de la instalación o fue importada de fuera de esta. Debe realizar un seguimiento de la cantidad de **electricidad consumida** en cada proceso de producción y multiplicarla por el factor de emisión pertinente de la electricidad. Para el factor de emisión existen varias opciones, a saber:
 - a) Si la electricidad procede de la red, debe utilizar el **factor de emisión por defecto** proporcionado por la Comisión Europea sobre la base de datos de la AIE¹¹.
 - b) Si la electricidad la produce usted mismo en su instalación (en cuyo caso, es un «autoproductor»), debe realizar un seguimiento de las emisiones de la central eléctrica o de la central de PCCE¹² del mismo modo que realiza el seguimiento de las demás emisiones directas de su instalación, y utilizar **normas específicas para calcular el factor de emisión de la combinación de combustibles**, teniendo en cuenta la producción de calor de la PCCE, si procede. Pueden consultarse las normas pertinentes en la sección D del anexo III del Reglamento de Ejecución. En las secciones 6.7.2 y 6.7.4 de este documento se ofrece orientación sobre el calor y la PCCE.
 - c) Si recibe electricidad de una instalación específica en el marco de un «contrato de adquisición de energía», siempre que dicha central eléctrica realice un seguimiento de sus emisiones de conformidad con las mismas normas aplicables a la electricidad autoproducida y le comunique dicha información a usted adecuadamente, podrá utilizar el factor de emisión resultante para dicha electricidad.

Pueden consultarse orientaciones detalladas en la sección 6.7.3 de este documento.

- **Precursores:** como se explica en el punto 3, el concepto de emisiones implícitas incluye la suma¹³ de las emisiones implícitas de determinados materiales utilizados en los procesos de producción, los denominados precursores. **Los precursores que son pertinentes para cada proceso de producción** se enumeran en la sección 3 del anexo II del Reglamento de Ejecución y se analizan en la sección 5 de este documento en relación con cada sector afectado. Es necesario realizar un seguimiento de los siguientes parámetros para cada material precursor:

¹¹ Agencia Internacional de la Energía.

¹² «PCCE» es el acrónimo de «producción combinada de calor y electricidad», proceso también conocido como «cogeneración».

¹³ Conviene tener en cuenta la diferencia existente entre los precursores y los materiales de entrada normales: para determinar las emisiones directas se tiene en cuenta que los átomos de carbono contenidos en un material pueden oxidarse en forma de CO₂ y ser emitidos. Sin embargo, en el caso de los *precursores*, es necesario añadir, además, las emisiones que ya se habían producido antes (durante su propia producción), es decir, las emisiones implícitas del precursor.

- a) **Si el precursor se produce dentro de su instalación**, ya se realiza todo el seguimiento pertinente de conformidad con lo establecido en los puntos anteriores. Solamente debe tener en cuenta las emisiones implícitas del precursor cuando calcule las emisiones implícitas de las mercancías que utilicen el precursor en el proceso de producción.
- b) **Si adquiere el precursor** de otras instalaciones, debe solicitar datos a los proveedores pertinentes, del mismo modo que a usted le solicitan datos cuando sus mercancías son importadas en la UE. La información pertinente incluye, para cada precursor, **por separado para cada instalación de su producción**:
 - La identificación de la instalación en la que se produjo;
 - Las emisiones directas e indirectas implícitas específicas¹⁴ del precursor;
 - La ruta de producción, así como los parámetros adicionales que deba notificar el importador cuando la mercancía acabada sea importada en la UE en el marco del MAFC. Estos parámetros adicionales se enumeran en la sección 2 del anexo IV del Reglamento de Ejecución y se analizan en las secciones 5 y 7 de este documento en relación con cada sector afectado.
 - El período de notificación aplicado por el productor del precursor.
 - Si procede, información sobre un precio del carbono pagadero en el país o territorio pertinente de producción del precursor (véase el punto 5).
- c) En ambos casos, es decir, para los precursores adquiridos o autoproducidos, debe realizar un seguimiento de la **cantidad de cada precursor que utilice** durante el período de notificación con respecto a todos sus procesos de producción.

En la sección E del anexo III del Reglamento de Ejecución pueden consultarse las normas para el seguimiento de los datos relacionados con los precursores. En la sección 6.8.2 de este documento se ofrece información más detallada.

- Por último, existen algunos **parámetros calificadores adicionales** que debe notificar el importador de la UE en el marco del MAFC y que dependen de las mercancías producidas. Por ejemplo, en el caso de los cementos importados, es necesario notificar el contenido total de *clinker*; en el caso de los abonos mezclados, los contenidos de las distintas formas de nitrógeno, etc. En la sección 2 del anexo IV del Reglamento de Ejecución se enumeran los parámetros pertinentes. Debe asegurarse de recabar todos los parámetros necesarios para sus mercancías MAFC y de comunicárselos a los importadores de sus mercancías. Pueden consultarse orientaciones al respecto en la sección 5 de este documento.
- **Paso 4: determine la metodología que utilizará para el seguimiento de cada parámetro** que haya identificado:
 - Para las **cantidades de combustibles y materiales** (incluidos los precursores) utilizadas, puede disponer de instrumentos de medición que le digan cuánto se ha consumido durante el período de notificación (por ejemplo, cintas pesadoras, caudalímetros, contadores de energía térmica, etc.) o puede determinar las

¹⁴ Por «emisiones (implícitas) específicas» se entienden las emisiones relacionadas con una tonelada del material en cuestión.

cantidades utilizadas a partir de los registros de las adquisiciones y de las mediciones de las existencias al final de cada período.

- Para los denominados **factores de cálculo** (por ejemplo, el contenido de carbono del combustible o material) puede optar por un «valor estándar» de la bibliografía aplicable [en particular, de los inventarios de GEI presentados con arreglo a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) / el Acuerdo de París] o del anexo VIII del Reglamento de Ejecución, o puede determinarlos basándose en análisis de laboratorio, sobre los que puede consultar normas más detalladas en la sección B.5 del anexo III.
- Para las mediciones continuas de emisiones, las mediciones de la electricidad y el flujo de calor también debe definir **qué instrumentos utilizar**, así como las medidas de calibración y mantenimiento aplicables.
- En algunos casos, puede que sea necesario definir **métodos de estimación** o **métodos indirectos** basados en correlaciones conocidas de parámetros de medición.
- Como último recurso, si no dispone de ningún otro método para realizar el seguimiento de las emisiones implícitas de sus mercancías y, particularmente, si el productor de los precursores que haya utilizado no le proporciona los datos necesarios, puede utilizar los **valores por defecto para las emisiones implícitas** de las mercancías MAFC (que incluyen todos los precursores pertinentes) que facilita la Comisión Europea para dicho fin. En el sitio web de la Comisión Europea específico para el MAFC puede consultarse un listado de las mercancías para las que se facilitan valores por defecto y, en la sección 6.9, orientaciones más detalladas sobre su uso.

Tenga en cuenta que, en ocasiones, es posible que pueda elegir entre distintos métodos de seguimiento (por ejemplo, puede tener más de un instrumento de medición, o deberá elegir entre la medición continua y el uso de registros de entregas realizadas de forma discontinua, elegir entre métodos basados en el cálculo y basados en la medición, etc.). En la sección A.3 del anexo III del Reglamento de Ejecución se incluyen disposiciones acerca de cómo seleccionar la mejor fuente de datos (es decir, la más exacta) disponible. En la sección 6.4 de este documento se analizan los detalles.

¿Paga un precio del carbono en su país o territorio? Con el fin de garantizar un tratamiento similar entre las distintas instalaciones en el RCDE de la UE y en otros países, el precio del carbono pagadero en el país de producción de una mercancía MAFC permitirá aplicar una reducción en la obligación MAFC en el período definitivo de 2026 en adelante. Esto ya constituye una obligación de presentación de informes durante el período transitorio del MAFC (es decir, hasta el final de 2025). Debe asegurarse de incluir información sobre la fijación del precio del carbono en su metodología de seguimiento, con el fin de poder trasladar la información pertinente al importador de sus mercancías MAFC. Durante el período transitorio, dicha notificación de los precios del carbono pagaderos a escala mundial es importante para que la Comisión Europea considere cualquier mejora ulterior de la legislación relativa al MAFC al respecto.

Si su instalación está sujeta a un precio del carbono, tendrá que recabar información sobre el precio del carbono pagadero, de modo que pueda atribuirlo a los procesos de producción y a las categorías de mercancías MAFC de manera similar al modo en que atribuye las emisiones a las mercancías. Debe considerarse el precio del carbono *efectivo*, es decir, teniendo en cuenta cualquier descuento aplicable (en el caso de los regímenes de comercio de derechos de emisión, toda asignación gratuita se considera un descuento).

Conviene señalar que usted tendrá que recabar **información sobre cada uno de los precursores que adquiera** si en el país de origen de estos se aplica un precio del carbono. Si el productor del precursor no suministra la información necesaria, debe asumir que el precio del carbono pagadero correspondiente al precursor es cero.

El precio total efectivo del carbono debe atribuirse a las mercancías MAFC de un modo similar a las emisiones implícitas específicas, es decir, debe **expresarse en euros por tonelada de mercancía MAFC**.

Las normas de notificación de la información relativa al precio del carbono pagadero pueden consultarse en el artículo 7 del Reglamento de Ejecución. En la sección 6.10 de este documento se proporciona orientación detallada. **Compile la documentación relativa a la metodología de seguimiento**

Llegados a este punto, ya ha enumerado todos los métodos de seguimiento correspondientes a todos los materiales o fuentes de emisión de los que debe realizar un seguimiento a lo largo del año. Debe juntar toda esta información en un documento escrito (un «manual de gestión MAFC» de su instalación) de modo que la metodología pueda ser utilizada de manera coherente en los años venideros. Ello debe realizarse sistemáticamente (por ejemplo, mediante la enumeración de todos los instrumentos de medición, todos los intervalos de lectura, todas las fuentes de datos de los valores estándar). También es recomendable utilizar un diagrama de la instalación en el que se indiquen todos los instrumentos necesarios, puntos de muestreo, etc.

El principio rector para la creación de esta documentación relativa a la metodología de seguimiento es que debe ser suficientemente clara y transparente para que cualquier persona independiente que posea algún conocimiento sobre el seguimiento de las emisiones de GEI pueda comprender la metodología de seguimiento. Debe ser suficientemente detallada para que el personal de la instalación pueda utilizarla como unas instrucciones para llevar a cabo todas las tareas necesarias para determinar las emisiones implícitas de las mercancías. Por tanto, también debe incluir los pasos relativos al cálculo aplicables, así como todos los factores de cálculo que no se determinen mediante análisis.

Pueden consultarse orientaciones sobre la creación de la documentación relativa a la metodología de seguimiento en la sección 6.4 de este documento. También puede ser útil cotejar la metodología de seguimiento con la «plantilla de comunicación» proporcionada por la Comisión Europea (véase el punto 8). Si lo desea, puede utilizar los requisitos en materia de datos de dicha plantilla para comprobar la exhaustividad de la documentación relativa a la metodología de seguimiento.

Además, dicha documentación debe contener medidas de control en el flujo de datos desde los datos primarios hasta las emisiones implícitas específicas finales. Estas medidas deben ser proporcionadas a los riesgos de error. Las medidas deben incluir comprobaciones frecuentes por parte de una persona independiente, así como comparaciones de datos de distintas fuentes, controles de coherencia de las series temporales, etc. Pueden consultarse orientaciones más detalladas en la sección 6.4.6 de este documento. **Realice un seguimiento a lo largo de todo el período de notificación**: si bien solamente es necesario realizar los pasos anteriores una vez para preparar su instalación y a su personal para las tareas de seguimiento, este punto y el siguiente deben aplicarse continuamente a lo largo de todos los años siguientes.

Debe llevar a cabo las tareas de seguimiento definidas en la documentación relativa a la metodología de seguimiento. Debe realizar lecturas periódicas de los medidores de combustible, hacer un inventario de los materiales consumidos o producidos, tomar muestras de los combustibles o materiales que deban ser analizados, llevar a cabo un mantenimiento, control y calibración de los instrumentos de medición, etc. Debe recopilar

los datos pertinentes, realizar cálculos de las emisiones y aplicar todas las medidas pertinentes de control y aseguramiento de la calidad definidas en la documentación relativa a la metodología de seguimiento.

Además, como mínimo una vez por período de notificación, debe revisar dicha documentación y comprobar si sigue siendo exacta y apropiada. Por ejemplo, ¿sigue reflejando las tecnologías que se utilizan en su instalación? ¿Sigue estando actualizada la lista de mercancías producidas? ¿Ha adquirido relevancia algún combustible o material nuevo? ¿Puede utilizar métodos de seguimiento mejores (más exactos)? ¿Puede reducir el riesgo de errores en el flujo de datos? Todos los cambios y mejoras deben documentarse en la documentación relativa a la metodología de seguimiento y debe asegurarse de que solamente se utilice la última versión de dicha documentación. También puede considerar la verificación por una tercera parte verificadora de GEI como una forma voluntaria de determinar los puntos débiles de su metodología de seguimiento y mejorarlo. Por último, debe **comunicar los datos relativos a las emisiones implícitas de sus mercancías MAFC al importador o importadores de la UE** sobre quien(es) recaiga la obligación de presentación de informes derivada del Reglamento MAFC. Dado que puede vender sus productos a múltiples clientes, puede existir un gran número de importadores de la UE que deban solicitarle esta información. Para que esta comunicación se desarrolle con la máxima eficacia posible, la Comisión Europea proporciona una plantilla común que puede utilizarse para dicho fin.

Si bien su uso es voluntario, conviene señalar que el uso de **una plantilla común simplifica enormemente la comunicación** para ambas partes. Sus clientes pueden estar establecidos en distintos Estados miembros de la UE y hablar idiomas distintos, y puede que ellos mismos compren mercancías MAFC a numerosos proveedores de distintos países. La plantilla común garantiza un formato común para la presentación de información, de modo que siempre se puedan hallar el mismo tipo de información en el mismo campo de la plantilla, y también quedará más claro el significado de cada campo.

Siempre que finalice su período de notificación elegido (por ejemplo, al finalizar un año natural), debe **compilar los datos supervisados correspondientes a todo el período de notificación**, determinar las emisiones atribuidas de cada proceso de producción, y dividirlas entre el «nivel de actividad» correspondiente (es decir, las toneladas totales de mercancías correspondientes a la categoría MAFC pertinente producidas dentro del período de notificación) con el fin de obtener las **emisiones implícitas específicas de esta mercancía**. Este es el parámetro más importante en el que está interesado el importador de la UE (más los parámetros calificadores adicionales mencionados en el punto 4 y el paso 3). Hasta que termine la compilación de datos del siguiente período de notificación, debe utilizar estos datos de las emisiones implícitas (utilizando la plantilla que haya cumplimentado para este período de notificación) y proporcionárselos a todos sus clientes que los necesiten a efectos del MAFC.

Puede encontrar la plantilla en el sitio web de la Comisión Europea específico para el MAFC. Se ha diseñado conforme a las normas establecidas en el anexo IV del Reglamento de Ejecución relativo al contenido de la comunicación recomendada de los titulares de las instalaciones para los declarantes notificantes. Pueden consultarse orientaciones adicionales sobre la compilación de la información pertinente para los importadores y el uso de la plantilla en la sección 6.11 de este documento y directamente en la plantilla.

Qué sucede después del período transitorio.

El período definitivo del MAFC entrará en vigor a partir de 2026. Es decir, desde el 1 de enero de 2026 en adelante, los importadores tendrán que asumir una «obligación MAFC» en forma de certificados, que adquirirán por el precio medio de los derechos de emisión del RCDE de la UE, en relación con cada mercancía MAFC importada en la UE. Habrá una introducción gradual con una cobertura cada vez mayor de las emisiones implícitas en la obligación MAFC a partir de 2026. Las emisiones implícitas no se cubrirán en su totalidad hasta 2034 en adelante¹⁵.

¹⁵ La fórmula de cálculo pormenorizada será confeccionada y publicada por la Comisión Europea en una fase posterior.

4 EL MECANISMO DE AJUSTE EN FRONTERA POR CARBONO

4.1 Introducción al MAFC

El Mecanismo de Ajuste en Frontera por Carbono (CBAM) es un instrumento de política ambiental concebido para apoyar las ambiciones climáticas de la UE de lograr una reducción neta de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) de, al menos, un 55 % de aquí a 2030 y de alcanzar la neutralidad climática a más tardar en 2050.

El MAFC complementa el régimen de comercio de derechos de emisión de la Unión Europea, reforzado recientemente como parte del paquete legislativo «Objetivo 55». De conformidad con el RCDE de la UE, los titulares de instalaciones en las que se producen mercancías intensivas en emisiones entregan derechos de emisión por cada tonelada de emisiones de CO₂e. Dado que un porcentaje (cada vez mayor) de estos derechos de emisión se compran en subastas o en el mercado secundario, estos titulares tienen que hacer frente a un «precio del carbono»¹⁶ sobre la base de sus emisiones de GEI. Sin embargo, en muchos terceros países los titulares no están sujetos a esta obligación, y esta ventaja competitiva expone a la producción europea a un riesgo de fuga de carbono, es decir, a una reubicación fuera la UE.

Con el fin de mitigar el riesgo de fuga de carbono antes del MAFC, los sectores industriales pertinentes han estado recibiendo una parte de sus derechos de emisión de forma gratuita («asignación gratuita») en el marco del RCDE de la UE. Con la introducción del MAFC, la asignación gratuita se irá eliminando paulatinamente a medida que se vaya introduciendo el MAFC. En lugar de reducir los costes del carbono para los titulares de la UE, el MAFC garantiza que los importadores de mercancías de terceros países asuman unos costes del carbono similares por las «emisiones implícitas» de las mercancías importadas. Este principio rector general tanto del RCDE de la UE como del MAFC tiene por objeto incentivar la reducción de las emisiones de un modo equivalente entre los titulares de la UE y los titulares de fuera de la UE que exporten a la UE.

El MAFC no pone el foco en los países sino en las emisiones de carbono implícitas de los productos importados en la UE para sectores concretos que se inscriben en el ámbito de aplicación del RCDE de la UE y presentan el mayor riesgo de fuga de carbono, a saber: cemento, fundición, hierro y acero, aluminio, abonos, hidrógeno y electricidad. También incluye algunos precursores y algunos productos transformados de dichos sectores (en lo sucesivo «mercancías MAFC»). Puede consultarse una lista completa de mercancías MAFC por sector en la sección 5 de este documento.

El MAFC se introducirá por fases, como sigue:

- **Período transitorio** (del 1 de octubre de 2023 al 31 de diciembre de 2025):

Concebido como una «fase de aprendizaje», en la que los importadores MAFC están obligados a comunicar un conjunto de datos, por ejemplo, las emisiones implícitas en sus mercancías, *sin pagar ningún ajuste financiero* por las emisiones implícitas. Sin embargo, pueden imponerse sanciones, por ejemplo, por no presentar los *informes MAFC trimestrales* requeridos.

¹⁶ Más concretamente, un precio para el CO₂ u otras emisiones de gases de efecto invernadero equivalentes.

• **Período definitivo** (a partir del 1 de enero de 2026):

- De 2026 a 2033, las emisiones implícitas de las mercancías MAFC se irán incluyendo paulatinamente en la obligación MAFC, a medida que se vayan eliminando las asignaciones gratuitas en el marco del RCDE de la UE.
- A partir de 2034, el 100 % de las emisiones implícitas de las mercancías MAFC estarán cubiertas por los certificados MAFC y no se otorgarán asignaciones gratuitas para dichas mercancías en el marco del RCDE de la UE.

En el período definitivo, el objetivo del MAFC consiste en reflejar el coste de las emisiones en el marco del RCDE de la UE:

- los titulares de la UE pagarán el precio del CO₂ de sus emisiones y presentarán los derechos de emisión en el marco del RCDE de la UE; y
- los importadores de la UE que importen mercancías MAFC en la UE presentarán certificados MAFC que reflejen fielmente la situación del RCDE de la UE tanto en relación con las normas de seguimiento, notificación y verificación como con el precio de los certificados.

El MAFC se ha diseñado conforme a las normas de la Organización Mundial del Comercio (OMC) y otras obligaciones internacionales de la UE, y se aplica por igual a las importaciones de todos los países no pertenecientes a la UE¹⁷.

En este documento solamente se abordan los requisitos del período transitorio.

Esta fase se ha concebido para el aprendizaje y el establecimiento de los correspondientes enfoques en materia de seguimiento, notificación y verificación fuera de la UE, así como de las instituciones y los sistemas informáticos dentro de esta.

4.2 Definiciones y alcance de las emisiones contempladas en el MAFC

En el cuadro de texto que figura a continuación se señalan las secciones clave del Reglamento de Ejecución en las que se definen los términos utilizados para el MAFC.

Referencias del Reglamento de Ejecución:

El Reglamento MAFC (UE) 2023/956, capítulo I, artículo 3. Definiciones, y anexo IV: Definiciones

Anexo II, sección 1. Definiciones, subsección A.1: Definiciones.

En los anexos que figuran en el reverso de este documento de orientación se ofrece una lista de abreviaturas y definiciones utilizadas.

¹⁷ Con la única excepción de las mercancías de países que aplican el RCDE de la UE (en la actualidad, Islandia, Noruega y Liechtenstein) o tienen un régimen de comercio de derechos de emisión vinculado íntegramente al RCDE de la UE (en la actualidad, Suiza). Por lo tanto, los productores de estos países tienen que hacer frente al mismo precio del carbono que en la UE.

Los términos más frecuentes en este documento de orientación son:

- **«Tonelada de CO₂e»:** una tonelada métrica de dióxido de carbono («CO₂») o una cantidad de cualquier otro gas de efecto invernadero contemplado en el anexo I del Reglamento MAFC ajustada al potencial de calentamiento global equivalente del CO₂.
- **«Emisiones directas»:** las emisiones procedentes de los procesos de producción de mercancías, incluidas las emisiones procedentes de la producción de calefacción y refrigeración que se consumen durante los procesos de producción, independientemente de la ubicación de la producción de calefacción y refrigeración.
- **«Emisiones indirectas»:** las emisiones procedentes de la producción de electricidad que se consume durante los procesos de producción de mercancías, independientemente de la ubicación de la producción de la electricidad consumida.
- **«Emisiones implícitas»:** las emisiones liberadas durante la producción de mercancías, incluidas las emisiones implícitas de los insumos precursores pertinentes consumidos en el proceso de producción.
- **«Insumo precursor pertinente»:** mercancía simple o compleja que tiene unas emisiones implícitas distintas de cero y que se ha determinado que se inscribe dentro de los límites del sistema para el cálculo de las emisiones implícitas de una mercancía compleja.
- **«Mercancías simples»:** las mercancías producidas en un proceso de producción que requiera exclusivamente insumos y combustibles con cero emisiones implícitas.
- **«Mercancías complejas»:** otras mercancías distintas de las simples.
- **«Emisiones implícitas específicas»:** las emisiones implícitas de una tonelada de mercancías, expresadas en toneladas de emisiones CO₂e por tonelada de mercancía.
- **«Emisiones implícitas específicas»:** las emisiones implícitas de una tonelada de mercancías, expresadas en toneladas de emisiones CO₂e por tonelada de mercancía.
- **«Proceso de producción»:** las partes de una instalación en las que se llevan a cabo los procesos químicos o físicos para la producción de las mercancías correspondientes a una categoría de mercancías agregadas definida en el cuadro 1 de la sección 2 del anexo II del Reglamento de Ejecución y los límites específicos de su sistema en relación con las entradas, salidas y emisiones correspondientes.
- **«Categoría de mercancías agregadas»:** se define *implícitamente* en el Reglamento de Ejecución mediante la enumeración de las categorías de mercancías agregadas pertinentes y de todas las mercancías determinadas en función de sus códigos NC en el cuadro 1 de la sección 2 del anexo II.
- **«Ruta de producción»:** tecnología concreta utilizada en un proceso de producción para la producción de las mercancías correspondientes a una categoría de mercancías agregadas. Normalmente, un proceso de producción se refiere a un grupo de mercancías MAFC producidas (las «categorías de mercancías agregadas»). No obstante, en algunos casos existe más de una ruta de producción para la producción de dichas mercancías.

4.3 Período transitorio

En el Cuadro 4-1 se ofrece un resumen de los elementos clave del período transitorio.

Cuadro 4-1: Período transitorio: puntos clave

Duración	Del 1 de octubre de 2023 al 31 de diciembre de 2025.
Normas de seguimiento, notificación y verificación	Reglamento de Ejecución (UE) 2023/1773.
Notificación de las emisiones indirectas	Obligatoria para todas las mercancías MAFC.
Valores por defecto para la notificación de las emisiones implícitas	Valores globales (con la excepción de la electricidad). Pueden utilizarse para los precursores de mercancías complejas que contribuyen hasta un máximo del 20 % del total de la mercancía compleja. Deben utilizarse para las importaciones de electricidad y para las emisiones indirectas, salvo que se cumplan determinados criterios.
Flexibilidad con respecto a las normas de seguimiento, notificación y verificación	Se permite que los titulares de las instalaciones utilicen normas de otros sistemas (de fuera de la UE) de fijación de precios del carbono o de notificación hasta el fin de 2024, si estos cubren las mismas emisiones y proporcionan un grado de exactitud similar. Los importadores pueden utilizar otros métodos (de estimación) hasta el 31 de julio de 2024.
Frecuencia de las notificaciones	Trimestral (importadores).
Verificación de los datos notificados	No se exige. Los titulares y los importadores deben tener como objetivo presentar la información más precisa y completa posible. Si ha habido verificación, debe señalarse en la presentación.
Entrega de certificados MAFC	No se exige.

4.3.1 Funciones y responsabilidades clave en materia de presentación de informes

El «**declarante notificante**¹⁸ es la entidad responsable de notificar las emisiones implícitas de las mercancías importadas. En principio, el declarante notificante es el

¹⁸ El Reglamento de Ejecución utiliza este término para referirse a ambas situaciones, tanto si el responsable de la presentación de informes MAFC es el importador como si es su representante aduanero indirecto.

«**importador**». Sin embargo, en la práctica existen diversas posibilidades dependiendo de la persona que presente la declaración en aduana. Cuando en el proceso de importación intervengan distintos actores, es importante recordar que cada tonelada de mercancía importada es, *exactamente, responsabilidad de un declarante notificante*, es decir, que ni debe notificarse dos veces ni omitirse su notificación.

En consonancia con las opciones contempladas en el Código Aduanero de la Unión (CAU¹⁹), el declarante notificante puede ser²⁰:

- **El importador que presente una declaración en aduana** para el despacho a libre práctica de mercancías en su propio nombre y por su propia cuenta;
- **La persona, titular de una autorización** para presentar una declaración en aduana contemplada en el artículo 182, apartado 1, del Código Aduanero de la Unión, que declare la importación de mercancías; o
- **El representante aduanero indirecto**, en caso de que la declaración en aduana la presente el representante aduanero indirecto designado de conformidad con el artículo 18 del Código Aduanero de la Unión, cuando el importador esté establecido fuera de la Unión o cuando el representante aduanero indirecto haya aceptado las obligaciones de presentación de informes de conformidad con el artículo 32 del Reglamento MAFC.

El declarante notificante debe presentar trimestralmente²¹ un «informe MAFC» a la Comisión Europea, a través del **Registro Transitorio MAFC**, a más tardar a finales del mes siguiente al final del trimestre. En él se notificará la información enumerada en el anexo I del Reglamento de Ejecución relativa a las mercancías importadas en la UE durante dicho trimestre. Conviene tener en cuenta los requisitos específicos, también con respecto a la fecha de importación, en el caso del denominado régimen aduanero «de perfeccionamiento activo» (véase la sección 4.3.5).

El **titular de una instalación** productora de mercancías MAFC no perteneciente a la UE desempeña la segunda función clave con respecto al funcionamiento del MAFC. Los titulares de las instalaciones son las personas que tienen acceso directo a la información relativa a las emisiones de sus instalaciones. Por consiguiente, son responsables del **seguimiento y la notificación de las emisiones implícitas de las mercancías** que producen y exportan a la UE.

Los verificadores terceros independientes desempeñarán una función importante en el período definitivo. Sin embargo, durante el período transitorio, la verificación es una medida totalmente voluntaria por la que pueden optar los titulares de instalaciones como una vía para mejorar la calidad de sus datos, y para prepararse para los requisitos del período definitivo.

Además, **la autoridad competente del Estado miembro de la UE** en el que esté establecido el declarante notificante desempeña una función importante. Se encarga de garantizar el cumplimiento de determinadas disposiciones del Reglamento MAFC, como la revisión de los informes MAFC, para asegurarse de que los declarantes notificantes

¹⁹ Reglamento (UE) n.º 952/2013, versión consolidada: <http://data.europa.eu/eli/reg/2013/952/2022-12-12>.

²⁰ Artículo 2, apartado 1, del Reglamento de Ejecución.

²¹ Artículo 35 del Reglamento MAFC.

presenten unos informes trimestrales completos y correctos, y para imponer sanciones en consonancia con lo establecido en el Reglamento Ejecutivo, si procede.

La Comisión Europea (en este documento también «**la Comisión**») es responsable de la gestión del Registro Transitorio MAFC, de la evaluación de la aplicación global del MAFC durante el periodo transitorio comprobando para ello la información contenida en los informes MAFC trimestrales, de seguir formulando legislación con vistas al periodo definitivo, así como de la coordinación de las autoridades competentes de los Estados miembros de la Unión. Además, la Comisión Europea ofrece un sitio web específico para el MAFC, con documentos de orientación adicionales, plantillas para la presentación de información, material formativo y el portal para el Registro Transitorio MAFC (que se actualizará con el fin de que sea el Registro MAFC en el periodo definitivo).

4.3.2 *Qué seguimiento debe realizar usted (como titular)*

El primer elemento es el seguimiento de las **emisiones directas** de la instalación, pero el seguimiento de las emisiones de una instalación solamente representa la parte inicial de la determinación de las emisiones implícitas de un producto. Cuando una instalación produce varios productos distintos, las emisiones también deben **atribuirse adecuadamente a cada producto concreto**. Debido a las normas específicas para la atribución de las emisiones a las mercancías, también es necesario determinar determinados flujos de calor (vapor, agua caliente, etc.) que entran y salgan de la instalación, así como los que se produzcan entre procesos de producción pertinentes. Lo mismo sucede con los denominados «gases residuales» (por ejemplo, gas de alto horno en la industria del acero). Tanto el calor como los gases residuales contribuyen a las emisiones directas.

También debe realizar un seguimiento de las cantidades de los materiales de entrada específicos que tengan emisiones implícitas (los denominados «precursores pertinentes», que son mercancías MAFC por sí mismos) utilizados en el proceso de fabricación, notificarlas al declarante o los declarantes notificantes, y determinar las **emisiones implícitas de estos materiales precursores**. Cuando adquiera precursores para producir otras mercancías MAFC, debe obtener datos relativos a las emisiones implícitas del proveedor de estos precursores.

Del mismo modo, **las emisiones indirectas** liberadas durante la generación de la electricidad consumida en la producción de todas las mercancías MAFC deben ser objeto de seguimiento a efectos del MAFC²² y atribuirse a las mercancías producidas. Las emisiones implícitas de los precursores también deben incluirse, cuando proceda.

Conviene señalar que, en lo que respecta a la electricidad importada en la UE como una mercancía por sí misma, solamente resultan pertinentes las emisiones directas. El tratamiento de la electricidad como una mercancía MAFC se analiza con mayor profundidad en la sección 7.6.

²² Durante el periodo transitorio, deben realizarse el seguimiento y la notificación de las emisiones indirectas de *todas* las mercancías MAFC, lo cual incluye las emisiones indirectas de los precursores. No obstante, en el periodo definitivo, solamente se incluirán las emisiones indirectas de determinados productos (las mercancías incluidas en el anexo II del Reglamento MAFC).

En las secciones 5.2 y 5 se explica más detalladamente cómo determinar estas emisiones implícitas y definir los límites del sistema.

Por último, debe **comunicar al importador o los importadores el precio del carbono pagadero por la producción de la mercancía en su propio país o territorio, en su caso**. Esto incluye el precio del carbono por tonelada de CO₂e, así como la cantidad de la asignación gratuita o cualquier otra ayuda financiera, compensación o descuento por tonelada del producto pertinente para el MAFC. En particular, en el caso de mercancías complejas, también deben tenerse en cuenta los costes del carbono pagaderos por los productores de los materiales precursores.

4.3.3 Períodos de notificación para los titulares y los importadores

El **período de notificación** es el período de referencia para la determinación de las emisiones implícitas. Los titulares y los importadores tienen períodos de notificación distintos.

Titulares de instalaciones

Para usted (como titular), el período de notificación por defecto son doce meses con el fin de que pueda recabar datos representativos que reflejen las operaciones anuales de la instalación.

El período de notificación de doce meses puede ser:

- un **año natural**, que es la opción por defecto para la presentación de información; o bien
- un **ejercicio fiscal**, si puede justificarse sobre la base de que los datos correspondientes a un ejercicio fiscal son más exactos, o para evitar incurrir en costes irrazonables; por ejemplo, cuando el fin del ejercicio coincide con el balance anual de los combustibles y materiales.

Un período de doce meses se considera representativo porque refleja las variaciones estacionales que se producen en las operaciones de la instalación, así como cualquier período de perturbación del proceso resultante de paradas (por ejemplo, para mantenimiento) y arranques anuales previstos. Un año completo también ayuda a reducir las lagunas de datos, por ejemplo, tomando lecturas de los contadores en ambos extremos de los puntos de entrada de datos periódicos que falten.

Sin embargo, también puede optar por un período de notificación alternativo, de al menos tres meses, si la instalación forma parte de un sistema de seguimiento, notificación y verificación admisible y el período de notificación coincide con los requisitos de dicho sistema. Por ejemplo:

- Un sistema obligatorio de fijación del precio del carbono (un régimen de comercio de derechos de emisión o un impuesto, tasa o canon sobre el carbono) o un sistema de notificación de los GEI con una obligación de cumplimiento. En este caso, puede utilizarse el período de notificación de dicho sistema si abarca al menos tres meses; o
- Seguimiento y notificación a los efectos de otro sistema de seguimiento, por ejemplo un proyecto de reducción de las emisiones de GEI, que incluya la

verificación por parte de un verificador acreditado. En este caso puede utilizarse el período de notificación de las normas de seguimiento, notificación y verificación aplicables si abarca, como mínimo, tres meses.

En todos los casos anteriores, las emisiones directas e indirectas implícitas de las mercancías deben calcularse como la **media del período de notificación** seleccionado.

Para que puedan notificarse datos representativos desde el inicio del período transitorio, el objetivo de los titulares debe ser compartir con los importadores un año completo de datos correspondientes a 2023 en enero de 2024, para el primer informe trimestral. Para ello, usted debe:

- Recabar los datos de las emisiones y los datos de la actividad desde el inicio del período transitorio, correspondientes a la mayor parte de 2023 que sea posible. En lo que respecta al período anterior al inicio del seguimiento de las emisiones reales²³, debe formular estimaciones sobre la base de los mejores datos disponibles (por ejemplo, mediante el uso de protocolos de producción, cálculos retrospectivos basados en correlaciones conocidas entre datos conocidos y las emisiones pertinentes, etc.).
- Empezar a recabar datos correspondientes al último trimestre de 2023 con el fin de prepararse para notificar un año completo de datos a los importadores, si es viable, lo antes posible a comienzos de enero de 2024.

Habida cuenta de lo anterior, debe empezar a preparar su metodología de seguimiento cuanto antes con el objetivo de iniciar el seguimiento real lo antes posible después del 1 de octubre de 2023. Debe compartir sus datos de las emisiones implícitas con los importadores tan pronto como estén disponibles después del final de cada trimestre.

Importadores

Durante el período transitorio, el período de notificación para los importadores (los «declarantes notificantes») es trimestral, con la presentación de los informes en el plazo de un mes.

- El primer informe trimestral es el correspondiente al período comprendido entre los meses de octubre a diciembre de 2023, y el informe debe presentarse en el Registro Transitorio MAFC el 31 de enero de 2024 a más tardar.
- El último informe trimestral es el correspondiente al período comprendido entre los meses de octubre a diciembre de 2025, y debe presentarse en el Registro Transitorio MAFC el 31 de enero de 2026 a más tardar.

El informe trimestral debe resumir las emisiones implícitas en las mercancías importadas durante el trimestre anterior del año natural, especificando las emisiones directas e indirectas, así como cualquier precio del carbono pagadero fuera de la UE. Para decidir cuál es la fecha de importación de una mercancía, resulta pertinente el **«despacho a consumo»** (es decir, el despacho realizado por las autoridades aduaneras). Esto es especialmente importante en el caso de las mercancías sometidas a un régimen de **«perfeccionamiento activo»** (véase la sección 4.3.5).

²³ Esto será lo más frecuente, salvo cuando ya exista un sistema de seguimiento, notificación y verificación admisible.

Dado que los plazos de notificación aplicables a los titulares y los importadores son distintos, estos últimos deberán utilizar los últimos datos de las emisiones implícitas que les hayan comunicado los titulares de las instalaciones para sus informes MAFC trimestrales. Por ejemplo, si un titular tiene un período de notificación de un año natural, un importador que cumplimente un informe MAFC trimestral correspondiente a cualquiera de los cuatro trimestres de 2025 tendría que utilizar la información de las emisiones implícitas específicas de la mercancía para el año natural de 2024 a efectos de la notificación, tal y como se la haya comunicado el titular. Es decir, si la mercancía fue fabricada por un titular en diciembre de 2024 e importada en la UE por un importador en enero de 2025, el informe MAFC del importador correspondiente al primer trimestre utilizaría las emisiones implícitas específicas de dicha mercancía para el año natural de 2024. Si los datos de 2024 todavía no están disponibles al final de enero de 2025, podrían utilizarse los datos de las emisiones implícitas específicas de 2023 en el informe MAFC correspondiente al primer trimestre. Sería distinto si un titular tiene una obligación de cumplimiento a efectos de un sistema de seguimiento, notificación y verificación admisible y el período de notificación es más corto que un año natural, pero como mínimo de tres meses. Por ejemplo, si el período de notificación es de tres meses, el importador puede utilizar los datos del titular correspondientes al primer trimestre en su informe MAFC del segundo trimestre, y así sucesivamente.

Conviene señalar que un informe MAFC que ya haya sido presentado puede ser corregido²⁴ en un plazo de hasta dos meses después del final del trimestre de notificación. Tal puede ser el caso, por ejemplo, cuando el importador puede acceder a datos más exactos de las emisiones implícitas después del plazo para la notificación. Habida cuenta de la dificultad de establecer sistemas de seguimiento, notificación y verificación a tiempo, el Reglamento de Ejecución contempla un plazo más largo para las correcciones de los dos primeros informes trimestrales, que abarca hasta la fecha límite para el tercer informe trimestral. Esto quiere decir que los informes que deben presentarse el 31 de enero y el 30 de abril de 2024 a más tardar pueden corregirse posteriormente hasta el 31 de julio de 2024.

4.3.4 *Gobernanza del MAFC*

Gráfico 4-1: Resumen de las responsabilidades de presentación de información en el período transitorio del MAFC.

²⁴ Artículo 9 del Reglamento de Ejecución.



Puede consultarse la explicación de los números (relativos al flujo de trabajo) en el texto principal que figura a continuación.

Como se muestra esquemáticamente en el Gráfico 4-1, el sistema de gobernanza y los flujos de trabajo del período transitorio del MAFC siguen los pasos que se indican a continuación (la numeración de los párrafos se corresponde con los números que aparecen en rojo en el gráfico):

1. El importador (declarante notificante) recibe las mercancías MAFC de varias instalaciones, posiblemente de distintos países no pertenecientes a la UE.
2. El importador presenta la declaración en aduana habitual correspondiente a cada importación. La autoridad aduanera del Estado miembro pertinente de la UE comprueba y despacha la importación, como es habitual.
3. La autoridad aduanera (o el sistema informático utilizado) informa a la Comisión Europea (utilizando el Registro Transitorio MAFC) de esta importación. Esta información puede utilizarse posteriormente para comprobar la exhaustividad y la exactitud de los informes MAFC trimestrales.
4. El declarante notificante solicita los datos pertinentes sobre las emisiones implícitas específicas de las mercancías MAFC importadas a los titulares (en la práctica, esto puede competir a los agentes intermedios, que tendrían que remitir la solicitud al titular de la instalación de producción de las mercancías MAFC). Los titulares responden con el envío de los datos requeridos, en la medida de lo posible, utilizando para ello la plantilla facilitada por la Comisión a tal fin. Los datos pueden someterse, voluntariamente, a una verificación por parte de una tercera parte verificadora.
5. El declarante notificante ya puede presentar el informe MAFC trimestral en el Registro Transitorio MAFC.
6. Se produce un intercambio de información entre la Comisión y las autoridades competentes de los Estados miembros de la UE. La Comisión informa (sobre la base de los datos aduaneros) acerca de qué declarantes notificantes se espera que presenten informes MAFC. Además, la Comisión puede llevar a cabo controles aleatorios de los propios informes y comprobar su exhaustividad en lo que respecta a los datos aduaneros. Si se detectan irregularidades, la Comisión informa de ellas.

a la autoridad competente. A continuación, la autoridad competente realiza un seguimiento, normalmente contactando con el importador para solicitarle que rectifique la irregularidad o presente el informe MAFC que falte. Si el declarante notificador no subsana los errores, la autoridad competente puede, en última instancia, imponer una sanción (económica).

7. (No figura en el gráfico y no lo exige la legislación, pero en el propio interés del importador): Para evitar problemas similares en el futuro, el importador al que se le haya impuesto una sanción debe informar al titular del problema o los problemas señalados por la Comisión o la autoridad competente con el fin de abordarlos de cara a futuras presentaciones.

4.3.5 *Perfeccionamiento activo*

El Código Aduanero de la Unión define varios procedimientos especiales. El «perfeccionamiento activo»²⁵ significa que una mercancía se importa en la UE para su transformación con la suspensión de los derechos de importación y del impuesto sobre el valor añadido (IVA). Después de las operaciones de transformación, los productos transformados o las mercancías importadas originales pueden ser reexportados o despachados a libre práctica en la UE. Esto último conllevaría la obligación de pago del derecho de aduana y los impuestos, así como la aplicación de medidas de política comercial.

Este principio se extiende al MAFC, es decir, en caso de reexportación, no se deriva ninguna obligación de presentación de información a efectos del MAFC para las mercancías incluidas en el régimen de perfeccionamiento activo. Sin embargo, si la mercancía MAFC es despachada a consumo en la UE después del perfeccionamiento activo, como mercancía original o modificada, surge una obligación de presentación de informes MAFC.

En el caso de mercancías importadas después de haber sido incluidas en el régimen de perfeccionamiento activo, el período en el que deben ser incluidas en el informe MAFC viene determinado por la fecha de despacho a libre práctica dentro de la UE. Por este motivo, puede que en algunos casos haya que notificar las mercancías a efectos del MACF aunque fueran incluidas en el régimen de perfeccionamiento activo antes del 1 de octubre de 2023.

El artículo 6 del Reglamento de Ejecución recoge algunos requisitos de notificación especiales para las mercancías despachadas a libre práctica después del perfeccionamiento activo a los efectos de los informes MAFC trimestrales:

- Si la mercancía no se modificara durante el perfeccionamiento activo, deben notificarse las cantidades de la mercancía MAFC despachada y las emisiones implícitas de dichas cantidades; los valores son los mismos que los de las mercancías incluidas en el régimen de perfeccionamiento activo. El informe también deberá incluir el país de origen y las instalaciones en las que se produjeron las mercancías, si se conocen;

²⁵ Véase: https://taxation-customs.ec.europa.eu/customs-4/customs-procedures-import-and-export/0/what-importation/inward-processing_en?prefLang=es&etrans=es.

- Si la mercancía fue modificada, y el producto del perfeccionamiento activo deja de considerarse una mercancía MAFC, sigue siendo necesario notificar las cantidades de la mercancía original y las emisiones implícitas de dichas cantidades originales. El informe también deberá incluir el país de origen y las instalaciones en las que se produjeron las mercancías, si se conocen;
- Si la mercancía fue modificada, y el producto del perfeccionamiento activo es una mercancía MAFC, deben notificarse las cantidades y las emisiones implícitas de la mercancía despachada a consumo. Si el perfeccionamiento activo tiene lugar en una instalación del RCDE de la UE, también debe notificarse el precio del carbono pagadero. El informe también deberá incluir el país de origen y las instalaciones en las que se produjeron las mercancías, si se conocen;
- Cuando no es posible definir el origen de la mercancía utilizada para el perfeccionamiento activo, las emisiones implícitas se calcularán sobre la base de la media ponderada de las emisiones implícitas de la totalidad de las mercancías incluidas en el régimen de perfeccionamiento activo de la misma categoría de mercancías agregadas.

5 MERCANCÍAS MACF Y RUTAS DE PRODUCCIÓN

En esta sección se ofrecen orientaciones sobre las normas industriales específicas sectoriales aplicables al período transitorio para los sectores del cemento, el hidrógeno, los abonos, la fundición, el hierro y el acero, y el aluminio. Aborda la especificación de los productos incluidos en el MAFC y las rutas de producción pertinentes. En la sección 6 se explican los requisitos de seguimiento del MAFC aplicables a todos los sectores. Seguidamente, en la sección 7 se ofrece información específica sectorial detallada, en particular mediante la incorporación de requisitos de seguimiento y notificación específicos sectoriales, y la inclusión de ejemplos detallados para cada sector.

Si bien este documento de orientación se ha concebido fundamentalmente para que sea utilizado por titulares que producen mercancías tangibles incluidas en el MAFC, la sección 7 también contiene información dirigida a los importadores de electricidad como mercancía, a efectos del MAFC (sección 7.6).

5.1 Introducción a las secciones específicas sectoriales

En las siguientes secciones se ofrece un resumen de las distintas rutas de producción de las mercancías que figuran en el anexo I del Reglamento MAFC, así como orientación específica sectorial.

También puede consultarse información complementaria sobre los procesos de producción de las mercancías en los documentos de referencia sobre las mejores técnicas disponibles (MTD)²⁶.

²⁶ Documentos de referencia MTD (BREF), entendiéndose «mejores técnicas disponibles» tal y como se definen en la Directiva de Emisiones Industriales (DEI). Los BREF pertinentes son los relativos a: la fabricación de cemento; la producción siderúrgica; los productos químicos inorgánicos de gran volumen (que incluye los fertilizantes); el cloruro alcalino; y los metales no ferrosos (que incluyen tanto el aluminio como las ferroaleaciones). Todos los BREF pueden consultarse en el sitio web de la Oficina Europea IPPC <https://eippcb.jrc.ec.europa.eu/es/reference>.

Diagramas utilizados en las siguientes secciones.

En los gráficos correspondientes a los límites del sistema que se presentan en las siguientes secciones se aplican las siguientes convenciones:

- Los procesos de producción (de los que se llevaría a cabo un seguimiento de las emisiones directas) se muestran con forma de rectángulo; los materiales se muestran en recuadros con esquinas redondeadas.
- Los procesos opcionales [por ejemplo, captura y almacenamiento de carbono (CAC) / captura y utilización del carbono (CUC)] se muestran en recuadros azules. En particular, la captura y almacenamiento de carbono / captura y utilización del carbono no se tendrían en cuenta para la formulación de los valores por defecto, pero si usted (en calidad de titular) los utiliza, las emisiones relacionadas o la reducción de emisiones deben tenerse en cuenta para determinar las emisiones implícitas reales.
- Los materiales que se considere que no tienen emisiones implícitas se muestran en recuadros rojos; los materiales con emisiones implícitas (insumos precursores pertinentes y productos acabados, es decir, mercancías incluidas en el MAFC), en recuadros verdes. Las mercancías simples figuran en letra normal y las mercancías complejas en negrita.
- No se pretende que los materiales de entrada sean completos. Es decir, la atención se centra en los materiales que son pertinentes para demostrar las diferencias existentes entre distintas rutas de producción. Como consecuencia de ello, los materiales de entrada menos importantes y, en particular, los combustibles suelen omitirse en pos de la simplicidad de los gráficos.
- Nota: en el Gráfico 5-1 se indican, a modo de ejemplo, los procesos de captura y almacenamiento de carbono / captura y utilización del carbono correspondientes a la cadena de valor del cemento. Para que los gráficos resulten razonablemente simples, no se muestran dichos procesos correspondientes a otros sectores, pero son igualmente aplicables.

La electricidad como insumo solamente se muestra en los casos en que sea el «preursor» principal del proceso (es decir, en particular en los hornos de arco eléctrico y los procesos de electrólisis).

5.2 Determinación de las mercancías MAFC

En esta sección se explica cómo se definen e identifican en el Reglamento las mercancías cubiertas por el MAFC. En el cuadro de texto que figura a continuación se señalan las secciones clave para la definición y notificación de mercancías MAFC, pertinentes para el período transitorio.

Referencias del Reglamento de Ejecución:

Anexo II, sección 2, cuadro 1: Catalogación de los códigos NC con las categorías de mercancías agregadas.

Anexo III, sección F. Normas para la atribución de las emisiones de una instalación a las mercancías.

5.2.1 Especificaciones de los productos

El sistema de clasificación de la Nomenclatura Combinada^{27,28} define las características esenciales de las mercancías y se utiliza para determinar las mercancías de dichos sectores que entran en el ámbito de aplicación del MAFC.

El sistema de clasificación de la «especificación del producto» basada en la NC consta de dos partes. En primer lugar, un sistema numérico de cuatro, seis u ocho dígitos, que refleja los distintos niveles de desagregación del producto y, en segundo lugar, un breve texto descriptivo de cada categoría de producto en el que se indican sus características esenciales. Los seis primeros dígitos son idénticos a los de la clasificación del Sistema Armonizado utilizado en el comercio internacional y los otros dos dígitos son adiciones específicas de la UE.

Ambas partes de la especificación del producto de la mercancía se incluyen en el anexo I del Reglamento MAFC, pero en otras partes del texto también pueden abreviarse con el código numérico únicamente, para facilitar la consulta.

5.2.2 Determinar las mercancías que entran en el ámbito de aplicación del Reglamento MAFC

Usted (como titular) debe determinar primero qué mercancías producidas en su instalación entran dentro del ámbito de aplicación del MAFC. Para ello, deberá:

- Elaborar una lista de todas las mercancías y precursores de su instalación, tanto los producidos en esta como los precursores obtenidos fuera de ella.

Conviene señalar que es posible que la misma categoría de mercancías sea aplicable tanto a la mercancía producida como al precursor utilizado para producir dicha mercancía. Esto resulta pertinente en el caso de las mercancías de los sectores de la fundición, el hierro y el acero, el aluminio y los abonos.

- Comprobar y comparar toda la gama de mercancías producidas en relación con la especificación del producto que figura en el anexo I del Reglamento MAFC.
- A partir de esta comparación, determinar cuáles de las mercancías enumeradas y producidas en la instalación entran dentro del ámbito de aplicación del MAFC.

5.3 Sector del cemento

En el cuadro de texto que figura a continuación se señalan las secciones específicas sectoriales del Reglamento de Ejecución que resultan pertinentes para el período transitorio MAFC.

Referencias del Reglamento de Ejecución:

²⁷ Reglamento (CEE) n.º 2658/87 del Consejo, de 23 de julio de 1987, relativo a la nomenclatura arancelaria y estadística y al arancel aduanero común (DO L 256 de 7.9.1987, p. 1).

²⁸ Puede consultarse más información sobre las definiciones de las mercancías basadas en la NC en la base de datos RAMON de Eurostat para 2022 en el siguiente enlace:

<https://ec.europa.eu/eurostat/web/metadata/classifications?etrans=es>.

-
- **Anexo II, sección 2, cuadro 1: Catalogación de los códigos NC con las categorías de mercancías agregadas.**
 - **Anexo II, sección 3. Rutas de producción, límites del sistema y precursores pertinentes, como se indica en las subsecciones siguientes:** 3.2 – Arcilla calcinada, 3.3 – Cemento *clinker*, 3.4 – Cemento y 3.5 – Cementos aluminosos.
-

5.3.1 *Unidad de producción y emisiones implícitas por sector industrial*

La cantidad de las mercancías de cemento declaradas importadas en la UE debe expresarse en toneladas métricas. Debe registrar la cantidad de la mercancía o las mercancías MAFC producidas por la instalación o el proceso o los procesos de producción, a efectos de la notificación.

Sector industrial	Cemento
Unidad de producción de las mercancías	Toneladas (métricas), notificadas por separado para cada tipo de mercancía MAFC producida, por la instalación o el proceso de producción en el país de origen.
Actividades asociadas	Producción de cementos sin pulverizar o <i>clinker</i> y arcillas calcinadas, molturación y mezclado de cemento <i>clinker</i> para producir cemento.
Emisiones de gases de efecto invernadero pertinentes	Dióxido de carbono (CO ₂)
Emisiones directas	Toneladas (métricas) de CO _{2e}
Emisiones indirectas	Cantidad de electricidad consumida (MWh), fuente y factor de emisión utilizado para calcular las emisiones indirectas en toneladas (métricas) de CO ₂ o CO _{2e} . <i>Deben notificarse por separado durante el período transitorio.</i>
Unidad para las emisiones implícitas	Toneladas de emisiones de CO _{2e} por tonelada de mercancía, notificadas por separado para cada tipo de mercancía MAFC, por la instalación o el proceso de producción en el país de origen.

El sector del cemento debe contabilizar tanto las emisiones directas como las emisiones indirectas, en el período transitorio. Las emisiones indirectas deben notificarse por separado. Las emisiones deben notificarse en toneladas métricas de emisiones de CO₂ equivalentes (tCO_{2e}), por tonelada de mercancía producida. Esta cifra debe calcularse para la instalación o el proceso de producción específicos en su país de origen.

Obsérvese que en la sección 7.1.3 se incluye un **estudio de caso** en el que se muestra cómo se obtienen los valores de las emisiones directas e indirectas implícitas específicas para el **proceso de producción del cemento**, y cómo se calculan las emisiones implícitas de las importaciones en la UE.

En las siguientes secciones se establece cómo deben definirse los límites del sistema de las mercancías del sector del cemento y se identifican los elementos de los procesos de producción que deben incluirse a efectos de seguimiento y notificación.

5.3.2 *Definición y explicación de las mercancías incluidas*

En el Cuadro 5-1 se enumeran las mercancías pertinentes que entran en el ámbito del período transitorio MACF en el sector industrial del cemento. La categoría de mercancías agregadas que figura en la columna de la izquierda determina los grupos para los que deben definirse «procesos de producción» conjuntos a efectos del seguimiento.

Cuadro 5-1: Mercancías MAFC en el sector del cemento

Categoría de mercancías agregadas	Código NC	Designación
Arcilla calcinada	2507 00 80	Las demás arcillas caolínicas
Cemento sin pulverizar (clinker)	2523 10 00	Cementos sin pulverizar o <i>clinker</i> ²⁹
Cemento	2523 21 00	Cemento Portland, blanco, incluso coloreado artificialmente
	2523 29 00	Los demás cementos Pórtland
	2523 90 00	Los demás cementos hidráulicos
Cementos aluminosos	2523 30 00	Cementos aluminosos ³⁰

Fuente: Reglamento MAFC, anexo I; Reglamento de Ejecución, anexo II.

Las categorías de mercancías agregadas que figuran en el Cuadro 5-1 incluyen tanto mercancías de cemento terminadas como mercancías precursoras (productos intermedios) que se consumen durante la producción de cemento.

Únicamente se tendrán en cuenta los insumos indicados como precursores pertinentes para los límites del sistema del proceso de producción que se especifiquen en el Reglamento de Ejecución. En el Cuadro 5-2 se enumeran los precursores por categoría de mercancías agregadas y ruta de producción.

Cuadro 5-2: Categorías de mercancías agregadas, sus rutas de producción y precursores pertinentes

Categoría de mercancías agregadas	Precursores pertinentes
Ruta de producción	
Arcilla calcinada	Ninguno

²⁹ No se establece ninguna distinción entre los distintos tipos de cementos sin pulverizar (*clinker*), es decir, el cemento clíker gris y blanco se consideran el mismo a efectos del MAFC.

³⁰ También denominados «cementos de aluminato de calcio».

Categoría de mercancías agregadas	Precursores pertinentes
Ruta de producción	
Cemento sin pulverizar (<i>clinker</i>)	Ninguno
Cemento	Cemento sin pulverizar (<i>clinker</i>); arcilla calcinada (si se utiliza en el proceso).
Cementos aluminosos	Ninguno

Las mercancías precursoras pertinentes para los límites del sistema son el «cemento sin pulverizar (*clinker*)³¹» (código NC 2523 10 00), que incluye tanto el *clinker* blanco (utilizado para fabricar cemento blanco) como el *clinker* gris, y la «arcilla calcinada» (código NC 2507 00 80)³², que es un material sustituto del *clinker* y puede utilizarse para modificar las propiedades del cemento producido.

Estos precursores se definen como mercancías simples porque se considera que los constituyentes de la materia prima y los combustibles (tanto los combustibles fósiles como cualquier combustible alternativo) utilizados en su fabricación tienen cero emisiones implícitas.

Las mercancías de cemento terminadas que figuran en el Cuadro 5-1 comprenden tanto cemento Portland blanco, como cemento Portland gris, los demás cementos hidráulicos y cemento aluminoso. Estas mercancías se definen como mercancías complejas (con la excepción del cemento aluminoso) porque incluyen las emisiones implícitas de las mercancías precursoras.

Otros materiales constituyentes utilizados en la fabricación de cemento, en particular escoria granulada de alto horno, ceniza volante y puzolana natural, que se utilizan en la fabricación de mercancías de los demás cementos hidráulicos (también los cementos combinados o cemento compuesto) no se considera que tengan emisiones implícitas y no se considera que entren en el ámbito de aplicación del MAFC.

Las mercancías del sector del cemento se producen a través de distintas rutas de proceso, que se señalan a continuación.

5.3.3 *Definición y explicación de los procesos y las rutas de producción pertinentes*

Los límites del sistema de los precursores y las mercancías de cemento son distintos y, en determinadas condiciones, pueden agregarse para incluir todos los procesos vinculados directa o indirectamente a los procesos de producción de dichas mercancías, incluidas las actividades de entrada al proceso y las actividades de salida del proceso.

³¹ No se hace ninguna distinción entre el *clinker* gris y blanco, el titular debe aplicar las emisiones implícitas pertinentes del precursor del *clinker* pertinente utilizado.

³² El código NC incluye también las arcillas no calcinadas, que no están sujetas al MAFC; en este caso, sigue siendo necesario notificar las cantidades de arcilla no calcinada importadas, pero con cero emisiones implícitas y sin requisitos de seguimiento para el productor.

En la sección 7.1.1 se detallan las emisiones pertinentes que deben someterse a seguimiento para el sector del cemento.

5.3.3.1 Proceso de producción de arcilla calcinada

La arcilla calcinada puede utilizarse como sustituta del *clinker*. La arcilla caolínica que se ha calcinado (metacaolín) puede añadirse al cemento en lugar del *clinker* en distintas proporciones con el fin de modificar las propiedades de la mezcla de cemento.

En el Reglamento de Ejecución (sección 3 del anexo II) se establece que los límites del sistema para el seguimiento de las emisiones directas de la ruta de producción de la arcilla calcinada incluyen:

- «– Todos los procesos vinculados directa o indirectamente a los procesos de producción, como la preparación, mezclado, secado y calcinación de la materia prima, así como la limpieza de gases de combustión.
- Las emisiones de CO₂ derivadas de la combustión de combustibles y también de la materia prima, cuando proceda.»

No existen precursores pertinentes para este proceso de producción. También debe realizarse un seguimiento de las emisiones indirectas resultantes de la electricidad consumida por el proceso de producción.

Conviene señalar que a las demás arcillas clasificadas con el código NC 2507 00 80 que no estén calcinadas se les asignan cero emisiones implícitas.

5.3.3.2 Proceso de producción del cemento sin pulverizar (clinker)

El cemento sin pulverizar o *clinker* se produce en plantas de *clinker* (hornos) mediante la descomposición térmica del carbonato de calcio para formar óxido de calcio, seguida del proceso de *clinkerización* en el que el óxido de calcio reacciona a altas temperaturas con sílice, alúmina y óxido de hierro para formar el *clinker*. Puede producirse cemento *clinker* gris y blanco dependiendo de la temperatura del proceso y la pureza de las materias primas.

En el Reglamento de Ejecución (sección 3 del anexo II) se establece que los límites del sistema para el seguimiento de las emisiones directas de la ruta de producción del cemento *clinker* incluyen:

- «– Calcinación de piedra caliza y de otros carbonatos de la materia prima, combustibles fósiles convencionales para el horno, materias primas y combustibles fósiles alternativos para el horno, combustibles de biomasa para el horno (como combustibles derivados de residuos), combustibles no utilizados para el horno, contenido de carbono no carbonatado en piedras calizas y pizarras o materias primas alternativas como cenizas volantes utilizadas en la mezcla sin refinar del horno y materias primas utilizadas para la limpieza de gases de combustión.»

No existen precursores pertinentes para este proceso de producción. También debe realizarse un seguimiento de las emisiones indirectas resultantes de la electricidad consumida por el proceso de producción.

En consonancia con la definición de los límites del sistema anteriormente referida, puede considerarse que las siguientes fases de producción entran dentro de los límites del sistema de las instalaciones de cemento *clinker*:

- Preparación de la materia prima: molturación, molienda, homogeneización.
- Almacenamiento y preparación de los combustibles: para los combustibles convencionales y los derivados de residuos.
- Producción de *clinker* («calcinación de *clinker*»): todas las fases correspondientes al sistema de horno integrado, incluidas la transformación en el horno y el enfriamiento del *clinker*.
- Almacenamiento intermedio: almacenamiento del cemento *clinker* bajo cubierta previamente a la exportación a otro lugar o a la molturación del cemento.
- Control de emisiones: para el tratamiento de las emisiones a la atmósfera, al agua o al suelo.

En la sección 6.5.1.1 de este documento de orientación se indican los métodos para calcular las emisiones de proceso de los materiales de carbonato sobre la base de las entradas o las salidas.

En la sección 7.1.1.2 puede consultarse una norma adicional sobre el tratamiento del polvo del horno de cemento (CKD) y, en la sección 7.1.2, un **estudio de caso** en el que se muestra cómo se obtienen las emisiones implícitas específicas del cemento *clinker*.

5.3.3.3 Proceso de producción del cemento

El cemento (con la excepción del cemento aluminoso) se define como una mercancía compleja que se produce a partir de uno o dos precursores pertinentes: el cemento *clinker* y, posiblemente, la arcilla calcinada.

El cemento se produce en una planta amoladora (molino de cemento), que puede estar situada en la misma instalación en la que se produjo el cemento *clinker* o una planta separada e independiente. El cemento *clinker* se muela y se mezcla con otros constituyentes concretos para producir el producto terminado de cemento. Dependiendo de la mezcla de los distintos constituyentes, puede ser cemento Portland, cemento combinado (que contiene una mezcla de cemento Portland y otros constituyentes hidráulicos) u otros cementos hidráulicos.

En el Reglamento de Ejecución (sección 3 del anexo II) se establece que los límites del sistema para el seguimiento de las emisiones directas de la ruta de producción del cemento incluyen:

«– todas las emisiones de CO₂ derivadas de la combustión de combustibles, cuando proceda para el secado de los materiales.»

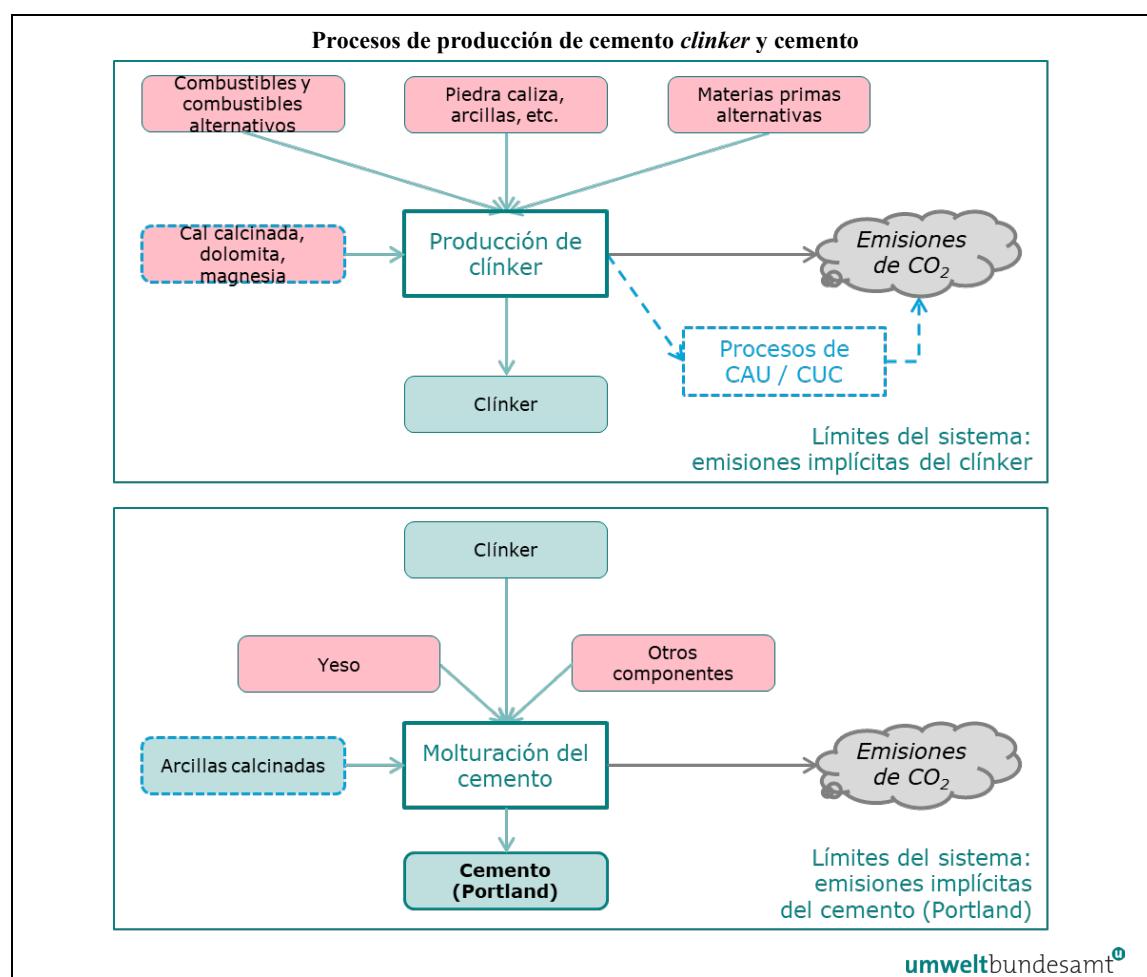
Los precursores pertinentes son el cemento *clinker* y la arcilla calcinada (si se utilizan en el proceso). También debe realizarse un seguimiento de las emisiones indirectas resultantes de la electricidad consumida por el proceso de producción.

En consonancia con la definición de los límites del sistema anteriormente referida, puede considerarse que las siguientes fases de producción entran dentro de los límites del sistema de las instalaciones de cemento:

- Preparación de los materiales: manipulación de los materiales (cemento *clinker*, arcilla calcinada y aditivos minerales) y su pretratamiento, por ejemplo, precalentamiento y secado de los aditivos minerales.
- Producción de cemento: todas las fases, como la trituración, molienda ulterior y separación por tamaño de las partículas.
- Almacenamiento, envasado y expedición del cemento.
- Control de emisiones: para el tratamiento de las emisiones a la atmósfera, al agua o al suelo.

En el Gráfico 5-1 se muestra la relación existente entre los procesos de producción del cemento *clinker* y el cemento.

Gráfico 5-1: *Límites del sistema de los procesos de producción del cemento clinker y el cemento.*



Las emisiones directas del proceso de producción del cemento *clinker* se derivan de la combustión tanto de los combustibles para el horno como de los no utilizados para el horno,

así como de las materias primas utilizadas en el proceso, tales como la piedra caliza. Las emisiones directas también pueden derivarse de los combustibles utilizados para el secado de los materiales utilizados para la fabricación del producto de cemento acabado.

El almacenamiento geológico permanente, es decir, la captura y el secuestro de carbono, constituye una variación del proceso de producción de *clinker*.

Conviene señalar que no se establece ninguna distinción entre el cemento *clinker* gris y blanco utilizado en la producción de mercancías de cemento.

5.3.3.4 Proceso de producción del cemento aluminoso

El cemento aluminoso se considera una mercancía simple porque se produce directamente a partir de *clinker* aluminoso mediante un proceso de producción continuo, y se muele sin la agregación de otros aditivos.

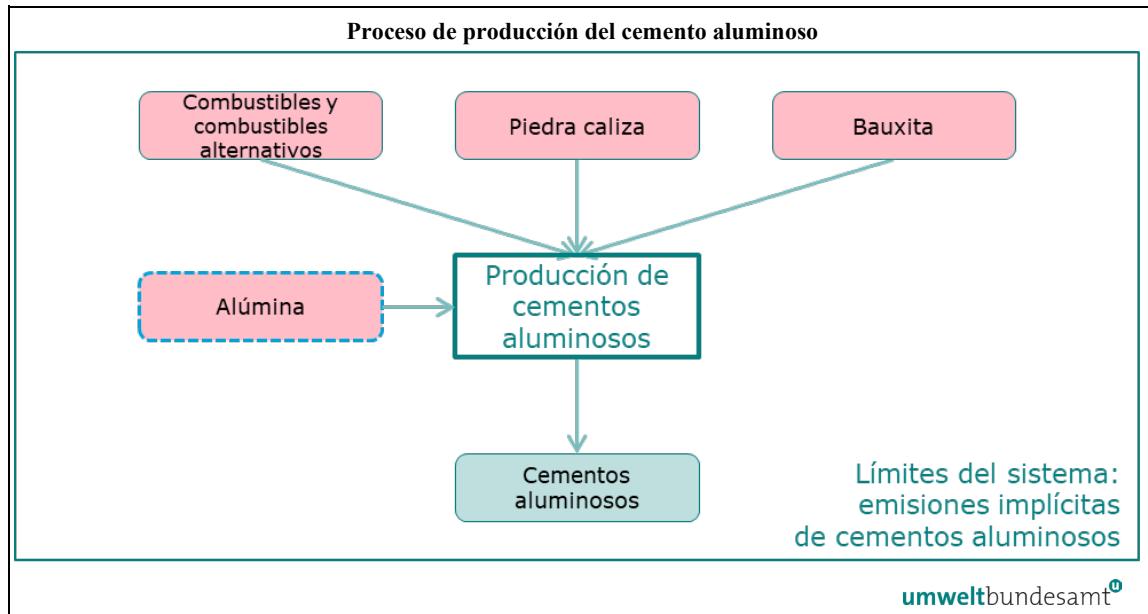
En el Reglamento de Ejecución (sección 3 del anexo II) se establece que los límites del sistema para el seguimiento de las emisiones directas de la ruta de producción del cemento aluminoso incluyen:

- «– todas las emisiones de CO₂ derivadas de la combustión de combustibles vinculadas directa o indirectamente al proceso,
- las emisiones de proceso de los carbonatos de la materia prima, si procede, y la limpieza de gases de combustión.»

No existen precursores pertinentes para este proceso de producción. También debe realizarse un seguimiento de las emisiones indirectas resultantes de la electricidad consumida por el proceso de producción.

En consonancia con la definición de los límites de los sistemas anteriormente referida, la producción integrada de cementos aluminosos incluye tanto la fase de producción de la *clinkerización* como la del moliurado, desde la preparación de las materias primas hasta el control de emisiones.

Gráfico 5-2: Límites del sistema de producción del cemento aluminoso



Conviene señalar que la alúmina (producida a partir de la bauxita) se trata como una materia prima y tiene cero emisiones implícitas.

5.4 Sector de los productos químicos: hidrógeno

En el cuadro de texto que figura a continuación se señalan las secciones específicas sectoriales del Reglamento de Ejecución que resultan pertinentes para el período transitorio MAFC.

Referencias del Reglamento de Ejecución:

- Anexo II, sección 2, cuadro 1. Catalogación de los códigos NC con las categorías de mercancías agregadas.
- Anexo II, sección 3. Rutas de producción, límites del sistema y precursores pertinentes, como se indica en la subsección: 3.6 – Hidrógeno, incluidas las normas adicionales para la atribución de emisiones de las subsecciones 3.6.2.2 Electrólisis del agua y 3.6.2.3 Electrólisis de los cloruros alcalinos.



5.4.1 Unidad de producción y emisiones implícitas

La cantidad de hidrógeno importada en la UE debe expresarse en toneladas métricas (como hidrógeno puro). Como titular, usted debe registrar la cantidad de hidrógeno producido por instalación o proceso de producción, a efectos de la notificación.

Sector industrial	Productos químicos: hidrógeno
Unidad de producción de las mercancías	Toneladas (métricas) de hidrógeno puro, notificadas por separado por instalación o proceso de producción en el país de origen

Sector industrial	Productos químicos: hidrógeno
Actividades asociadas	Producción de hidrógeno mediante reformado con vapor u oxidación parcial de hidrocarburos, electrólisis del agua, electrólisis de los cloruros alcalinos o producción de clorato de socio.
Gases de efecto invernadero pertinentes	Dióxido de carbono (CO ₂)
Emisiones directas	Toneladas (métricas) de CO ₂ e
Emisiones indirectas	Cantidad de electricidad consumida (MWh), fuente y factor de emisión utilizado para calcular las emisiones indirectas en toneladas (métricas) de CO ₂ o CO ₂ e. <i>Deben notificarse por separado durante el período transitorio.</i>
Unidad para las emisiones implícitas	Toneladas de emisiones de CO ₂ e por tonelada de mercancía, notificadas por separado para cada tipo de mercancía, por instalación en el país de origen

El sector del hidrógeno debe contabilizar tanto las emisiones directas como las emisiones indirectas en el período transitorio. Las emisiones indirectas deben notificarse por separado³³. Las emisiones deben notificarse en toneladas métricas de emisiones de CO₂ equivalentes (tCO₂e) por tonelada de producción. Esta cifra debe calcularse para la instalación o el proceso de producción específicos en su país de origen.

Obsérvese que en la sección 7.5.2 se incluyen varios **estudios de caso** en los que se muestra cómo se obtienen los valores de las emisiones directas e indirectas implícitas específicas para el hidrógeno producido mediante las **rutas de producción de reformado con vapor y cloruros alcalinos**, y cómo se calculan las emisiones implícitas de las importaciones en la UE.

En las siguientes secciones se establece cómo deben definirse los límites del sistema de distintas rutas de producción de hidrógeno y se identifican los elementos de los procesos de producción que deben incluirse a efectos de seguimiento y notificación.

5.4.2 Definición y explicación de las mercancías del sector incluidas en el MAFC

En el Cuadro 5-3 se enumeran las mercancías pertinentes que entran en el ámbito del período transitorio MACF en el sector industrial del hidrógeno. La categoría de mercancías agregadas que figura en la columna de la izquierda determina los grupos para los que deben definirse «procesos de producción» conjuntos a efectos del seguimiento.

³³ Conviene señalar que, en lo que respecta a este sector, las emisiones indirectas solamente se notifican durante el período transitorio (y no durante el período definitivo).

Cuadro 5-3: Mercancías MAFC en el sector de los productos químicos: hidrógeno

Categoría de mercancías agregadas	Código NC del producto	Designación
Hidrógeno	2804 10 000	Hidrógeno

Fuente: Reglamento MAFC, anexo I; Reglamento de Ejecución, anexo II.

El hidrógeno se define como una mercancía simple porque se considera que las materias primas y los combustibles utilizados en su fabricación tienen cero emisiones implícitas.

No existen **precursores pertinentes** para el hidrógeno. Sin embargo, el propio hidrógeno puede ser un precursor pertinente para otros procesos, donde se produce por separado para ser utilizado como materia prima química para la producción de amoniaco, o para producir fundición en bruto o hierro prerreducido (DRI).

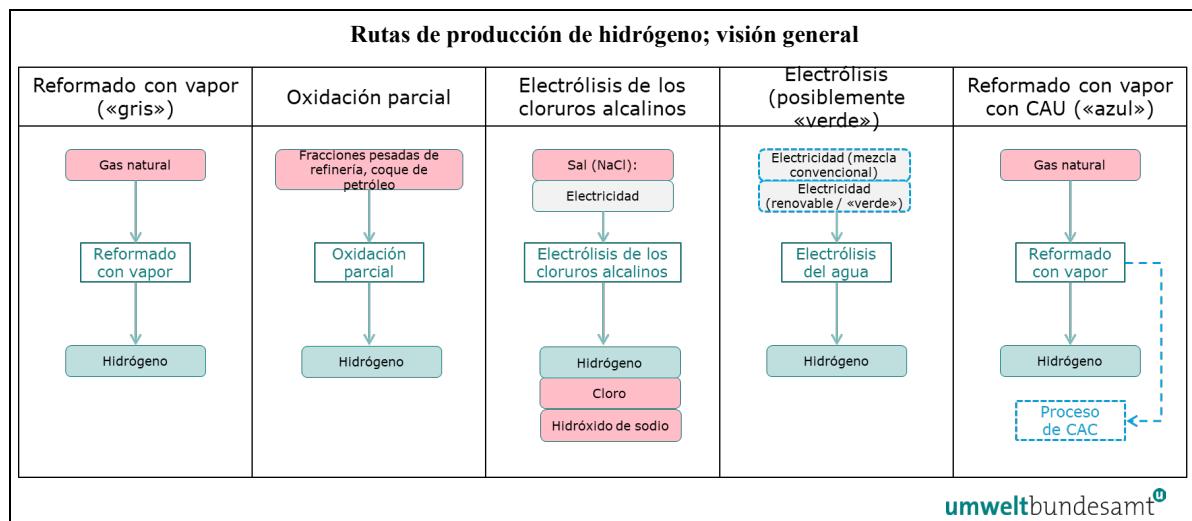
En la producción del hidrógeno intervienen distintas rutas de proceso, que se señalan a continuación.

5.4.3 Definición y explicación de los procesos y las rutas de producción pertinentes

El hidrógeno puede producirse a partir de varias materias primas, por ejemplo, residuos plásticos, pero actualmente se deriva fundamentalmente de combustibles fósiles. Normalmente, las unidades de producción de hidrógeno están integradas en procesos industriales más amplios, por ejemplo, una instalación de producción de amoniaco.

En el siguiente diagrama se muestra la variedad de rutas que se pueden utilizar para la producción de hidrógeno.

Gráfico 5-3: Límites del sistema de las distintas rutas de producción de hidrógeno; visión general



Los límites del sistema para el seguimiento de las emisiones directas para el hidrógeno incluyen todos los procesos vinculados directa o indirectamente a la producción de hidrógeno, así como todos los combustibles utilizados en la producción de hidrógeno.

En la sección 7.5.1.1 se detallan las emisiones pertinentes que deben someterse a seguimiento para el sector del hidrógeno.

Conviene señalar que existen otras rutas de producción posibles, por ejemplo, la producción de hidrógeno como subproducto de la producción de etileno, pero solamente se considerará la producción de hidrógeno puro o mezclas de hidrógeno con nitrógeno utilizables en la producción de amoniaco. No se incluye la producción de gas de síntesis ni de hidrógeno en refinerías o instalaciones de productos químicos orgánicos, cuando el hidrógeno se utilice exclusivamente en dichas plantas y no para la producción de las mercancías contempladas en el Reglamento MAFC.

5.4.3.1 Hidrógeno: ruta de producción mediante reformado con vapor

El gas natural utilizado como materia prima para este proceso se convierte en dióxido de carbono e hidrógeno por medio de reformado con vapor primario y secundario. La reacción general es muy endotérmica y se suministra calor de proceso mediante la combustión de gas natural u otro combustible gaseoso. El proceso convierte casi todo el monóxido de carbono producido en dióxido de carbono.

En el Reglamento de Ejecución (sección 3 del anexo II) se establece que los límites del sistema para el seguimiento de las emisiones directas de las rutas de producción de reformado con vapor (u oxidación parcial) incluyen:

- «– todos los procesos vinculados directa o indirectamente a la producción de hidrógeno, así como la limpieza de gases de combustión,
- todos los combustibles utilizados en el proceso de producción de hidrógeno independientemente de su uso energético o no energético, así como los combustibles utilizados para otros procesos de combustión, en particular para la producción de agua caliente o vapor.»

No existen precursores pertinentes para este proceso de producción. También debe realizarse un seguimiento de las emisiones indirectas resultantes de la electricidad consumida por el proceso de producción.

En consonancia con la definición de los límites de los sistemas anteriormente referida, puede considerarse que las siguientes fases de producción entran dentro de los límites del sistema de una instalación de hidrógeno (mediante reformado con vapor):

- Pretratamiento de la materia prima: desulfuración de gas natural
- Reformado con vapor: primario y secundario, generación de H₂/CO
- Conversión de desplazamiento: de monóxido de carbono a dióxido de carbono e hidrógeno
- Separación y purificación: procesos de separación y eliminación del CO₂, por ejemplo, separación criogénica, adsorción, absorción, membrana, hidrogenación (metanización)
- Control de emisiones: para el tratamiento de las emisiones a la atmósfera, al agua o al suelo

El flujo de dióxido de carbono producido por el proceso de reformado con vapor es muy puro y se separa y captura para otros usos, por ejemplo, para la producción de urea. Una variante de este proceso puede incluir el almacenamiento geológico permanente, es decir, la captura y el secuestro de carbono.

En la sección 7.5.2.1 se incluye un ejemplo práctico para el cálculo de las emisiones implícitas específicas para el hidrógeno producido con la ruta de producción mediante el proceso de reformado con vapor.

5.4.3.2 Hidrógeno: ruta de producción mediante oxidación parcial de hidrocarburos (gasificación)

El hidrógeno se produce mediante la oxidación parcial (gasificación) de hidrocarburos, normalmente de materias primas pesadas como aceites residuales pesados o carbón o incluso plásticos residuales. Prácticamente todo el monóxido de carbono que se produce mediante este proceso se convierte en dióxido de carbono.

En el Reglamento de Ejecución (sección 3 del anexo II) se establece que los límites del sistema para el seguimiento de las emisiones directas de las rutas de producción mediante oxidación parcial (o reformado con vapor) incluyen:

- «– todos los procesos vinculados directa o indirectamente a la producción de hidrógeno, así como la limpieza de gases de combustión,
- todos los combustibles utilizados en el proceso de producción de hidrógeno independientemente de su uso energético o no energético, así como los combustibles utilizados para otros procesos de combustión, en particular para la producción de agua caliente o vapor.»

No existen precursores pertinentes para este proceso de producción. También debe realizarse un seguimiento de las emisiones indirectas resultantes de la electricidad consumida por el proceso de producción.

En consonancia con la definición de los límites de los sistemas anteriormente referida, puede considerarse que las siguientes fases de producción entran dentro de los límites del sistema de una instalación de hidrógeno (mediante oxidación parcial):

- Unidad de separación de aire: para producir el oxígeno para la fase de oxidación parcial.
- Gasificación: generación de H₂/CO.
- Limpieza de gas de síntesis: eliminación de hollín y azufre.
- Conversión de desplazamiento: de monóxido de carbono a dióxido de carbono.
- Separación y purificación: procesos de separación y eliminación del CO₂, por ejemplo, separación criogénica (nitrógeno líquido).
- Control de emisiones: para el tratamiento de las emisiones a la atmósfera, al agua o al suelo.

El flujo de dióxido de carbono producido en el proceso es de gran pureza y puede ser separado y capturado para futuros usos.

5.4.3.3 Hidrógeno: ruta de producción mediante electrólisis del agua

La electrólisis del agua es un proceso de producción independiente y no integrado que produce un flujo muy puro de hidrógeno gaseoso. Las emisiones directas resultantes de este proceso son mínimas. Las emisiones indirectas se derivan de la electricidad consumida por el proceso. El hidrógeno producido mediante electricidad renovable podría adquirir relevancia en el futuro.

En el Reglamento de Ejecución (sección 3 del anexo II) se establece que los límites del sistema para el seguimiento de las emisiones directas de la ruta de producción mediante electrólisis del agua incluyen, si procede:

«← todas las emisiones derivadas del uso de combustibles vinculado directa o indirectamente al proceso de producción de hidrógeno, así como las derivadas de la limpieza de gases de combustión.»

No existen precursores pertinentes para este proceso de producción.

También es necesario realizar un seguimiento de las emisiones indirectas resultantes de la electricidad consumida por el proceso de producción. Conviene señalar que cuando se haya certificado que el hidrógeno producido cumple el Reglamento Delegado (UE) 2023/1184 de la Comisión (1), podrá utilizarse un factor de emisión cero para la electricidad. En todos los demás casos, se aplicarán las normas sobre las emisiones indirectas implícitas (sección D del anexo III).

En la sección 7.5.1.2 se incluye una norma adicional en la que se establece el método para la atribución de las emisiones al hidrógeno producido mediante la electrólisis del agua.

5.4.3.4 Hidrógeno: ruta de producción mediante electrólisis de los cloruros alcalinos (y producción de cloratos)

El hidrógeno se produce como un subproducto de la electrólisis de salmuera, junto con la producción simultánea de cloro e hidróxido de sodio. Las tres técnicas del proceso de los cloruros alcalinos son las siguientes: celda de mercurio, celda de diafragma y celda de membrana. Las tres técnicas de celdas producen hidrógeno, que se forma en el cátodo de la celda y que deja la celda con un grado de pureza muy elevado. El hidrógeno gaseoso que se produce se enfriá, seca y purifica para eliminar el vapor de agua y otras impurezas que, en algunos casos, pueden incluir el oxígeno, y a continuación se comprime y almacena o se exporta a otro lugar.

En el Reglamento de Ejecución (sección 3 del anexo II) se establece que los límites del sistema para el seguimiento de las emisiones directas de las rutas de producción mediante cloruros alcalinos y producción de cloratos incluyen, si procede:

«← todas las emisiones derivadas del uso de combustibles vinculado directa o indirectamente al proceso de producción de hidrógeno, así como las derivadas de la limpieza de gases de combustión.»

No existen precursores pertinentes para este proceso de producción.

También es necesario realizar un seguimiento de las emisiones indirectas resultantes de la electricidad consumida por el proceso de producción. Conviene señalar que cuando se haya certificado que el hidrógeno producido cumple el Reglamento Delegado (UE) 2023/1184 de la Comisión (1), podrá utilizarse un factor de emisión cero para la electricidad. En todos los demás casos, se aplicarán las normas sobre las emisiones indirectas implícitas (sección D del anexo III).

En consonancia con la definición de los límites de los sistemas anteriormente referida, puede considerarse que las siguientes fases de producción entran dentro de los límites del sistema de una instalación de hidrógeno (cloruros alcalinos):

- Electrólisis de salmuera: preparación de la salmuera, electrólisis, generación de hidrógeno como un subproducto y recogida.
- Refrigeración, secado y purificación del gas: eliminación del vapor de agua, el hidróxido de sodio, la sal, el cloro y el oxígeno del hidrógeno gaseoso.

En la sección 7.5.1.2 se incluye una norma adicional relativa al método para la atribución de las emisiones al hidrógeno producido mediante el proceso de los cloruros alcalinos, y en la sección 7.5.2.2 puede consultarse un ejemplo práctico.

5.5 Sector de los abonos

En el cuadro de texto que figura a continuación se señalan las secciones específicas sectoriales del Reglamento de Ejecución que resultan pertinentes para el período transitorio MAFC.

Referencias del Reglamento de Ejecución:

- **Anexo II, sección 2, cuadro 1. Catalogación de los códigos NC con las categorías de mercancías agregadas.**
 - **Anexo II, sección 3. Rutas de producción, límites del sistema y precursores pertinentes, como se indica en las subsecciones siguientes: 3.7 – Amoniaco; 3.8 – Ácido nítrico; 3.9 – Urea; 3.10 – Abonos mezclados.**
-

5.5.1 *Unidad de producción y emisiones implícitas*

La cantidad de mercancías del sector de los abonos que contienen nitrógeno declarada e importada en la UE debe expresarse en toneladas métricas. Como titular, usted debe registrar la cantidad de mercancías MAFC producidas por instalación o proceso de producción, a efectos de la notificación.

Sector industrial	Abonos
Unidad de producción de las mercancías	Toneladas (métricas) ³⁴ , notificadas por separado para cada tipo de mercancía del sector, por instalación o proceso de producción en el país de origen.
Actividades asociadas	Producción de precursores químicos para la producción de abonos nitrogenados, producción de abonos nitrogenados mediante mezcla física o reacción química, y transformación en su forma final.
Emisiones de gases de efecto invernadero pertinentes	Dióxido de carbono (CO ₂) y óxido nitroso (N ₂ O)
Emisiones directas	Toneladas (métricas) de CO ₂ e
Emisiones indirectas	Cantidad de electricidad consumida (MWh), fuente y factor de emisión utilizado para calcular las emisiones indirectas en toneladas (métricas) de CO ₂ o CO ₂ e. <i>Deben notificarse por separado durante el período transitorio.</i>
Unidad para las emisiones implícitas	Toneladas de emisiones de CO ₂ e por tonelada de mercancía, notificadas por separado para cada tipo de mercancía, por instalación en el país de origen

El sector industrial de los abonos debe contabilizar tanto las emisiones directas como las emisiones indirectas en el período transitorio. Las emisiones indirectas deben notificarse por separado. Las emisiones deben notificarse en toneladas métricas de emisiones de CO₂ equivalentes (tCO₂e) por tonelada de producción. Esta cifra debe calcularse para la instalación o el proceso de producción específicos en su país de origen.

Obsérvese que en la sección 7.3.2 se incluye un **estudio de caso** en el que se muestra cómo se obtienen los valores de las emisiones directas e indirectas implícitas específicas para el **proceso de producción del abono mezclado**, y cómo se calculan las emisiones implícitas de las importaciones en la UE.

En las siguientes secciones se establece cómo deben definirse los límites del sistema de las mercancías del sector de los abonos y se identifican los elementos de los procesos de producción que deben incluirse a efectos de seguimiento y notificación.

5.5.2 Definición y explicación de las mercancías del sector incluidas en el MAFC

En el Cuadro 5-4 se enumeran las mercancías pertinentes que entran en el ámbito del período transitorio MACF en el sector industrial de los abonos. La categoría de mercancías

³⁴ Para determinadas mercancías, es necesario convertir las cantidades importadas en toneladas estándar que se utilizarán posteriormente para el cálculo de la obligación MAFC. Por ejemplo, en el caso del ácido nítrico, las soluciones hidratadas de amoniaco y los abonos que contienen nitrógeno, será necesario indicar expresamente la concentración de referencia / el contenido de nitrógeno (y la forma de nitrógeno).

agregadas que figura en la columna de la izquierda determina los grupos para los que deben definirse «procesos de producción» conjuntos a efectos del seguimiento.

Cuadro 5-4: Mercancías MAFC en el sector de los abonos

Categoría de mercancías agregadas	Código NC del producto	Designación
Ácido nítrico	2808 00 00	Ácido nítrico; ácidos sulfonítricos
Urea	3102 10	Urea, incluso en disolución acuosa
Amoniaco	2814	Amoniaco anhidro o en disolución acuosa
Abonos mezclados	2834 21 00, 3102, 3105 - Excepto: 3102 10 (urea) y 3105 60 00	2834 21 00 – Nitratos de potasio 3102 – Abonos minerales o químicos nitrogenados - Excepto: 3102 10 (urea) 3105 – Abonos minerales o químicos, con dos o tres de los elementos fertilizantes: nitrógeno, fósforo y potasio; los demás abonos - Excepto: 3105 60 00 – Abonos minerales o químicos, con dos elementos fertilizantes: fósforo y potasio ³⁵

Fuente: Reglamento MAFC, anexo I; Reglamento de Ejecución, anexo II.

Las categorías de mercancías agregadas que figuran en el Cuadro 5-4 incluyen tanto mercancías de abono nitrogenado terminadas como mercancías químicas precursoras (productos intermedios) que se consumen durante la producción de abono.

Únicamente se tendrán en cuenta los insumos indicados como precursores pertinentes para los límites del sistema del proceso de producción que se especifiquen en el Reglamento de Ejecución y que se produzcan para ser utilizados en la producción de abonos químicos³⁶. En el Cuadro 5-5 se enumeran los posibles precursores por categoría de mercancías agregadas y ruta de producción.

³⁵ Solamente tienen emisiones implícitas significativas los abonos que contienen nitrógeno (N), por lo que sus precursores están incluidos en el MAFC.

³⁶ Alrededor del 80 % de la producción total de amoniaco se utiliza como precursor químico para la producción de abonos y cerca del 97 % de los abonos nitrogenados se derivan de amoniaco.

Cuadro 5-5: Categorías de mercancías agregadas, sus rutas de producción y precursores posiblemente pertinentes

Categoría de mercancías agregadas	Precensores pertinentes
Ruta de producción	
Amoniaco	Hidrógeno, si se produce por separado para ser utilizado en el proceso ³⁷ .
<i>Haber Bosch con proceso de reformado con vapor</i>	
<i>Haber-Bosch con gasificación</i>	
Ácido nítrico	Amoniaco (como 100 % amoniaco).
Urea	Amoniaco (como 100 % amoniaco).
Abono mezclado	Si se utilizan en el proceso: amoniaco (como 100 % amoniaco), ácido nítrico (como 100 % ácido nítrico), urea, abonos mezclados (en particular, sales que contengan amoniaco o nitrato).

Para la producción de abono mezclado, no se aplicarán todos los precursores en todos los casos. Conviene señalar, en particular, que en algunos casos puede utilizarse una categoría de mercancías agregadas (el propio abono mezclado) como precursor para su propia categoría, dependiendo de la fórmula final del producto de abono mezclado necesario.

Las mercancías acabadas de abono químico nitrogenado producidas a partir de los precursores pertinentes (a granel, en plantas integradas) se definen como mercancías complejas porque incluyen las emisiones implícitas de las mercancías precursoras pertinentes.

En la producción de mercancías del sector de los abonos intervienen distintas rutas de proceso, que se señalan a continuación.

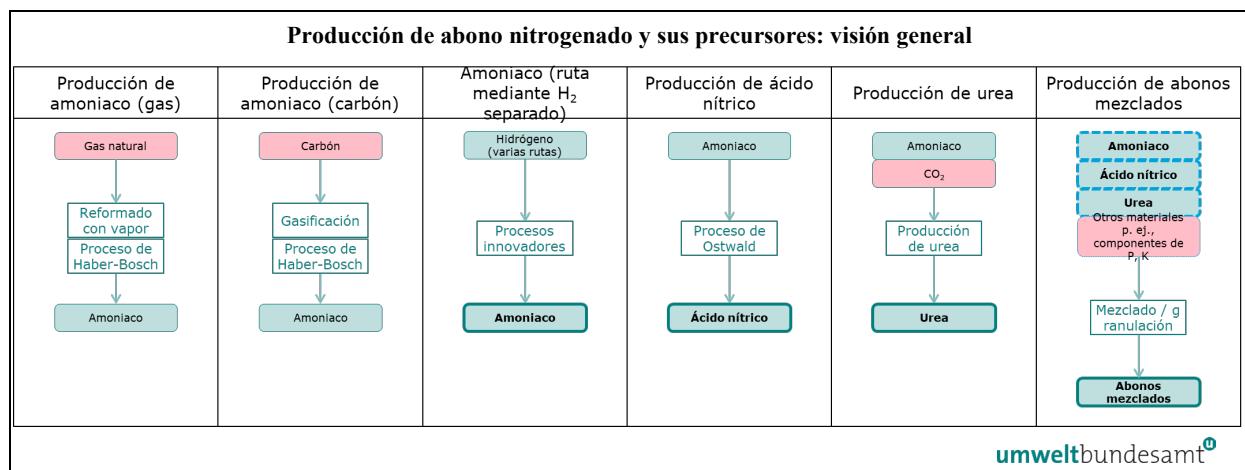
5.5.3 Definición y explicación de los procesos y las rutas de producción pertinentes

Los límites del sistema de los precursores químicos y los abonos son distintos y, en determinadas condiciones, pueden agregarse para incluir todos los procesos vinculados directa o indirectamente a los procesos de producción de dichas mercancías, por ejemplo, las actividades de entrada al proceso y las actividades de salida del proceso.

En el Gráfico 5-4 se ofrece una visión general de los distintos procesos y rutas de proceso para la producción de abono nitrogenado y sus precursores pertinentes.

³⁷ Cuando se añada al proceso hidrógeno procedente de otras rutas de producción, se tratará como un precursor con sus propias emisiones implícitas.

Gráfico 5-4: Límites del sistema y cadena de valor para la producción de abono nitrogenado y sus precursores: visión general



La urea se utiliza como precursor en la producción de abono mezclado, pero también puede utilizarse como un abono apropiado por sí misma debido a su elevado contenido de nitrógeno.

Los abonos mezclados comprenden todos los tipos de abono que contengan nitrógeno (N), en particular nitrato de amonio, nitrato de amonio y de calcio, sulfato de amonio, fosfatos de amonio, soluciones de urea y nitrato de amonio, así como los abonos compuestos por nitrógeno y fósforo (NP), nitrógeno y potasio (NK) y nitrógeno, fósforo y potasio (NPK).

En la sección 7.3.1.1 se detallan las emisiones pertinentes que deben someterse a seguimiento para el sector de los abonos.

5.5.3.1 Amoniaco: ruta de producción mediante el proceso de Haber-Bosch con proceso de reformado con vapor

El amoniaco se sintetiza a partir de nitrógeno e hidrógeno mediante el proceso de Haber-Bosch. En esta ruta de producción, el hidrógeno para el proceso se obtiene mediante el reformado con vapor de gas natural (o biogás), mientras que el nitrógeno se obtiene del aire. La reacción general es muy endotérmica y se suministra calor de proceso mediante la combustión de gas natural u otro combustible gaseoso. Prácticamente todo el monóxido de carbono que se produce se convierte en dióxido de carbono.

En el Reglamento de Ejecución (sección 3 del anexo II) se establece que los límites del sistema para el seguimiento de las emisiones directas de la ruta de producción mediante el proceso de Haber-Bosch con reformado con vapor incluyen:

- «– todos los combustibles vinculados directa o indirectamente a la producción de amoniaco, así como los materiales utilizados para la limpieza de gases de combustión,
- se hará un seguimiento de todos los combustibles, independientemente de que se utilicen como insumo energético o no energético,
- cuando se utilice biogás, se aplicarán las disposiciones de la sección B.3.3 del anexo III,

– cuando se añada al proceso hidrógeno procedente de otras rutas de producción, se tratará como un precursor con sus propias emisiones implícitas».

El hidrógeno producido por separado, si se utiliza en el proceso, es un precursor pertinente. También debe realizarse un seguimiento de las emisiones indirectas resultantes de la electricidad consumida por el proceso de producción.

En consonancia con la definición de los límites del sistema anteriormente referida, puede considerarse que las siguientes fases de producción entran dentro de los límites del proceso de Haber-Bosch con proceso de reformado con vapor.

- Producción de hidrógeno mediante reformado con vapor de gas natural o biogás³⁸.
- Síntesis de amoniaco: a partir de hidrógeno y de nitrógeno, a alta temperatura y presión en presencia de un catalizador; condensación, purificación y almacenamiento (si procede) de amoniaco.
- Control de emisiones: para el tratamiento de las emisiones a la atmósfera, al agua o al suelo.

El flujo de dióxido de carbono de la producción de amoniaco es de gran pureza y puede ser separado, capturado y transferido a otro lugar para otros usos, por ejemplo, para la producción de urea.

Conviene señalar que el amoniaco producido se notifica como 100 % amoniaco, tanto en forma hidratada como anhídrido.

5.5.3.2 Amoniaco: ruta de producción mediante el proceso de Haber-Bosch con gasificación

Con esta ruta de producción, el hidrógeno se obtiene mediante gasificación de hidrocarburos, normalmente de materias primas pesadas tales como el carbón, combustibles pesados de refinería u otras materias primas fósiles. Se produce un gas de síntesis que contiene hidrógeno y que tiene que ser purificado antes de poder ser utilizado para la siguiente fase de producción. A continuación, se procede a la sintetización del amoniaco a partir del hidrógeno producido y del nitrógeno obtenido del aire, a alta temperatura y presión en presencia de un catalizador. Prácticamente todo el monóxido de carbono que se produce se convierte en dióxido de carbono.

En el Reglamento de Ejecución (sección 3 del anexo II) se establece que los límites del sistema para el seguimiento de las emisiones directas de la ruta de producción mediante el proceso de Haber-Bosch con gasificación incluyen:

«– todos los combustibles vinculados directa o indirectamente a la producción de amoniaco, así como los materiales utilizados para la limpieza de gases de combustión,

— se hará un seguimiento de cada aporte de combustibles como un flujo de combustible, independientemente de que se utilice como insumo energético o no energético,

³⁸ Pueden consultarse las fases del proceso en la sección 5.4.3.1 sobre el sector del hidrógeno.

– cuando se añada al proceso hidrógeno procedente de otras rutas de producción, se tratará como un precursor con sus propias emisiones implícitas.»

El hidrógeno producido por separado, si se utiliza en el proceso, es un precursor pertinente. También debe realizarse un seguimiento de las emisiones indirectas resultantes de la electricidad consumida por el proceso de producción.

En consonancia con la definición de los límites del sistema anteriormente referida, puede considerarse que las siguientes fases de producción entran dentro de los límites del proceso de Haber-Bosch con gasificación:

- Producción de hidrógeno mediante gasificación (oxidación parcial)³⁹.
- Síntesis de amoníaco: a partir de hidrógeno y de nitrógeno, a alta temperatura y presión en presencia de un catalizador; condensación, purificación y almacenamiento (si procede) de amoníaco.
- Control de emisiones: para el tratamiento de las emisiones a la atmósfera, al agua o al suelo.

Conviene señalar que el amoníaco producido se notifica como 100 % amoníaco, tanto en forma hidratada como anhidro.

5.5.3.3 Proceso de producción del ácido nítrico (y ácidos sulfonítricos)

El ácido nítrico se produce fundamentalmente a través de la oxidación de amoníaco mediante el proceso Ostwald. El amoníaco es oxidado primero en presencia de un catalizador para formar óxido de nitrógeno, que después es oxidado para obtener dióxido de nitrógeno, y seguidamente, se procede a la absorción en agua en una torre de absorción para formar ácido nítrico. La reacción es exotérmica y se puede recuperar calor y electricidad en el proceso.

En el Reglamento de Ejecución (sección 3 del anexo II) se establece que los límites del sistema para el seguimiento de las emisiones directas de la ruta de producción del ácido nítrico incluyen:

«– el CO₂ procedente de todos los combustibles vinculados directa o indirectamente a la producción de ácido nítrico, así como los materiales utilizados para la limpieza de gases de combustión,

– las emisiones de N₂O procedentes de todas las fuentes que emitan N₂O del proceso de producción, incluidas las emisiones reducidas y no reducidas. Se excluyen del seguimiento todas las emisiones de N₂O procedentes de la combustión de combustibles.»

El amoníaco es un precursor pertinente (como 100 % amoníaco). También debe realizarse un seguimiento de las emisiones indirectas resultantes de la electricidad consumida por el proceso de producción.

³⁹ Pueden consultarse las fases del proceso en la sección 5.4.3.2 sobre el sector del hidrógeno.

En consonancia con la definición de los límites de los sistemas anteriormente referida, puede considerarse que las siguientes fases de producción entran dentro de los límites del sistema del proceso de producción de ácido nítrico:

- Preparación de la materia prima: evaporación y filtración del amoniaco y del aire de proceso.
- Oxidación de amoniaco: en óxido de nitrógeno, todas las fases del proceso.
- Oxidación ulterior y absorción: en dióxido de nitrógeno y absorción en agua para formar ácido nítrico, todas las fases del proceso.
- Control de emisiones: para el tratamiento de las emisiones a la atmósfera, al agua o al suelo.

Conviene señalar que el ácido nítrico producido se notifica como ácido nítrico 100 %.

5.5.3.4 Proceso de producción de la urea

La urea se sintetiza por reacción de amoniaco con dióxido de carbono a alta presión, para formar carbamato amónico, que, a continuación, se deshidrata para formar urea.

En el Reglamento de Ejecución (sección 3 del anexo II) se establece que los límites del sistema para el seguimiento de las emisiones directas de la ruta de producción de la urea incluyen:

- «— el CO₂ procedente de todos los combustibles vinculados directa o indirectamente a la producción de urea, así como los materiales utilizados para la limpieza de gases de combustión,
- cuando el CO₂ se reciba de otra instalación como insumo de proceso, el CO₂ recibido y no fijado a la urea se considerará una emisión, si no se contabilizase ya como una emisión de la instalación en la que se hubiera producido el CO₂, en el marco de un sistema de seguimiento, notificación y verificación admisible.»

El amoniaco es un precursor pertinente (como 100 % amoniaco). También debe realizarse un seguimiento de las emisiones indirectas resultantes de la electricidad consumida por el proceso de producción.

En consonancia con la definición de los límites de los sistemas anteriormente referida, puede considerarse que las siguientes fases de producción entran dentro de los límites del sistema del proceso de producción de urea:

- Preparación de la materia prima: evaporación y filtración del amoniaco, CO₂.
- Producción de urea: todas las fases del proceso, desde la síntesis hasta la formación de partículas.
- Control de emisiones: para el tratamiento de las emisiones a la atmósfera, al agua o al suelo.

El amoniaco y el CO₂ consumidos por este proceso de producción se reciben habitualmente de otros procesos de producción de la misma planta.

5.5.3.5 Proceso de producción de abonos mezclados

La producción de todos los tipos de abonos mezclados que contienen nitrógeno (en especial sales de amonio y NP, NK y NPK) comprende un amplio abanico de operaciones, como el mezclado, la neutralización⁴⁰, la formación de partículas (por ejemplo, mediante granulación o perlado), independientemente de que solamente se produzcan una mezcla física o reacciones químicas.

En el Reglamento de Ejecución (sección 3 del anexo II) se establece que los límites del sistema para el seguimiento de las emisiones directas de la ruta de producción del abono mezclado incluyen:

«– el CO₂ de todos los combustibles vinculados directa o indirectamente a la producción del abono, como los combustibles utilizados en secantes y para el calentamiento de los insumos, así como los materiales utilizados para la limpieza de gases de combustión.»

Los precursores pertinentes (si se utilizan en el proceso) son: amoníaco (como 100 % amoníaco), ácido nítrico (como 100 % ácido nítrico), urea, abonos mezclados (en particular, sales que contengan amoníaco o nitrato). También debe realizarse un seguimiento de las emisiones indirectas resultantes de la electricidad consumida por el proceso de producción.

En consonancia con la definición de los límites de los sistemas anteriormente referida, puede considerarse que las siguientes fases de producción entran dentro de los límites del sistema del proceso de producción de abono mezclado:

- Preparación de la materia prima.
- Producción del abono mezclado: todas las fases del proceso.
- Control de emisiones: para el tratamiento de las emisiones a la atmósfera, al agua o al suelo.

En la sección 7.3.2 se incluye un **estudio de caso** en el que se muestra cómo se obtienen los valores de las emisiones directas e indirectas implícitas específicas para el **proceso de producción del abono mezclado**, y cómo se calculan las emisiones implícitas de las importaciones en la UE.

5.6 Sector del hierro y del acero

En el cuadro de texto que figura a continuación se señalan las secciones específicas sectoriales del Reglamento de Ejecución que resultan pertinentes para el período transitorio MAFC.

Referencias del Reglamento de Ejecución:

⁴⁰ Los abonos químicos que contienen nitrógeno se producen mediante la neutralización de un ácido con amoníaco para formar la sal de amonio correspondiente. Entre los abonos que se producen de esta forma figuran el nitrato de amonio, el nitrato de amonio y de calcio, el sulfato de amonio, los fosfatos de amonio y el nitrato de amonio y urea.

-
- **Anexo II, sección 2, cuadro 1. Catalogación de los códigos NC con las categorías de mercancías agregadas.**
 - **Anexo II, sección 3. Rutas de producción, límites del sistema y precursores pertinentes, como se indica en las subsecciones siguientes:** 3.11 – Mineral sinterizado; 3.12 – Ferromanganeso, ferrocromo, feroníquel; 3.13 – Fundición en bruto; 3.14 – DRI (hierro prerreducido); 3.15 – Acero bruto; 3.16 – Productos de hierro o acero.
-

5.6.1 *Unidad de producción y emisiones implícitas*

La cantidad de mercancías del sector de la fundición, el hierro y el acero declarada e importada en la UE debe expresarse en toneladas métricas. Como titular, usted debe registrar la cantidad de mercancías MAFC producidas por su instalación en cada proceso de producción, a efectos de la notificación.

Sector industrial	Fundición, hierro y acero
Unidad de producción de las mercancías	Toneladas (métricas), notificadas por separado para cada tipo de mercancía del sector, por instalación o proceso de producción en el país de origen.
Actividades asociadas	Producción, fusión o refinado de hierro o acero o aleaciones férreas; fabricación de productos de acero básicos e intermedios.
Gas de efecto invernadero pertinente	Dióxido de carbono (CO ₂)
Emisiones directas	Toneladas (métricas) de CO ₂ e
Emisiones indirectas	Cantidad de electricidad consumida (MWh), fuente y factor de emisión utilizado para calcular las emisiones indirectas en toneladas (métricas) de CO ₂ o CO ₂ e. <i>Deben notificarse por separado durante el período transitorio.</i>
Unidad para las emisiones implícitas	Toneladas de emisiones de CO ₂ e por tonelada de mercancía, notificadas por separado para cada tipo de mercancía, por instalación en el país de origen

El sector de la fundición, el hierro y el acero debe contabilizar tanto las emisiones directas como las emisiones indirectas en el período transitorio. Las emisiones indirectas deben notificarse por separado⁴¹. Las emisiones deben notificarse en toneladas métricas de emisiones de CO₂ equivalentes (tCO₂e) por tonelada de producción. Esta cifra debe calcularse para la instalación o el proceso de producción específicos en su país de origen.

Obsérvese que en la sección 7.2.2 se incluyen varios **estudios de casos** en los que se muestra cómo se obtienen los valores de las emisiones directas e indirectas implícitas

⁴¹ Conviene señalar que, en lo que respecta a este sector, las emisiones indirectas solamente se notifican durante el período transitorio (y no durante el período definitivo).

específicas para los **productos de hierro o acero**, y cómo se calculan las emisiones implícitas de las importaciones en la UE.

En las siguientes secciones se establece cómo deben definirse los límites del sistema de las mercancías del sector de la fundición, el hierro y el acero, y se identifican los elementos del proceso de producción que deben incluirse a efectos de seguimiento y notificación.

5.6.2 *Definición y explicación de las mercancías del sector incluidas en el MAFC*

En el Cuadro 5-6 se enumeran las mercancías pertinentes que entran en el ámbito del período transitorio MAFC en el sector industrial de la fundición, el hierro y el acero. La categoría de mercancías agregadas que figura en la columna de la izquierda determina los grupos para los que deben definirse «procesos de producción» conjuntos a efectos del seguimiento.

Cuadro 5-6: Mercancías MAFC en el sector de la fundición, el hierro y el acero

Categoría de mercancías agregadas	Código NC del producto	Designación
Mineral sinterizado⁴²	2601 12 00	Minerales de hierro y sus concentrados, excepto las piritas de hierro tostadas (cenizas de pira), aglomerados
Fundición en bruto	7201	Fundición en bruto y fundición especular ⁴³ , en lingotes, bloques u otras formas primarias
	7205 ⁴⁴	Aquí se pueden incluir algunos productos de la partida 7205 (Granallas y polvo, de fundición en bruto, de fundición especular, de hierro o acero)
Ferroaleación: FeMn	7202 1	Ferromanganeso (FeMn)
Ferroaleación: FeCr	7202 4	Ferrocromo (FeCr)
Ferroaleación: FeNi	7202 6	Ferroníquel (FeNi)
DRI	7203	Productos férreos obtenidos por reducción directa de minerales de hierro y demás productos férreos esponjosos
Acero bruto	7206, 7207, 7218 y 7224	7206 – Hierro y acero sin alejar, en lingotes o demás formas primarias (excepto el hierro de la partida 7203)

⁴² Esta categoría de mercancías agregadas incluye todos los tipos de producción de pélets de mineral sinterizado (para la venta de pélets así como para su uso directo en la misma instalación) y la producción de mineral sinterizado.

⁴³ Fundición en bruto que contiene aleación de ferromanganoso.

⁴⁴ Solamente se considerarán «fundición en bruto» algunos productos de este código NC, mientras que otras mercancías con este código están clasificadas como «productos de hierro o acero».

Categoría de mercancías agregadas	Código NC del producto	Designación
		<p>7207 – Productos intermedios de hierro o acero sin alear</p> <p>7218 – Acero inoxidable en lingotes o demás formas primarias; productos intermedios de acero inoxidable</p> <p>7224 – Los demás aceros aleados en lingotes o demás formas primarias; productos intermedios de los demás aceros aleados</p>
Productos de hierro o acero⁴⁵	Incluye: 7205, 7208-7217, 7219-7223, 7225-7229, 7301-7311, 7318 y 7326	<p>7205 – Granallas y polvo, de fundición en bruto, de fundición especular, de hierro o acero (si no se incluyen en la categoría de fundición en bruto)</p>
		<p>7208 – Productos laminados planos de hierro o acero sin alear, de anchura superior o igual a 600 mm, laminados en caliente, sin chapar ni revestir</p>
		<p>7209 – Productos laminados planos de hierro o acero sin alear, de anchura superior o igual a 600 mm, laminados en frío, sin chapar ni revestir</p>
		<p>7210 – Productos laminados planos de hierro o acero sin alear, de anchura superior o igual a 600 mm, chapados o revestidos</p>
		<p>7211 – Productos laminados planos de hierro o acero sin alear, de anchura inferior a 600 mm, sin chapar ni revestir</p>
		<p>7212 – Productos laminados planos de hierro o acero sin alear, de anchura inferior a 600 mm, chapados o revestidos</p>
		<p>7213 – Alambrón de hierro o acero sin alear</p>
		<p>7214 – Barras de hierro o acero sin alear, simplemente forjadas, laminadas o extrudidas, en caliente, así como las sometidas a torsión después del laminado</p>
		<p>7215 – Las demás barras de hierro o acero sin alear</p>
		<p>7216 – Perfiles de hierro o acero sin alear</p> <p>7217 – Alambre de hierro o acero sin alear</p> <p>7219 – Productos laminados planos de acero inoxidable, de anchura superior o igual a 600 mm</p> <p>7220 – Productos laminados planos de acero inoxidable, de anchura inferior a 600 mm</p>

⁴⁵ Esta categoría de mercancías agregadas incluye productos intermedios y terminados.

Categoría de mercancías agregadas	Código NC del producto	Designación
		7221 – Alambrón de acero inoxidable
		7222 – Barras y perfiles, de acero inoxidable
		7223 – Alambre de acero inoxidable
		7225 – Productos laminados planos de los demás aceros aleados, de anchura superior o igual a 600 mm
		7226 – Productos laminados planos de los demás aceros aleados, de anchura inferior a 600 mm
		7227 – Alambrón de los demás aceros aleados
		7228 – Barras y perfiles, de los demás aceros aleados; barras huecas para perforación, de aceros aleados o sin alear
		7229 – Alambre de los demás aceros aleados
		7301 – Tablestacas de hierro o acero, incluso perforadas o hechas con elementos ensamblados; perfiles de hierro o acero obtenidos por soldadura
		7302 – Elementos para vías férreas, de fundición, hierro o acero: carriles (rieles), contracarriles (contrarrieles) y cremalleras, agujas, puntas de corazón, varillas para mando de agujas y otros elementos para cruce o cambio de vías, traviesas (durmientes), bridás, cojinetes, cuñas, placas de asiento, placas de unión, placas y tirantes de separación y demás piezas concebidas especialmente para la colocación, unión o fijación de carriles (rieles)
		7303 – Tubos y perfiles huecos, de fundición
		7304 – Tubos y perfiles huecos, sin soldadura (sin costura), de hierro o acero
		7305 – Los demás tubos (por ejemplo: soldados o remachados) de sección circular con diámetro exterior superior a 406,4 mm, de hierro o acero
		7306 – Los demás tubos y perfiles huecos (por ejemplo: soldados, remachados, grapados o con los bordes simplemente aproximados), de hierro o acero
		7307 – Accesorios de tubería [por ejemplo: empalmes (rácores), codos, manguitos], de fundición, de hierro o acero

Categoría de mercancías agregadas	Código NC del producto	Designación
		7308 – Construcciones y sus partes (por ejemplo: puentes y sus partes, compuertas de esclusas, torres, castilletes, pilares, columnas, armazones para techumbre, techados, puertas y ventanas y sus marcos, contramarcos y umbrales, cortinas de cierre, barandillas), de fundición, hierro o acero (excepto construcciones prefabricadas de la partida 9406); chapas, barras, perfiles, tubos y similares, de fundición, hierro o acero, preparados para la construcción
		7309 – Depósitos, cisternas, cubas y recipientes similares para cualquier materia (excepto gas comprimido o licuado), de fundición, hierro o acero, de capacidad superior a 300 l, sin dispositivos mecánicos ni térmicos, incluso con revestimiento interior o calorífugo
		7310 – Depósitos, barriles, tambores, bidones, latas o botes, cajas y recipientes similares, para cualquier materia (excepto gas comprimido o licuado), de fundición, hierro o acero, de capacidad inferior o igual a 300 l, sin dispositivos mecánicos ni térmicos, incluso con revestimiento interior o calorífugo
		7311 – Recipientes para gas comprimido o licuado, de fundición, hierro o acero
		7318 – Tornillos, pernos, tuercas, tira fondos, escarpías roscadas, remaches, pasadores, clavijas, chavetas, arandelas [incluidas las arandelas de muelle (resorte)] y artículos similares, de fundición, hierro o acero
		7326 – Las demás manufacturas de hierro o acero

Fuente: Reglamento MAFC, anexo I; Reglamento de Ejecución, anexo II.

Las categorías de mercancías agregadas que figuran en el Cuadro 5-6 incluyen tanto mercancías terminadas como mercancías precursoras (productos intermedios) que se consumen durante la producción de productos de hierro o acero. Únicamente se tendrán en cuenta los insumos indicados como precursores pertinentes para los límites del sistema del proceso de producción que se especifiquen en el Reglamento de Ejecución. En el Cuadro 5-7 se enumeran los posibles precursores por categoría de mercancías agregadas y ruta de producción.

Cuadro 5-7: Categorías de mercancías agregadas, sus rutas de producción y precursores posiblemente pertinentes

Categoría de mercancías agregadas	Precensores pertinentes
Ruta de producción	
Mineral sinterizado	Ninguno
Ferroaleaciones (FeMn, FeCr, FeNi)	Mineral sinterizado, si se utiliza en el proceso.
Fundición en bruto	Hidrógeno, mineral sinterizado, ferroaleaciones, fundición en bruto / DRI (este último si se obtiene de otras instalaciones o procesos de producción y se utiliza en el proceso).
<i>Ruta de altos hornos</i>	
<i>Reducción por fundición</i>	
Hierro prerreducido (DRI)	Hidrógeno, mineral sinterizado, ferroaleaciones, fundición en bruto / DRI (este último si se obtiene de otras instalaciones o procesos de producción y se utiliza en el proceso).
Acero bruto	Ferroaleaciones, fundición en bruto, DRI, acero bruto (este último si se obtiene de otras instalaciones o procesos de producción y se utiliza en el proceso).
<i>Fabricación de acero básico al oxígeno</i>	
<i>Horno de arco eléctrico</i>	
Productos de hierro o acero	Ferroaleaciones, fundición en bruto, hierro prerreducido, acero bruto, productos de hierro o acero (si se utilizan en el proceso),

No se aplicarán todos los precursores en todos los casos. Por ejemplo, puede que el hidrógeno solamente adquiera relevancia en el futuro.

Conviene señalar, en particular, que en algunos casos una categoría de mercancías agregadas puede ser precursora de su propia categoría. Esto se explica mejor con un ejemplo:

Ejemplo: si una instalación produce tornillos y tuercas a partir de alambrones de acero, estos últimos son los precursores, pero tanto los alambrones como los tornillos y las tuercas se incluyen en la misma categoría de mercancías agregadas.

Las emisiones implícitas de los tornillos y las tuercas se compondrán de las emisiones del proceso de producción (aplicación de calor para que los alambrones sean moldeables, y para el recocido del producto acabado) más las emisiones implícitas de los alambrones de acero. Conviene señalar que esto es importante porque la masa de los alambrones precursores y la masa de los tornillos y las tuercas que constituyen el producto acabado serán distintas; si, por ejemplo, se recorta el 20 % de la masa original (y se desecha como chatarra), se requieren 100 t del precursor para 80 t del producto acabado.

Algunos tipos de productos de hierro o acero se han excluido del ámbito de aplicación del MAFC. Estos incluyen, en particular, determinados tipos de ferroaleaciones distintas clasificadas con los códigos NC 7202⁴⁶ y NC 7204 – desperdicios y desechos ferrosos.

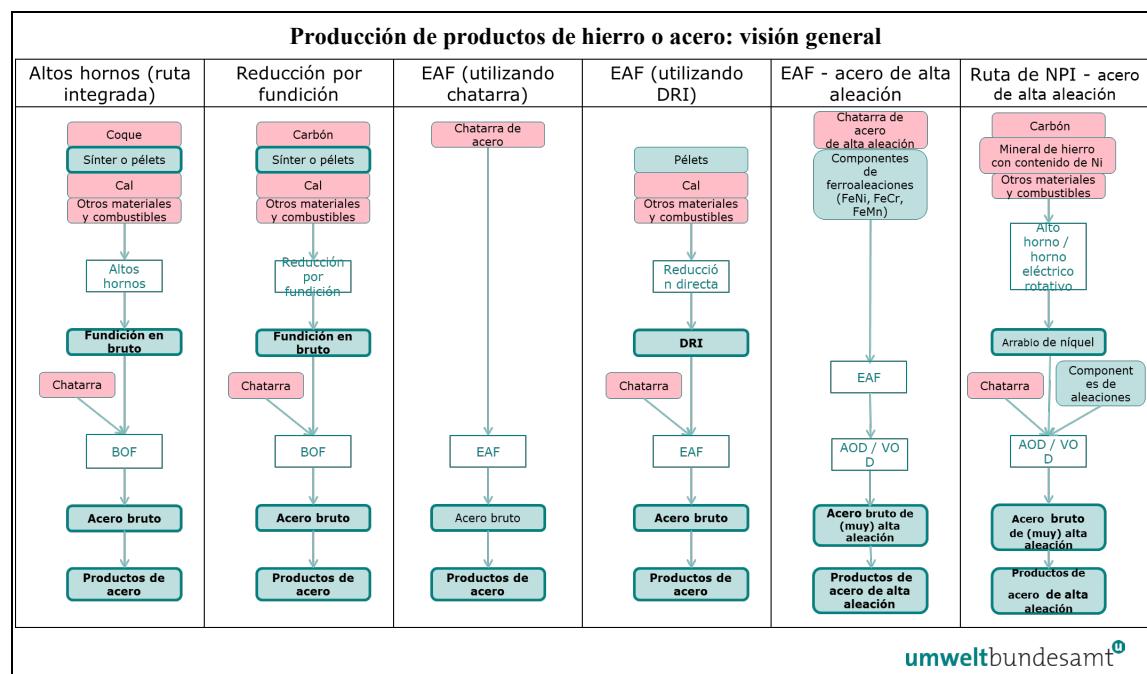
En la producción de mercancías del sector de la fundición, el hierro y el acero intervienen distintas rutas de proceso, que se señalan a continuación.

5.6.3 Definición y explicación de los procesos de producción pertinentes y las emisiones incluidas

Los límites del sistema de los precursores y los productos básicos terminados de hierro y acero son distintos y, en determinadas condiciones, pueden agregarse para incluir todos los procesos vinculados directa o indirectamente a los procesos de producción de dichas mercancías, por ejemplo, las actividades de entrada al proceso y las actividades de salida del proceso (véase la sección 6.3).

En el siguiente diagrama se muestra la variedad de rutas que se pueden utilizar para la producción de productos de hierro o acero.

Gráfico 5-5: Límites del sistema y cadena de valor para la producción de productos de hierro o acero.



En la producción de los precursores y las mercancías terminadas intervienen distintas rutas de proceso, que se señalan a continuación. En la sección 7.2.1.1 se detallan las emisiones pertinentes que deben someterse a seguimiento para el sector de la fundición, el hierro y el acero.

⁴⁶ Otras ferroaleaciones que no están incluidas en el MAFC son: ferrosilicio, ferro-sílico-manganeso, ferro-sílico-cromo, ferromolibdeno, ferrovolframio y ferro-sílico-volframio, etc.

5.6.3.1 Proceso de producción de mineral sinterizado

Esta categoría de mercancías agregadas incluye todos los tipos de producción de pélets de mineral sinterizado (para la venta de pélets así como para su uso directo en la misma instalación) y la producción de mineral sinterizado. La peletización y el sinterizado son rutas de proceso complementarias para la preparación y aglomeración de materias primas de óxido de hierro para su uso en la fabricación de hierro y acero. En la peletización, se muelen las materias primas de óxido de hierro y se combinan con aditivos para formar pélets, que, a continuación, son sometidos a un tratamiento térmico. En la producción de mineral sinterizado, las materias primas de óxido de hierro se mezclan con polvo de coque y otros aditivos para luego proceder a la sinterización de la mezcla en un horno, formando un material poroso similar al *clinker* y denominado «sínter». El sínter se produce y se utiliza habitualmente en las acerías. Los pélets se pueden producir en las acerías o fuera de estas, en las minas.

Conviene señalar que el sínter y los pélets de ferroaleaciones producidos a partir de minerales de hierro también pueden estar incluidos en este proceso de producción (para el código NC 2601 12 00).

En el Reglamento de Ejecución (sección 3 del anexo II) se establece que los límites del sistema para el seguimiento de las emisiones directas de la ruta de producción del mineral sinterizado incluyen:

«– el CO₂ procedente de materiales de proceso como piedra caliza u otros carbonatos o minerales carbonatados;

– el CO₂ procedente de todos los combustibles, entre ellos el coque, gases residuales como el gas de coquería, gas de alto horno o gas de convertidor; vinculados directa o indirectamente al proceso de producción, así como los materiales utilizados para la limpieza de gases de combustión.»

No existen precursores pertinentes para este proceso de producción. También debe realizarse un seguimiento de las emisiones indirectas resultantes de la electricidad consumida por el proceso de producción.

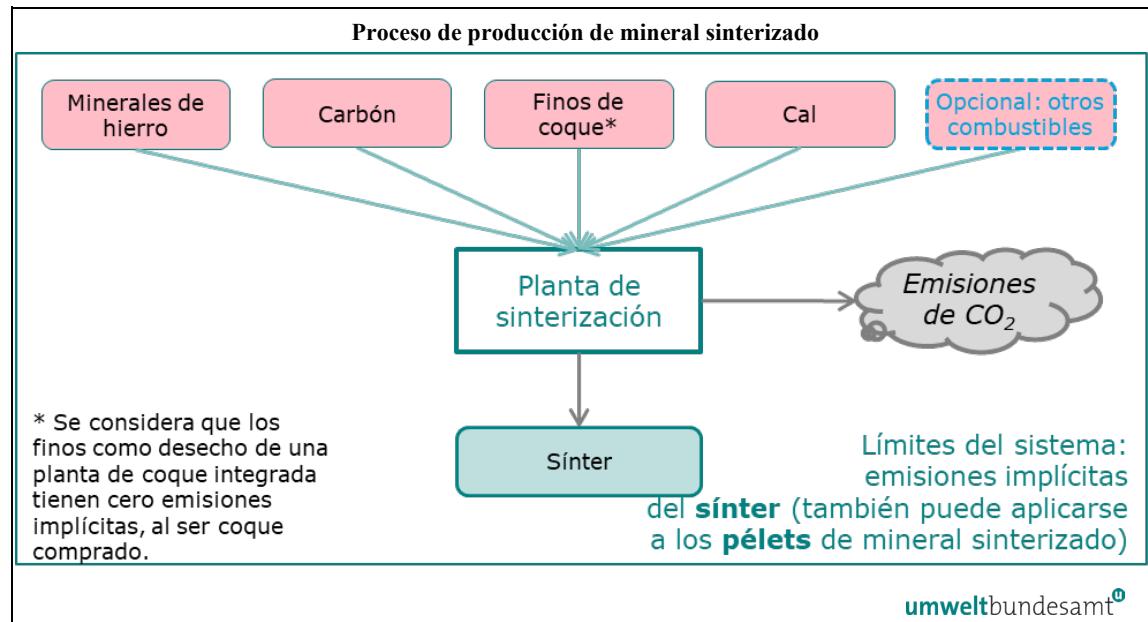
En consonancia con la definición de los límites de los sistemas anteriormente referida, puede considerarse que las siguientes fases de producción entran dentro de los límites del sistema del proceso de producción de pélets de mineral de hierro y de producción de mineral sinterizado:

- Manipulación y pretratamiento de la materia prima: secado y molturación de las materias primas del mineral de hierro.
- Mezclado de las materias primas: preparación de la mezcla cruda para los pélets y el mineral sinterizado. Almacenamiento de la mezcla cruda en silos o tolvas al comienzo del proceso.
- Solo en el caso de los pélets de mineral sinterizado: conformación de los pélets y tratamiento térmico, cribado.
- Solo en el caso del mineral sinterizado: preparación de la materia prima, sinterización en un horno, seguida de trituración, tamizado, transporte y enfriamiento.

- Control de emisiones: en particular, tratamiento del gas residual.

En el *Gráfico 5-6* se muestran los límites del sistema del proceso de producción de mineral sinterizado (o de pélets de mineral sinterizado)

Gráfico 5-6: Límites del sistema del proceso de producción de mineral sinterizado



5.6.3.2 Procesos de producción de ferroaleaciones FeMn, FeCr y FeNi

Este proceso abarca la producción de las aleaciones ferromanganeso (Fe-Mn), ferrocromo (FeCr) y ferroniquel (FeNi), clasificadas con los códigos NC 7202 1, 7202 4 y 7202 6. No abarca otros materiales de hierro con un contenido significativo de aleación como la fundición especular (véase la sección 5.6.3.3). Sin embargo, el arrabio de níquel (NPI) se incluye si el contenido de níquel es superior al 10 %; de lo contrario, si es inferior al 10 %, el arrabio de níquel se incluye en la ruta de producción «Fundición en bruto – altos hornos».

Las distintas ferroaleaciones se producen mediante reducción por fundición con la agregación de un agente reductor como el coque al horno de arco eléctrico, junto con otros aditivos. Se utilizan distintos tipos de hornos de arco eléctrico, dependiendo del proceso de producción de la ferroaleación; El ferroniquel presenta una fase de producción adicional de calcinación y prerreducción antes de la fundición. Después de la fundición en horno de arco eléctrico, se procede a la sangría de la aleación de metal líquido y a su colada en moldes y, posteriormente, el metal solidificado se tritura o granula, dependiendo de los requisitos del cliente.

En el Reglamento de Ejecución (sección 3 del anexo II) se establece que los límites del sistema para el seguimiento de las emisiones directas de los procesos de producción de las ferroaleaciones FeMn, FeCr y FeNi y del arrabio de níquel incluyen:

- «– las emisiones de CO₂ causadas por los insumos de combustible, independientemente de que se destinen a un uso energético o no energético,
- las emisiones de CO₂ procedentes de insumos de proceso como piedra caliza y de la limpieza de gases de combustión,

- las emisiones de CO₂ procedentes del consumo de electrodos o pastas de electrodos,
- el carbono que permanezca en el producto o en escorias o residuos se tendrá en cuenta mediante la utilización de un método de balance de masas de conformidad con la sección B.3.2 del anexo III.»

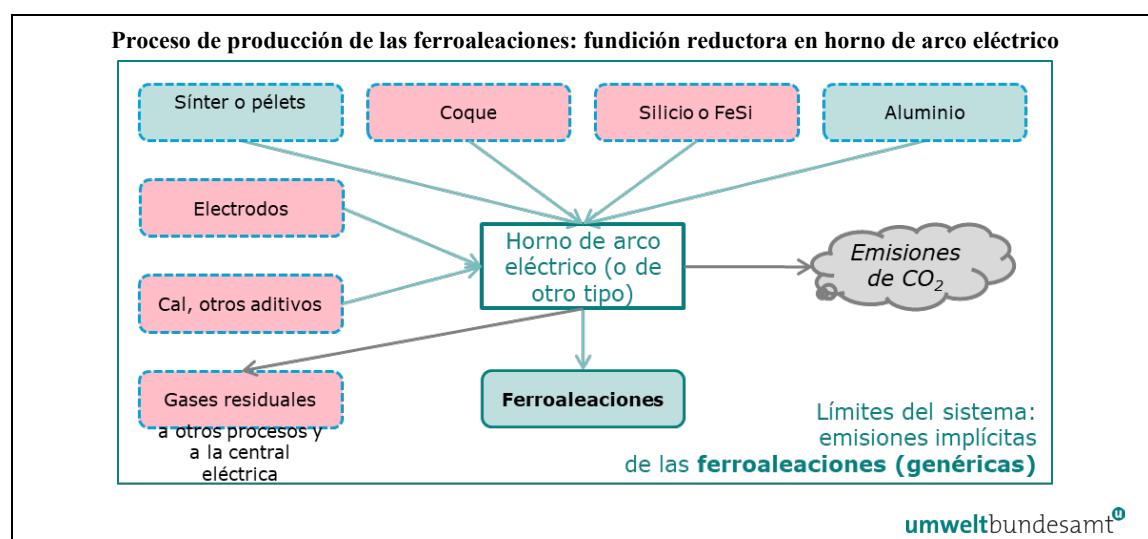
El mineral sinterizado (si se utiliza en el proceso) es un precursor pertinente. También debe realizarse un seguimiento de las emisiones indirectas resultantes de la electricidad consumida por el proceso de producción.

En consonancia con la definición de los límites de los sistemas anteriormente referida, puede considerarse que las siguientes fases de producción entran dentro de los límites del sistema de las instalaciones de ferroaleaciones:

- Manipulación y pretratamiento de la materia prima: pélets y mineral sinterizado para FeMn y FeCr, calcinación y prerreducción en un horno rotativo para FeNi.
- Proceso en horno de arco eléctrico: todas las fases correspondientes al proceso en horno de arco eléctrico, en particular, carga, fusión, refinado primario y sangría del horno primario.
- Descarburación y metalurgia secundaria: si se requiere para producir ferroaleaciones con distintos contenidos de carbono.
- Instalación de colada: en particular, colada y corte, puestos de precalentamiento de lingotes de colada.
- Trituración y granulación.
- Control de emisiones: para el tratamiento de las emisiones a la atmósfera, al agua o al suelo, por ejemplo, en las unidades de eliminación de partículas, la unidad de postcombustión y la manipulación de escoria.

En el *Gráfico 5-7* se muestran los límites del sistema de los procesos de producción de ferroaleaciones pertinentes.

Gráfico 5-7: Límites del sistema de los procesos de producción de ferroaleaciones.



Conviene señalar que los insumos de materias primas para las ferroaleaciones pueden incluir pélets y mineral sinterizado producidos en procesos de producción separados (para el código NC 2601 12 00) para mineral de hierro sinterizado.

El método de balance de masas se utiliza para proporcionar un balance completo de la cantidad de carbono que entra en el proceso de producción del horno de arco eléctrico o sale de este (el carbono que permanezca en el acero, en residuos o en escorias). En la sección 7.2.2.2 se incluye un **estudio de caso** en el que se muestra cómo se aplica el método de balance de masas.

5.6.3.3 *Fundición en bruto: ruta de producción de altos hornos*

La ruta de producción de altos hornos produce fundición líquida en bruto («metal caliente») que puede estar aleada (por ejemplo, fundición especular y arrabio de níquel⁴⁷) o sin alear. La unidad de producción principal de este proceso de producción es el alto horno. Entre las materias de entrada en el alto horno figuran los pélets de mineral sinterizado o el mineral sinterizado, los combustibles y otras materias primas, por ejemplo, las utilizadas como agentes reductores. En el interior del alto horno, el óxido de hierro se reduce a metal de hierro. A continuación, se procede a la sangría del metal caliente producido y bien es colado o convertido directamente en acero bruto como paso secuencial por el convertidor de oxígeno básico. Este paso forma parte de un proceso de producción distinto, la ruta de producción de acero bruto, fabricación de acero básico al oxígeno.

En el Reglamento de Ejecución (sección 3 del anexo II) se establece que los límites del sistema para el seguimiento de las emisiones directas de la ruta de producción de la fundición en bruto en altos hornos incluyen:

- «– el CO₂ procedente de combustibles y agentes reductores como el coque, el polvo de coque, el carbón, el fuelóleo, los residuos plásticos, el gas natural, los residuos de madera y el carbón de leña, así como de gases residuales como el gas de coquería el gas de alto horno o el gas de convertidor,
- cuando se utilice biomasa, se tendrán en cuenta las disposiciones de la sección B.3.3 del anexo III,
- el CO₂ procedente de materiales de proceso como piedra caliza, magnesita y otros carbonatos o minerales carbonatados; materiales procedentes de la limpieza de gases de combustión,
- el carbono que permanezca en el producto o en escorias o residuos se tendrá en cuenta mediante la utilización de un método de balance de masas de conformidad con la sección B.3.2 del anexo III.»

Los precursores pertinentes (si se utilizan en el proceso) son: mineral sinterizado; fundición en bruto o DRI de otras instalaciones o procesos de producción; ferroaleaciones FeMn, FeCr, FeNi; e hidrógeno, si se utiliza. También debe realizarse un seguimiento de

⁴⁷ El arrabio de níquel se incluye en este proceso de producción si el contenido en níquel es inferior al 10 %. En caso contrario, si es superior al 10 %, se incluye en el proceso de producción de la ferroaleación.

las emisiones indirectas resultantes de la electricidad consumida por el proceso de producción.

En consonancia con la definición de los límites de los sistemas anteriormente referida, puede considerarse que las siguientes fases de producción entran dentro de los límites del sistema de las instalaciones de altos hornos:

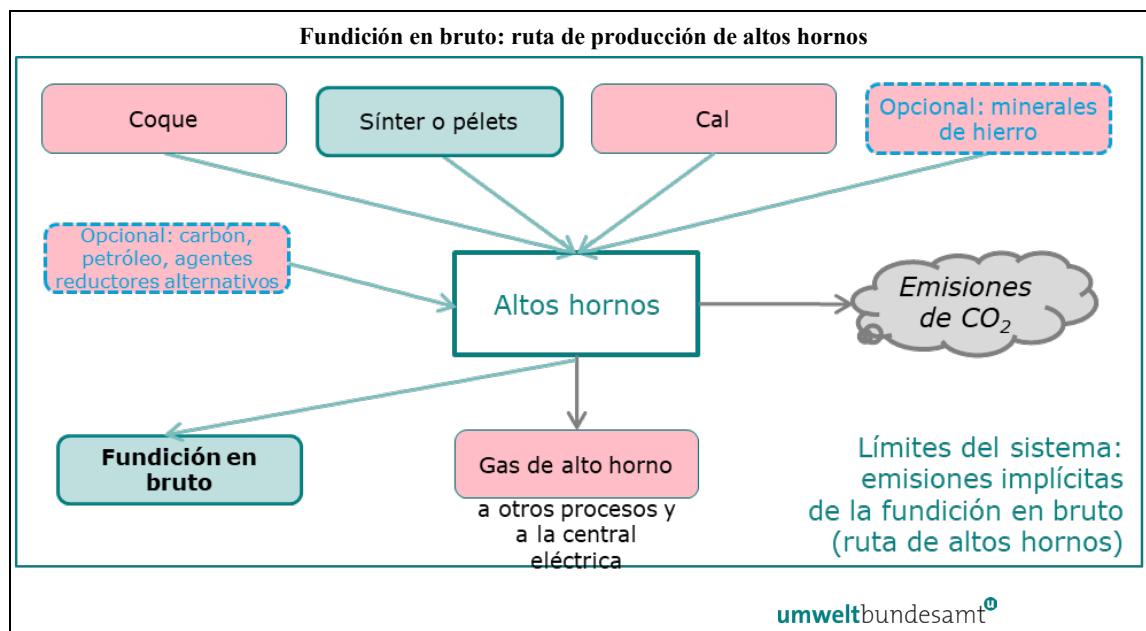
- Manipulación y pretratamiento de la materia prima.
- Almacenamiento y preparación de los combustibles: por ejemplo, secado y preparación del carbón para la inyección de carbón pulverizado, puestos de precalentamiento de los recipientes.
- Producción de metal caliente: todas las fases para el proceso de altos hornos resultante en la fundición líquida en bruto, cuya unidad principal es el alto horno, junto con las unidades de tratamiento del metal caliente, los sopladores de altos hornos, recuperadores de altos hornos, producción de aire comprimido, inyección de vapor en la unidad del alto horno, planta de generación de vapor, etc.
- Control de emisiones: para el tratamiento de las emisiones a la atmósfera, al agua o al suelo, en particular, tratamiento de escoria, tratamiento de aguas residuales, unidades de eliminación de partículas, briqueteado de partículas.
- Otras fases diversas no incluidas más arriba.

En el *Gráfico 5-8* se muestran los límites del sistema de la ruta de producción de altos hornos.

Si en el proceso de fabricación de acero al oxígeno se utilizase toda la fundición líquida en bruto del alto horno para la producción de acero bruto, no sería necesario realizar un seguimiento independiente de las emisiones de la ruta de producción de altos hornos. En lugar de ello, podría definirse un proceso de producción conjunto para la fabricación de acero bruto.

El método de balance de masas se utiliza para proporcionar un balance completo de la cantidad de carbono que entra en el proceso de producción o sale de este (el carbono que permanezca en el acero, en residuos o en escorias). En la sección 7.2.2.1 se incluye un **estudio de caso** en el que se muestra cómo se aplica el método de balance de masas.

Gráfico 5-8: Límites del sistema de la ruta de producción de altos hornos para la fundición en bruto.



5.6.3.4 Función en bruto: ruta de producción de reducción por fundición

La reducción por fundición produce fundición en bruto a partir del mineral sinterizado utilizado como precursor, pélets de mineral sinterizado o desechos de la fabricación de hierro, utilizando distintos combustibles y agentes reductores. El proceso consta de dos pasos: reducción de minerales de hierro seguida de fusión para producir fundición líquida en bruto / metal caliente.

En el Reglamento de Ejecución (sección 3 del anexo II) se establece que los límites del sistema para el seguimiento de las emisiones directas de la ruta de producción de la fundición en bruto mediante reducción por fundición incluyen:

- «– el CO_2 procedente de combustibles y agentes reductores como el coque, el polvo de coque, el carbón, el fuelóleo, los residuos plásticos, el gas natural, los residuos de madera, el carbón de leña, gases residuales como el gas de proceso o de convertidor, etc.,
- cuando se utilice biomasa, se tendrán en cuenta las disposiciones de la sección B.3.3 del anexo III,
- el CO_2 procedente de materiales de proceso como piedra caliza, magnesita y otros carbonatos o minerales carbonatados; materiales procedentes de la limpieza de gases de combustión,
- el carbono que permanezca en el producto o en escorias o residuos se tendrá en cuenta mediante la utilización de un método de balance de masas de conformidad con la sección B.3.2 del anexo III.»

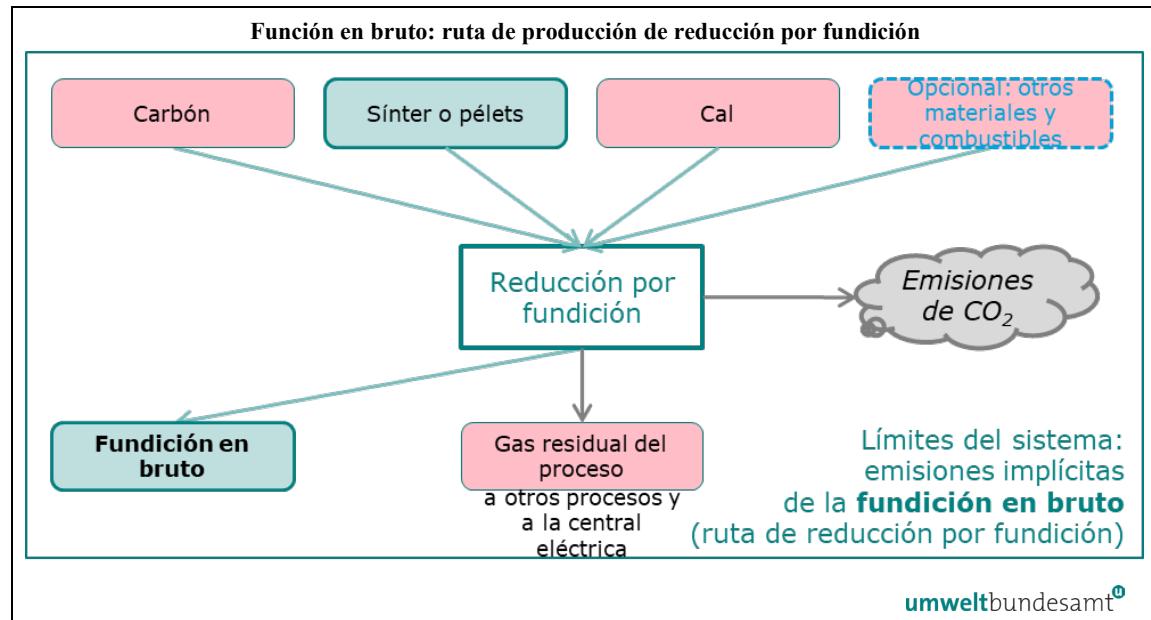
Los precursores pertinentes (si se utilizan en el proceso) son: mineral sinterizado; fundición en bruto o DRI de otras instalaciones o procesos de producción, si se utilizan en el proceso; ferroaleaciones FeMn, FeCr, FeNi; e hidrógeno, si se utiliza. También debe realizarse un seguimiento de las emisiones indirectas resultantes de la electricidad consumida por el proceso de producción.

En consonancia con la definición de los límites de los sistemas anteriormente referida, puede considerarse que las siguientes fases de producción entran dentro de los límites del sistema de las instalaciones de reducción por fundición:

- Manipulación y pretratamiento de la materia prima.
- Almacenamiento y preparación de los combustibles.
- Proceso de reducción por fundición: todas las fases del proceso de fundición, resultantes en metal caliente.
- Instalación de colada.
- Control de emisiones: en particular, de la limpieza de gases de combustión.

En el *Gráfico 5-9* se muestran los límites del sistema del proceso de reducción por fundición para la producción de fundición en bruto.

Gráfico 5-9: Límites del sistema de la ruta de producción de reducción por fundición para la fundición en bruto.



El método de balance de masas se utiliza para proporcionar un balance completo de la cantidad de carbono que entra en el proceso de producción o sale de este (como el carbono que permanezca en el acero, en residuos o en escorias). En la sección 7.2.2.1 se incluye un **estudio de caso** en el que se muestra cómo se aplica el método de balance de masas.

5.6.3.5 Proceso de producción de hierro prerreducido

La reducción directa conlleva la producción de hierro primario sólido a partir de minerales de hierro de alta calidad (pélets, sínter o concentrados). Existen distintas tecnologías que pueden utilizar distintas calidades de minerales, que pueden requerir peletización o sinterizado) así como distintos agentes reductores (gas natural, diversos combustibles fósiles o biomasa, hidrógeno). El producto sólido se denomina hierro prerreducido. Se producen distintos tipos de hierro prerreducido, por ejemplo, «hierro esponjoso» y hierro briqueteado en caliente. Algunos tipos de hierro prerreducido se utilizan directamente como materia prima en hornos de arco eléctrico o para otros procesos posteriores. Se espera que las rutas de producción que utilizan hidrógeno desempeñen una función destacada en la descarbonización de la industria del acero en los próximos años.

En el Reglamento de Ejecución (sección 3 del anexo II) se establece que los límites del sistema para el seguimiento de las emisiones directas de la ruta de producción de hierro prerreducido incluyen:

«– el CO₂ procedente de combustibles y agentes reductores como el gas natural, el fuelóleo, los gases residuales del proceso o el gas de convertidor, etc.,

– cuando se utilicen biogás u otras formas de biomasa, se tendrán en cuenta las disposiciones de la sección B.3.3 del anexo III,

– el CO₂ procedente de materiales de proceso como piedra caliza, magnesita y otros carbonatos o minerales carbonatados; materiales procedentes de la limpieza de gases de combustión,

– el carbono que permanezca en el producto o en escorias o residuos se tendrá en cuenta mediante la utilización de un método de balance de masas de conformidad con la sección B.3.2 del anexo III.»

Los precursores pertinentes (si se utilizan en el proceso) son: mineral sinterizado; hidrógeno; fundición en bruto o DRI de otras instalaciones o procesos de producción, si se utilizan en el proceso; y ferroaleaciones FeMn, FeCr, FeNi, si se utilizan. También debe realizarse un seguimiento de las emisiones indirectas resultantes de la electricidad consumida por el proceso de producción.

En consonancia con la definición de los límites de los sistemas anteriormente referida, puede considerarse que las siguientes fases de producción entran dentro de los límites del sistema de las instalaciones de hierro prerreducido:

- Manipulación y pretratamiento de la materia prima.
- Almacenamiento y preparación de los combustibles: carbón, gas natural o hidrógeno, etc.
- Proceso de reducción directa para la producción de hierro: todas las fases del proceso de hierro prerreducido, conformación del hierro briqueteado en caliente, si procede.
- Control de emisiones: en particular, de la limpieza de gases de combustión.

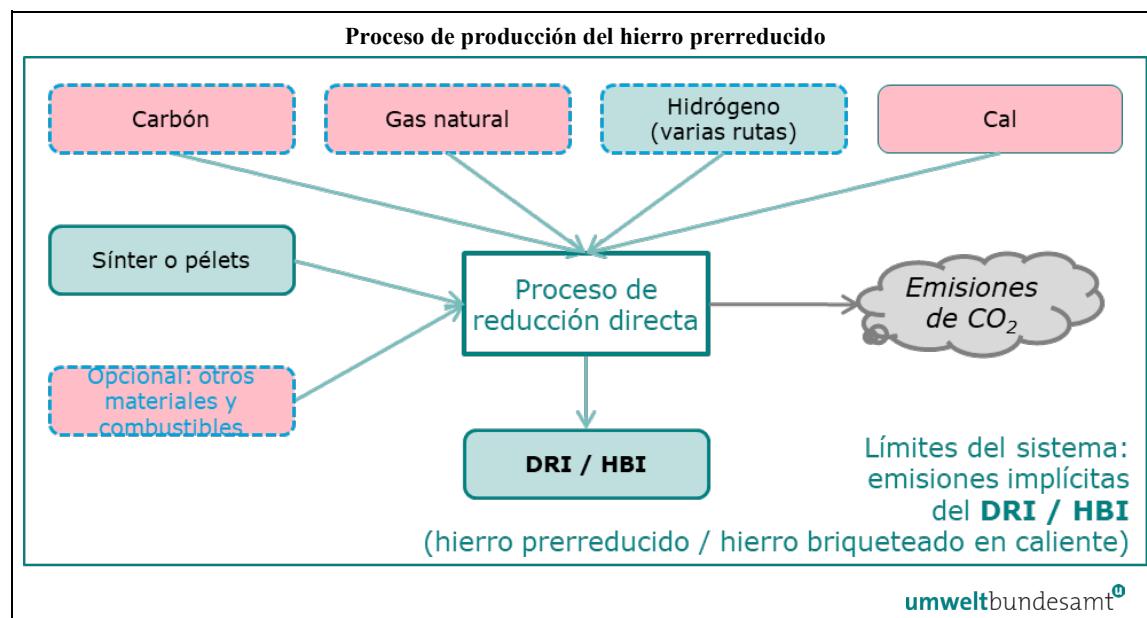
En el *Gráfico 5-10* se muestran los límites del sistema de los procesos pertinentes para la producción de hierro prerreducido. Aunque en la práctica se utilizan varios procesos

distintos, los límites superiores del sistema son muy similares y, por consiguiente, pueden representarse en un mismo diagrama.

Conviene señalar que cuando una instalación no vende ni transfiera hierro prerreducido producido a otras instalaciones, no será necesario hacer un seguimiento independiente de las emisiones procedentes del proceso de producción de hierro prerreducido. Puede utilizarse un proceso de producción común que incluya la fabricación de acero.

El método de balance de masas se utiliza para proporcionar un balance completo de la cantidad de carbono que entra en el proceso de producción o sale de este (como el carbono que permanezca en el acero, en residuos o en escorias). En la sección 7.2.2.1 se incluye un **estudio de caso** en el que se muestra cómo se aplica el método de balance de masas.

Gráfico 5-10: Límites del sistema del proceso de producción del hierro prerreducido



5.6.3.6 Acero bruto: ruta de producción mediante fabricación de acero básico al oxígeno

Si la ruta de producción mediante fabricación de acero básico al oxígeno comienza con metal caliente (fundición líquida en bruto); el metal caliente se convierte directamente en acero bruto a través del convertidor o el horno de oxígeno básico como parte de un proceso continuo. Después del convertidor, puede realizarse un proceso de descarbonización por oxígeno y argón o descarbonización por oxígeno y vacío seguido de varios procesos de metalurgia secundaria como la desgasificación por vacío para eliminar los gases disueltos. A continuación se procede a la fundición del acero bruto en sus formas primarias mediante colada continua o colada en lingotera, que puede ir seguida de laminado en caliente o forja para obtener los productos intermedios de acero bruto (clasificados con los códigos NC 7207, 7218 y 7224).

En el Reglamento de Ejecución (sección 3 del anexo II) se establece que los límites del sistema para el seguimiento de las emisiones directas de la ruta de producción de acero bruto mediante oxígeno básico incluyen:

- «– el CO₂ procedente de combustibles como carbón, gas natural, fuelóleo, gases residuales como gas de alto horno, gas de coquería o gas de convertidor, etc.,
- el CO₂ procedente de materiales de proceso como piedra caliza, magnesita y otros carbonatos o minerales carbonatados; materiales procedentes de la limpieza de gases de combustión,
- el carbono que entre en el proceso en chatarra, aleaciones, grafito, etc. y el carbono que permanezca en el producto o en escorias o residuos se tiene en cuenta mediante la utilización de un método de balance de masas de conformidad con la sección B.3.2 del anexo III.»

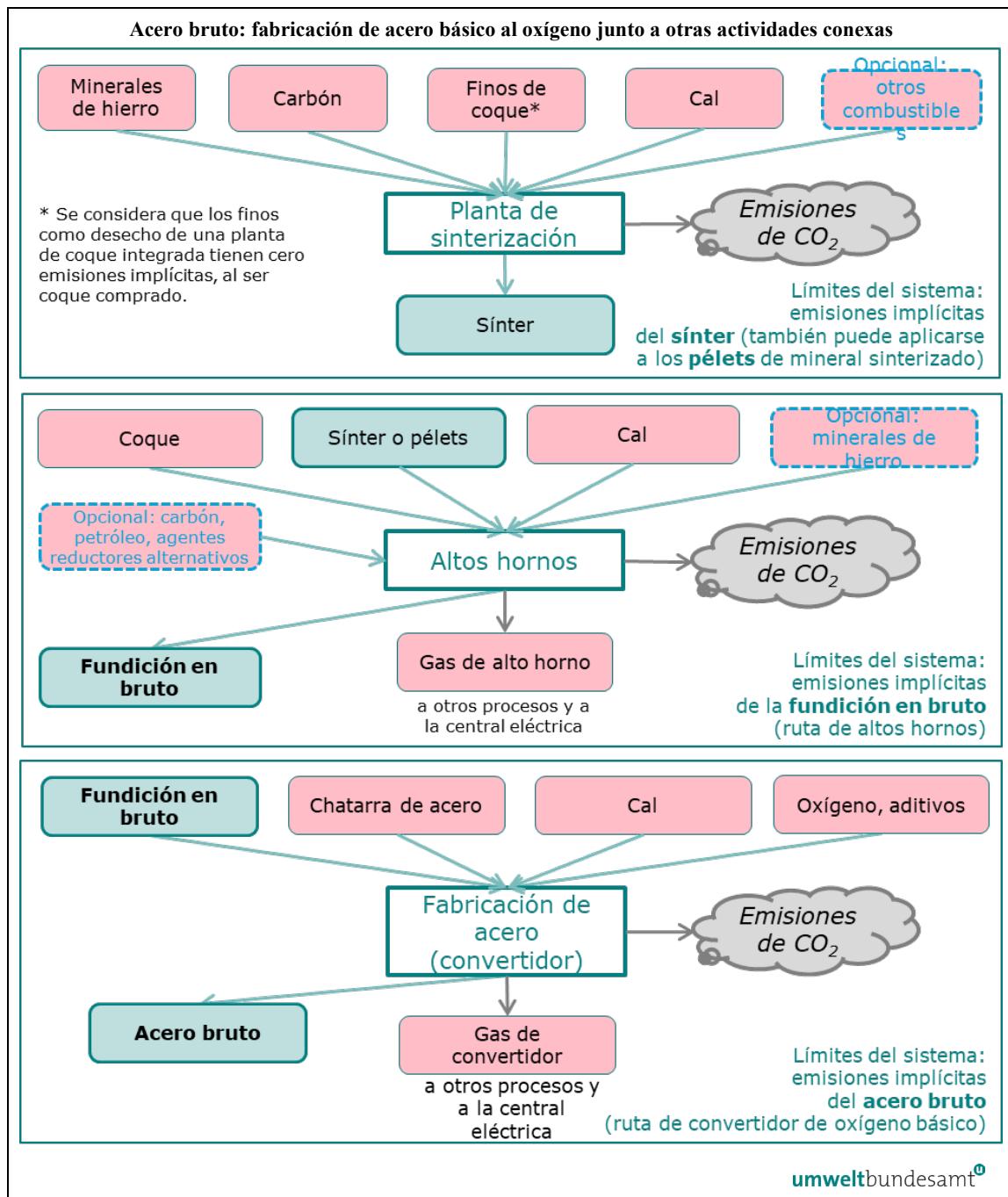
Los precursores pertinentes (si se utilizan en el proceso) son: fundición en bruto, hierro prerreducido; ferroaleaciones FeMn, FeCr, FeNi; y acero bruto de otras instalaciones o procesos de producción, si se utiliza. También debe realizarse un seguimiento de las emisiones indirectas resultantes de la electricidad consumida por el proceso de producción.

En consonancia con la definición de los límites de los sistemas anteriormente referida, puede considerarse que las siguientes fases de producción entran dentro de los límites del sistema de las instalaciones de fabricación de acero básico al oxígeno:

- Convertidor u horno de oxígeno básico.
- Descarburación: procesos de descarburación por oxígeno y argón o descarburación por oxígeno y vacío, cuando proceda.
- Metalurgia secundaria y desgasificación por vacío.
- Instalación de colada: colada continua o colada en lingotera, equipo de precalentamiento.
- Laminado en caliente o forja: cuando proceda, solo laminado grosero en caliente o desbastado por forja para la obtención de los productos intermedios.
- Todas las actividades auxiliares necesarias como transmisión, recalentamiento.
- Control de emisiones: en particular, de la limpieza de gases de combustión, las unidades de eliminación de partículas, la manipulación de escoria.

Conviene señalar que esta categoría de mercancías agregadas solamente incluye el laminado grosero en caliente o el desbastado por forja para la obtención de los productos intermedios clasificados con los códigos NC 7207, 7218 y 7224. Todos los demás procesos de laminado y forjado se incluyen en la categoría de mercancías agregadas «productos de hierro o acero».

Gráfico 5-11: Límites del sistema de la fabricación de acero básico al oxígeno y procesos conexos.



En las acerías integradas, la fundición líquida en bruto que se carga directamente en el convertidor de oxígeno es el producto que separa el proceso de producción de fundición en bruto (en el *Gráfico 5-11*, abajo a la izquierda) del proceso de producción de acero bruto (en el mismo gráfico, abajo a la derecha).

El proceso integrado de fabricación de acero en alto horno / horno de oxígeno básico es el proceso de fabricación de acero más complejo con diferencia y se caracteriza por una serie de redes de materiales interdependientes y flujos de energía entre las distintas unidades de producción. Conviene señalar que el coque (arriba a la izquierda) se trata como una materia prima sin emisiones implícitas.

Cuando en el proceso de fabricación de acero al oxígeno se utiliza toda la fundición líquida en bruto del alto horno para la producción de acero bruto, no sería necesario realizar un

seguimiento independiente de las emisiones de la ruta de producción de altos hornos. En lugar de ello, podría definirse un proceso de producción conjunto para la fabricación de acero bruto.

El método de balance de masas se utiliza para proporcionar un balance completo de la cantidad de carbono que entra en el proceso de producción o sale de este (el carbono que permanezca en el acero, en residuos o en escorias).

En la sección 7.2.2.1 se incluye un **estudio de caso** en el que se muestra cómo se aplica el método de balance de masas para esta ruta de producción.

5.6.3.7 Acero bruto: ruta de producción mediante fabricación de acero en horno de arco eléctrico

La fusión directa de materiales que contienen hierro se realiza normalmente en un horno de arco eléctrico. Las materias primas para las rutas mediante horno de arco eléctrico son: hierro metálico; en particular chatarra férrica⁴⁸ o hierro prerreducido. Cuando se utilizan cantidades significativas de hierro prerreducido, se aplica una de las distintas rutas mediante horno de arco eléctrico – hierro prerreducido. Después de la fusión en horno de arco eléctrico, puede realizarse un proceso de descarbonización por oxígeno y argón o descarbonización por oxígeno y vacío, seguido de varios procesos de metalurgia secundaria como la desulfuración y la desgasificación por vacío para eliminar los gases disueltos. La principal entrada de energía en el horno de arco eléctrico es la electricidad.

En el Reglamento de Ejecución (sección 3 del anexo II) se establece que los límites del sistema para el seguimiento de las emisiones directas de la ruta de producción de acero bruto mediante horno de arco eléctrico incluyen:

- «– el CO₂ procedente de combustibles como carbón, gas natural, fuelóleo, así como de gases residuales como gas de alto horno, gas de coquería o gas de convertidor,
- el CO₂ procedente del consumo de electrodos o pastas de electrodos,
- el CO₂ procedente de materiales de proceso como piedra caliza, magnesita y otros carbonatos o minerales carbonatados; materiales procedentes de la limpieza de gases de combustión,
- el carbono que entre en el proceso, por ejemplo, en forma de chatarra, aleaciones y grafito, y el carbono que permanezca en el producto o en escorias o residuos se tendrá en cuenta mediante la utilización de un método de balance de masas de conformidad con la sección B.3.2 del anexo III.»

Los precursores pertinentes (si se utilizan en el proceso) son: fundición en bruto, DRI; ferroaleaciones FeMn, FeCr, FeNi; y acero bruto de otras instalaciones o procesos de producción, si se utiliza en el proceso. También debe realizarse un seguimiento de las emisiones indirectas resultantes de la electricidad consumida por el proceso de producción.

En consonancia con la definición de los límites de los sistemas anteriormente referida, puede considerarse que las siguientes fases de producción entran dentro de los límites del

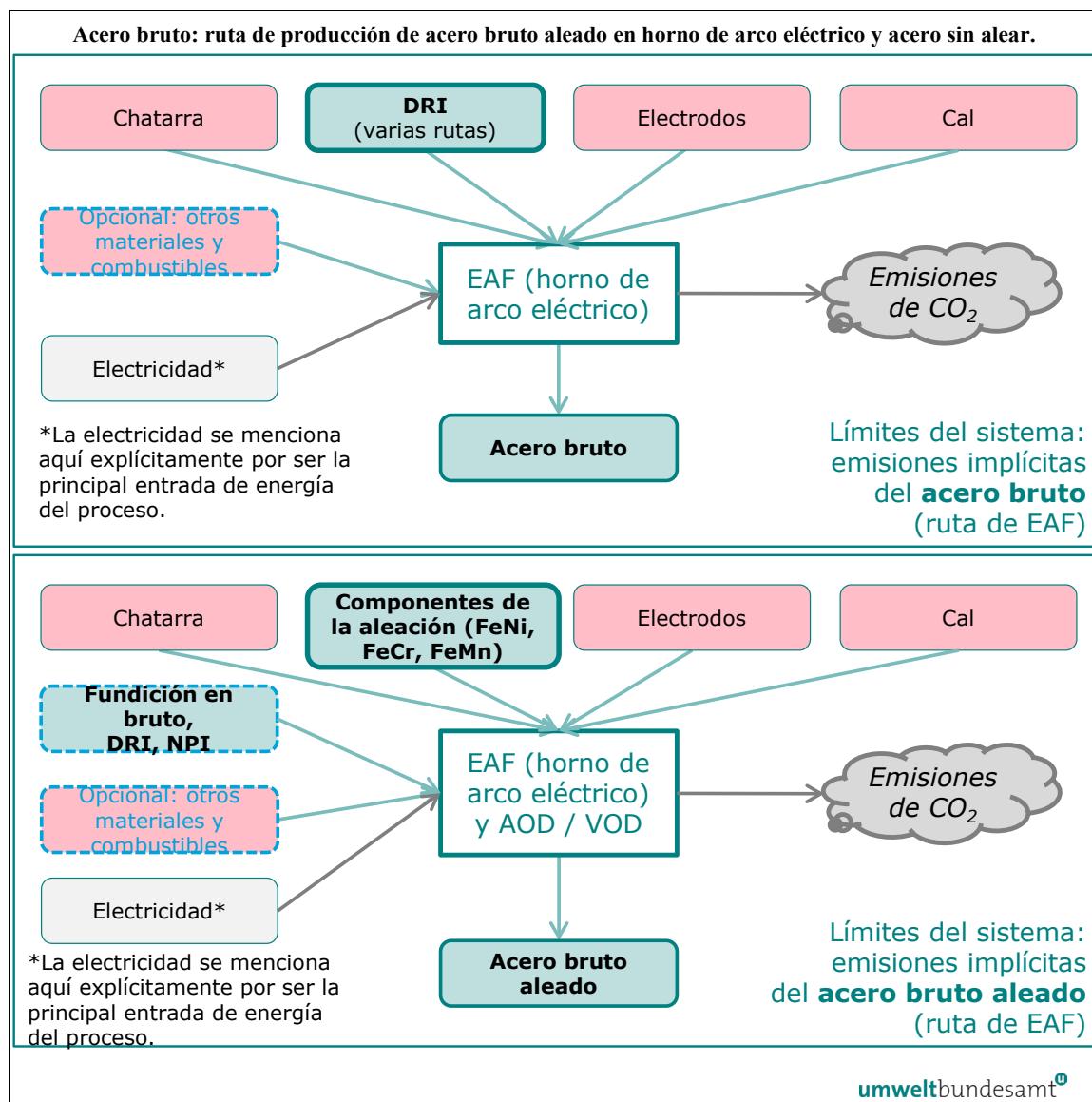
⁴⁸ Cuando solamente se utilice chatarra posconsumo, se asume que tiene cero emisiones implícitas.

sistema de las instalaciones de fabricación de acero en horno de arco eléctrico, todas las actividades y unidades de producción conexas, tales como las siguientes:

- Manipulación y pretratamiento de la materia prima: secado de la chatarra y precalentamiento de las materias primas.
- Proceso en horno de arco eléctrico: todas las fases correspondientes al proceso en horno de arco eléctrico, en particular, carga, fusión, refinado primario y sangría de acero y escoria del horno primario.
- Descarburación: procesos de descarburación por oxígeno y argón o descarburación por oxígeno y vacío, cuando proceda.
- Metalurgia secundaria y desgasificación por vacío.
- Instalación de colada: colada continua o colada en lingotera, equipo de precalentamiento.
- Laminado en caliente o forja: cuando proceda, solo laminado grosero en caliente o desbastado por forja para la obtención de los productos intermedios.
- Todas las actividades auxiliares necesarias como transmisión, calentamiento de equipos, recalentamiento.
- Control de emisiones: en particular, de la limpieza de gases de combustión, las unidades de eliminación de partículas, la manipulación de escoria.

Conviene señalar que esta categoría de mercancías agregadas solamente incluye el laminado grosero en caliente o el desbastado por forja para la obtención de los productos intermedios clasificados con los códigos NC 7207, 7218 y 7224. Todos los demás procesos de laminado y forjado se incluyen en la categoría de mercancías agregadas «productos de hierro o acero».

Gráfico 5-12: Límites del sistema de la ruta de producción de acero en horno de arco eléctrico – acero bruto



Existen varias rutas de producción mediante horno de arco eléctrico, para el acero bruto y el acero bruto aleado, que son muy similares y se muestran conjuntamente en el Gráfico 5-12.

El método de balance de masas se utiliza para proporcionar un balance completo de la cantidad de carbono que entra en el proceso de producción del horno de arco eléctrico o sale de este (el carbono que permanezca en el acero, en residuos y en escorias).

En la sección 7.2.2.2 se incluye un **estudio de caso** en el que se muestra cómo se aplica el método de balance de masas para esta ruta de producción.

5.6.3.8 Proceso de producción de productos de hierro o acero

Los productos de hierro o acero se producen a partir de la transformación ulterior del acero bruto, productos intermedios, así como otros productos de acero acabados mediante todos los tipos de fases de formación y acabado, por ejemplo: recalentamiento, refusión, colada, laminado en caliente, laminado en frío, forjado, decapado, recocido, chapado, recubrimiento, galvanización, trefilado, corte, soldadura, acabado.

En el Reglamento de Ejecución (sección 3 del anexo II) se establece que los límites del sistema para el seguimiento de las emisiones directas de la ruta de producción de productos de hierro o acero incluyen:

«– todas las emisiones de CO₂ procedentes de la combustión de combustibles y las emisiones de proceso procedentes del tratamiento de gases de combustión, relacionadas con las fases de producción aplicadas en la instalación, incluidas, pero sin limitarse a ellas, las siguientes: recalentamiento, refusión, colada, laminado en caliente, laminado en frío, forjado, decapado, recocido, chapado, recubrimiento, galvanización, trefilado, corte, soldadura y acabado de productos de hierro o acero.»

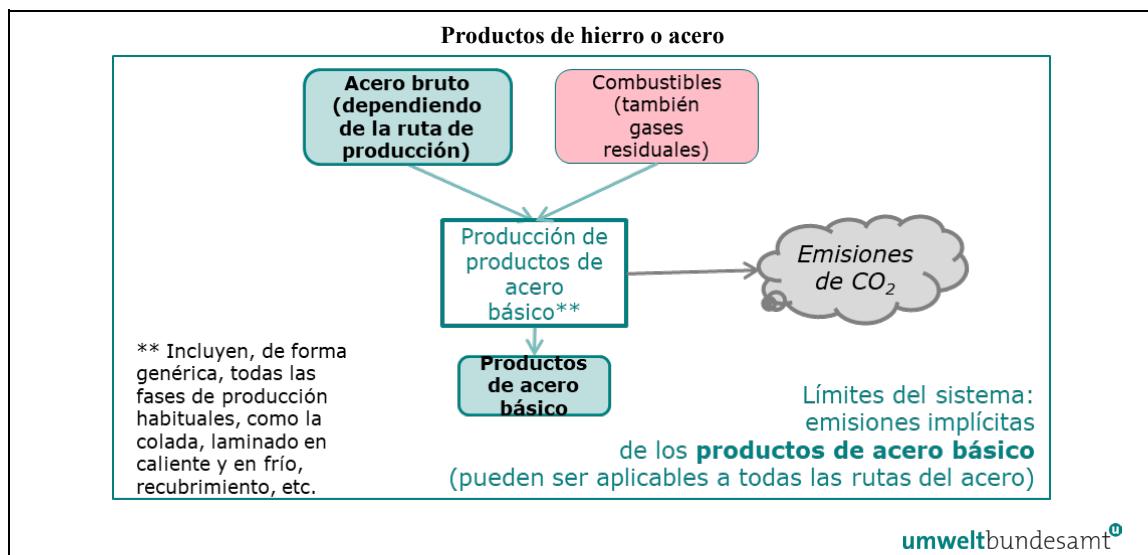
Los precursores pertinentes (si se utilizan en el proceso) son: acero bruto; fundición en bruto, hierro prerreducido; ferroaleaciones FeMn, FeCr, FeNi; y otros productos de hierro o acero. También debe realizarse un seguimiento de las emisiones indirectas resultantes de la electricidad consumida por el proceso de producción.

En consonancia con la definición de los límites de los sistemas anteriormente referida, puede considerarse que las siguientes fases de producción entran dentro de los límites del sistema de los productos de acero básico:

- Preparación de la materia prima: en particular, precalentamiento, refusión y aleación.
- Procesos de formación para productos de acero básicos: todas las fases del proceso de formación, en particular, colada, laminado en caliente y en frío, desbastado por forja, trefilado.
- Actividades de acabado: todas las fases de acabado, en particular, el tratamiento de las superficies (como decapado, recocido, chapado, recubrimiento, galvanización) y la fabricación ulterior (corte, soldadura, acabado).
- Control de emisiones: para el tratamiento de las emisiones a la atmósfera, al agua o al suelo.

En el *Gráfico 5-13* se muestran los límites del sistema del acero bruto hasta los productos de acero básicos.

Gráfico 5-13: Límites del sistema del proceso de producción de productos de acero



Conviene señalar que en el caso de los productos de hierro o acero que contengan más del 5 % en masa de otros materiales, por ejemplo, los materiales aislantes clasificados en el código NC 7309 00 30 [depósitos, cisternas, cubas y recipientes similares para cualquier materia (excepto gas comprimido o licuado), de fundición, hierro o acero, de capacidad superior a 300 l, con revestimiento interior o calorífugo] **solamente se notificará** como masa de las mercancías producidas la masa de hierro o acero.

En la sección 7.2.2 se incluyen varios **estudios de casos** en los que se muestra cómo se obtienen los valores de las emisiones directas e indirectas implícitas específicas para los **productos de hierro o acero**, utilizando el método de balance de masas, y cómo se calculan las emisiones implícitas de las importaciones en la UE.

5.7 Sector del aluminio

En el cuadro de texto que figura a continuación se señalan las secciones específicas sectoriales del Reglamento de Ejecución que resultan pertinentes para el período transitorio MAFC.

Referencias del Reglamento de Ejecución:

- Anexo II, sección 2, cuadro 1. Catalogación de los códigos NC con las categorías de mercancías agregadas.
- Anexo II, sección 3. Rutas de producción, límites del sistema y precursores pertinentes, como se indica en las subsecciones siguientes: 3.17 – Aluminio en bruto y 3.18 – Productos de aluminio.

5.7.1 Unidad de producción y emisiones implícitas

La cantidad de mercancías de aluminio declaradas importadas en la UE debe expresarse en toneladas métricas. Como titular, usted debe registrar la cantidad de mercancías MAFC producidas por la instalación o el proceso de producción, a efectos de la notificación.

Sector industrial	Aluminio
Unidad de producción de las mercancías	Toneladas (métricas), notificadas por separado para cada tipo de mercancía del sector, por instalación o proceso de producción en el país de origen.
Actividades asociadas	Producción de aluminio en bruto a partir de alúmina, o materias primas secundarias (desechos de aluminio), por medios metalúrgicos, químicos o electrolíticos; fabricación de productos de aluminio semitransformados y terminados.
Gases de efecto invernadero pertinentes	Dióxido de carbono (CO ₂) y perfluorocarburos (CF ₄ y C ₂ F ₆)
Emisiones directas	Toneladas (métricas) de CO ₂ e
Emisiones indirectas	Cantidad de electricidad consumida (MWh), fuente y factor de emisión utilizado para calcular las emisiones indirectas en toneladas (métricas) de CO ₂ o CO ₂ e. <i>Deben notificarse por separado durante el período transitorio.</i>
Unidad para las emisiones implícitas	Toneladas de emisiones de CO ₂ e por tonelada de mercancía, notificadas por separado para cada tipo de mercancía, por instalación en el país de origen.

El sector del aluminio debe contabilizar tanto las emisiones directas como las emisiones indirectas en el período transitorio. Las emisiones indirectas deben notificarse por separado⁴⁹. Las emisiones deben notificarse en toneladas métricas de emisiones de CO₂ equivalentes (tCO₂e) por tonelada de producción. Esta cifra debe calcularse para la instalación o el proceso de producción específicos en su país de origen.

Obsérvese que en la sección 7.4.2 se incluye un **estudio de caso** en el que se muestra cómo se obtienen los valores de las emisiones directas e indirectas implícitas específicas para los **productos de aluminio** y cómo se calculan las emisiones implícitas de las importaciones en la UE.

En las siguientes secciones se establece cómo deben definirse los límites del sistema de las mercancías del sector del aluminio y se identifican los elementos del proceso de producción que deben incluirse a efectos de seguimiento y notificación.

⁴⁹ Conviene señalar que, en lo que respecta a este sector, las emisiones indirectas solamente se notifican durante el período transitorio (y no durante el período definitivo).

5.7.2 Definición y explicación de las mercancías del sector incluidas

En el Cuadro 5-8 se enumeran las mercancías pertinentes que entran en el ámbito del período transitorio MACF en el sector industrial del aluminio. La categoría de mercancías agregadas que figura en la columna de la izquierda determina los grupos para los que deben definirse «procesos de producción» conjuntos a efectos del seguimiento.

Cuadro 5-8: Mercancías MAFC en el sector del aluminio

Categoría de mercancías agregadas	Código NC del producto	Designación
Aluminio en bruto	7601	Aluminio en bruto
Productos de aluminio	7603 – 7608, 7609 00 00, 7610, 7611 00 00, 7612, 7613 00 00, 7614, 7616	7603 – Polvo y escamillas, de aluminio 7604 – Barras y perfiles, de aluminio 7605 – Alambre de aluminio 7606 – Chapas y tiras, de aluminio, de espesor superior a 0,2 mm 7607 – Hojas y tiras, delgadas, de aluminio, incluso impresas o fijadas sobre papel, cartón, plástico o soportes similares, de espesor inferior o igual a 0,2 mm (sin incluir el soporte) 7608 – Tubos de aluminio 7609 00 00 – Accesorios de tuberías [por ejemplo: empalmes (rácores), codos, manguitos], de aluminio 7610 – Construcciones y sus partes (por ejemplo: puentes y sus partes, torres, castilletes, pilares, columnas, armazones para techumbre, techados, puertas y ventanas y sus marcos, contramarcos y umbrales, barandillas), de aluminio (excepto las construcciones prefabricadas de la partida 9406); chapas, barras, perfiles, tubos y similares, de aluminio, preparados para la construcción 7611 00 00 – Depósitos, cisternas, cubas y recipientes similares para cualquier materia (excepto gas comprimido o licuado), de aluminio, de capacidad superior a 300 l, sin dispositivos mecánicos ni térmicos, incluso con revestimiento interior o calorífugo 7612 – Depósitos, barriles, tambores, bidones, botes, cajas y recipientes similares, de aluminio (incluidos los envases tubulares rígidos o flexibles), para cualquier materia (excepto gas comprimido o licuado), de capacidad inferior o igual a 300 l, sin dispositivos mecánicos ni térmicos, incluso con revestimiento interior o calorífugo

Categoría de mercancías agregadas	Código NC del producto	Designación
		7613 00 00 – Recipientes para gas comprimido o licuado, de aluminio
		7614 – Cables, trenzas y artículos similares, de aluminio, sin aislar para electricidad
		7616 – Las demás manufacturas de aluminio

Fuente: Reglamento MAFC, anexo I; Reglamento de Ejecución, anexo II.

Las categorías de mercancías agregadas que figuran en el Cuadro 5-8 incluyen tanto productos de aluminio terminados como «aluminio en bruto» como precursor que se consume a su vez en la producción de mercancías de aluminio.

Únicamente se tendrán en cuenta los insumos indicados como precursores pertinentes para los límites del sistema del proceso de producción que se especifiquen en el Reglamento de Ejecución. En el Cuadro 5-9 se enumeran los posibles precursores por categoría de mercancías agregadas y ruta de producción.

Cuadro 5-9: Categorías de mercancías agregadas, sus rutas de producción y precursores posiblemente pertinentes

Categoría de mercancías agregadas	Precursores pertinentes
	Ruta de producción
Aluminio en bruto	Ninguno para el aluminio primario
<i>Aluminio primario</i>	Para el aluminio secundario, aluminio en bruto de otras fuentes, si se utiliza en el proceso ⁵⁰
<i>Aluminio secundario</i>	
Productos de aluminio	Aluminio en bruto (diferenciado entre el aluminio primario y secundario, si se conoce la información), otros productos de aluminio (si se utilizan en el proceso de producción).

El aluminio en bruto se produce mediante varias rutas de producción («aluminio primario» para fusión electrolítica, «aluminio secundario» para fusión / reciclaje de chatarra) como lingotes de metal, bloques, palanquillas, desbastes planos o similares. Se define como una «mercancía simple», ya que se considera que las propias materias primas (ánodos de carbono y alúmina para aluminio primario, chatarra para aluminio secundario) y los combustibles utilizados en su fabricación tienen cero emisiones implícitas.

⁵⁰ Conviene señalar que si el producto de la ruta de producción del aluminio secundario contiene más del 5 % de elementos de aleación, las emisiones implícitas del producto se calcularán como si la masa de los elementos de aleación fuera aluminio en bruto procedente de la fusión primaria.

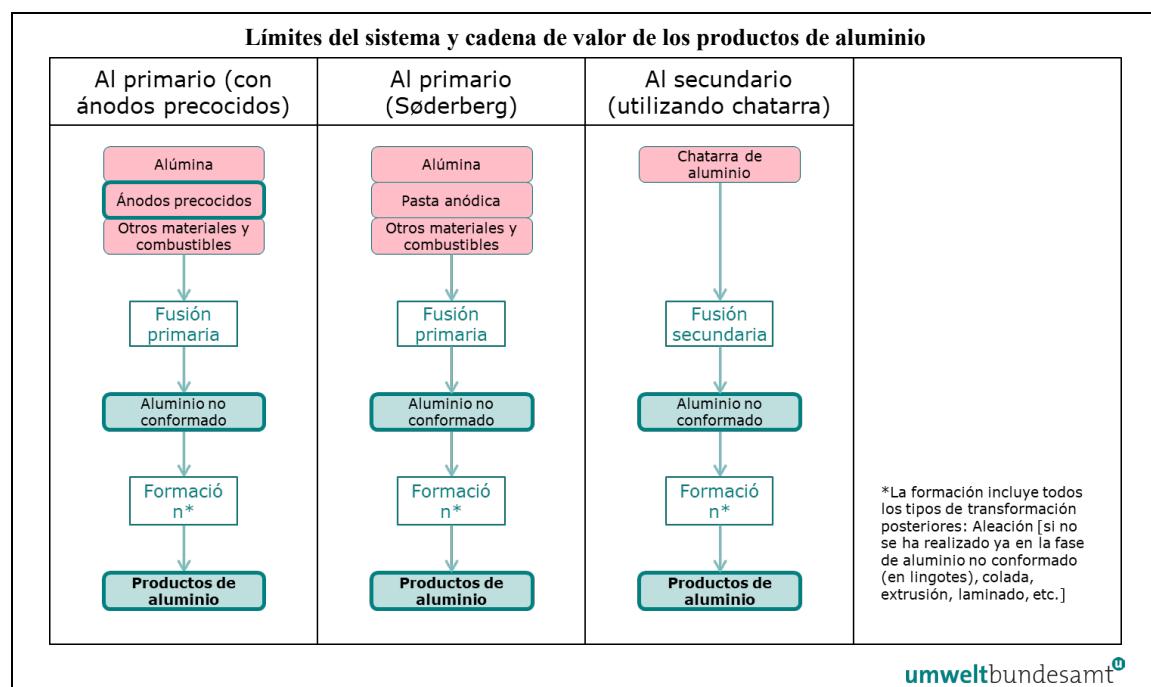
Las mercancías de aluminio arriba indicadas incluyen la mayoría de los tipos de productos de aluminio fabricados⁵¹. Los productos de aluminio se definen como mercancías complejas porque incluyen las emisiones implícitas del aluminio en bruto precursor.

En la producción de mercancías del sector del aluminio intervienen distintas rutas de proceso, que se señalan a continuación.

5.7.3 Definición y explicación de los procesos y las rutas de producción pertinentes

Los límites del sistema del aluminio en bruto precursor y de los productos de aluminio son distintos y, en determinadas condiciones, pueden agregarse para incluir todos los procesos vinculados directa o indirectamente a los procesos de producción de dichas mercancías, por ejemplo, las actividades de entrada al proceso y las actividades de salida del proceso (véase la sección 6.3).

Gráfico 5-14: Límites del sistema y cadena de valor de los productos de aluminio



La diferencia en la ruta mediante fusión de aluminio primario indicada en el diagrama anterior se debe a la diferencia en los materiales de electrodos utilizados, es decir, ánodos precocidos o Söderberg.

En la sección 7.4.1.1 se detallan las emisiones pertinentes que deben someterse a seguimiento para el sector del aluminio.

⁵¹ No incluyen las categorías NC 7615 para determinados artículos domésticos ni NC 7602 00 desechos de aluminio.

5.7.3.1 Aluminio en bruto: ruta de producción mediante fusión (electrolítica) primaria

El aluminio primario se produce mediante la electrólisis de la alúmina⁵² en las celdas electrolíticas. Durante la electrólisis se reduce el aluminio y el oxígeno de la alúmina se libera y se combina con el ánodo de carbono para formar dióxido de carbono y monóxido de carbono; los ánodos de carbono del proceso de aluminio primario se consumen por tanto de forma constante durante el proceso.

Los sistemas de celdas para el aluminio primario varían en función del tipo de ánodo utilizado. La celda electrolítica «precocida» utiliza múltiples ánodos de carbono precocidos que deben reemplazarse regularmente. La celda electrolítica «Søderberg» utiliza un único ánodo de carbono continuo, que se autocuece *in situ* dentro de la celda mediante el calor liberado durante el proceso electrolítico en el interior del fundidor; se añaden briquetas de pasta «verde» en la parte superior mientras que el ánodo se consume en la parte inferior. El aluminio fundido se deposita en el cátodo y se acumula en el fondo de la celda, de donde se extrae periódicamente mediante sifonado con vacío en crisoles para ser transportado a la instalación de colada. En la instalación de colada, el aluminio fundido se mantiene en el horno de espera para su transformación ulterior previamente a la colada de lingotes de metal, bloques, palanquillas, desbastes planos o similares; en esta fase también se pueden añadir pequeñas cantidades de desechos limpios comerciales.

En el Reglamento de Ejecución (sección 3 del anexo II) se establece que los límites del sistema para el seguimiento de las emisiones directas de la ruta de producción mediante fusión (electrolítica) primaria incluyen:

- «– las emisiones de CO₂ procedentes del consumo de electrodos o pastas de electrodos,
- las emisiones de CO₂ procedentes de cualquier combustible utilizado (por ejemplo, para el secado y el precalentamiento de materias primas, el calentamiento de celdas de electrólisis, el calentamiento necesario para la colada),
- las emisiones de CO₂ procedentes de cualquier tratamiento de gases de combustión, del carbonato sódico o la piedra caliza si procede,
- las emisiones de perfluorocarburos causadas por los efectos de ánodo sujetas a seguimiento de conformidad con la sección B.7 del anexo III».

No existen precursores pertinentes para este proceso de producción. También debe realizarse un seguimiento de las emisiones indirectas resultantes de la electricidad consumida por el proceso de producción.

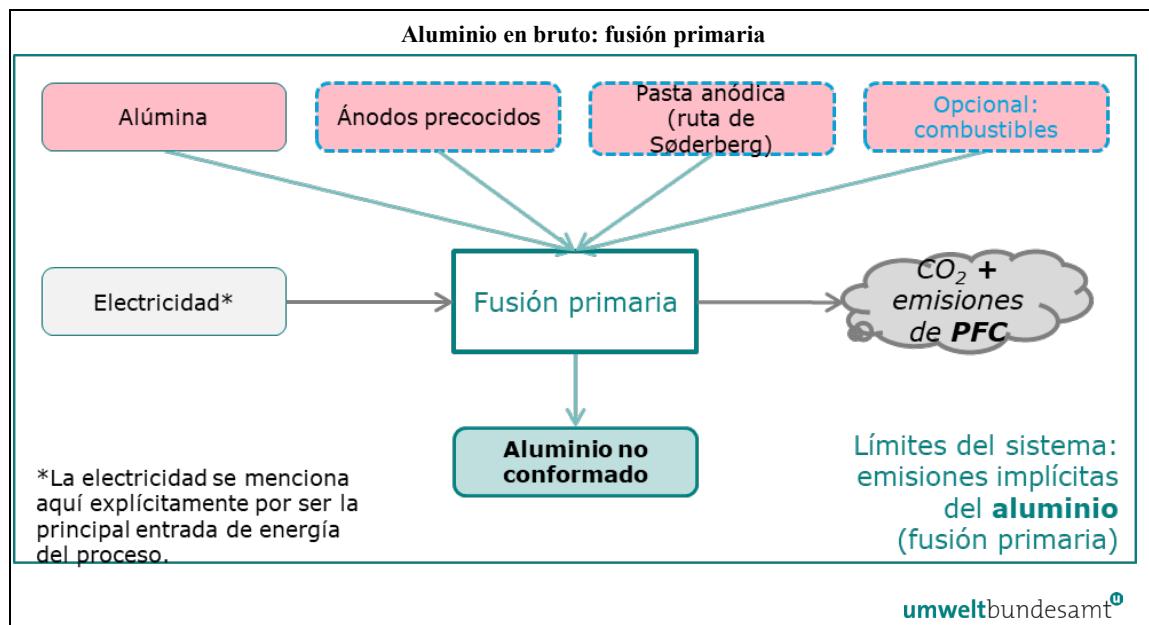
En consonancia con la definición de los límites de los sistemas anteriormente referida, puede considerarse que las siguientes fases de producción entran dentro de los límites del sistema de las instalaciones de aluminio primario:

- Preparación de la materia prima: en particular, almacenamiento de varios constituyentes aditivos.

⁵² La alúmina es óxido de aluminio purificado producido mediante reducción de metal de bauxita a través del proceso Bayer. La producción de alúmina suele llevarse a cabo en un lugar diferente al de la producción de aluminio primario por motivos logísticos y de suministro de energía.

- Proceso de producción de aluminio mediante sistema de celda electrolítica: todas las fases.
- Instalación de colada: todas las fases, en particular, hornos de espera, sistemas transportadores, transformación ulterior del metal (tratamiento, aleación y homogeneización del metal) y colada.
- Control de emisiones: para el tratamiento de las emisiones a la atmósfera, al agua o al suelo.
- Los materiales de proceso consumidos por la ruta de producción de aluminio primario —alúmina, ánodos de carbono precocidos, briquetas de pasta «verde», criolita y otros aditivos— se tratan como materias primas y, por lo tanto, tienen cero emisiones implícitas.
- En las secciones 6.5.5 y 7.4.1.2 de este documento de orientación se ofrece información detallada sobre las normas especiales para el sector del aluminio relativas a la determinación de las emisiones de perfluorocarburos, y en la sección 7.4.2 se ofrece un **estudio de caso** en el que se muestra cómo se obtienen las emisiones implícitas específicas de las mercancías del sector del aluminio.

Gráfico 5-15: Límites del sistema de la ruta de producción mediante fusión primaria para el aluminio en bruto



5.7.3.2 Aluminio en bruto: ruta de producción mediante fusión secundaria (reciclaje)

El aluminio secundario se produce fundamentalmente a partir de desechos de aluminio posconsumo recogidos para su reciclaje (aunque también se puede añadir aluminio en bruto por separado). Los desechos se clasifican según el tipo (aleación forjada o moldeada) y la clase de medidas de pretratamiento requeridas (por ejemplo, decapado y desaceitado), y, a continuación, se refunden en el tipo de horno apropiado (normalmente, rotatorio o de reverberación, aunque también pueden utilizarse hornos de inducción) antes de su

transformación ulterior, por ejemplo, mediante aleación, tratamiento por fusión (adición de sal o cloración) y, por último, colada de lingotes de metal, bloques, palanquillas, desbastes planos o similares. Los combustibles utilizados normalmente son gas natural, gas licuado de petróleo (GLP) o fuelóleo.

En el Reglamento de Ejecución (sección 3 del anexo II) se establece que los límites del sistema para el seguimiento de las emisiones directas de la ruta de producción mediante fusión secundaria (reciclaje) incluyen:

- «– las emisiones de CO₂ procedentes de todo combustible utilizado para el secado y el precalentamiento de la materia prima, utilizado en los hornos de fusión, en el pretratamiento de la chatarra como el decapado y el desaceitado, y la combustión de los residuos conexos, así como los combustibles necesarios para la colada de lingotes, palanquillas o desbastes planos,
- las emisiones de CO₂ procedentes de todo combustible utilizado en actividades asociadas como el tratamiento de residuos procedentes del espumado y la recuperación de escorias,
- las emisiones de CO₂ procedentes de cualquier tratamiento de gases de combustión, del carbonato sódico o la piedra caliza si procede.»

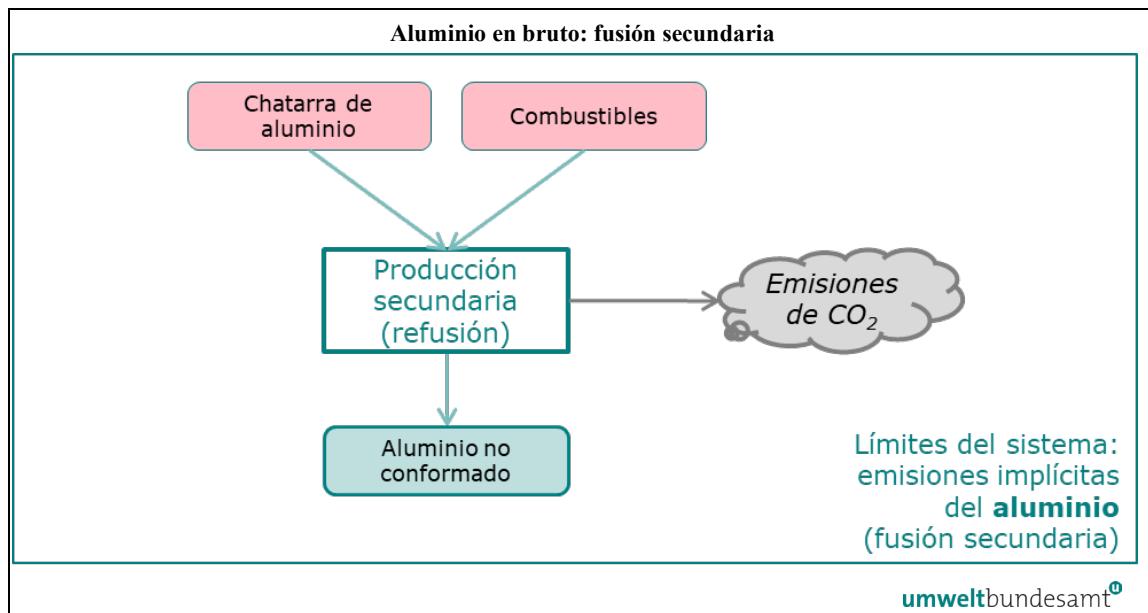
Un precursor pertinente es el aluminio en bruto de otras fuentes, si se utiliza en el proceso. También debe realizarse un seguimiento de las emisiones indirectas resultantes de la electricidad consumida por el proceso de producción.

En consonancia con la definición de los límites de los sistemas anteriormente referida, puede considerarse que las siguientes fases de producción entran dentro de los límites del aluminio secundario:

- Preparación de la materia prima: en particular, clasificación, pretratamiento (decapado y desaceitado), secado y precalentamiento de la chatarra.
- Sistema de horno para el proceso de producción de aluminio: todas las fases, en particular, la carga del horno, los hornos de fusión y de espera.
- Instalación de colada: todas las fases, en particular, hornos de espera, sistemas transportadores, transformación ulterior del metal (tratamiento, aleación y homogeneización del metal) y colada.
- Control de emisiones: para el tratamiento de las emisiones a la atmósfera, al agua o al suelo.

En el *Gráfico 5-16* se muestran los límites del sistema de los procesos pertinentes para la producción de aluminio secundario.

Gráfico 5-16: Límites del sistema de la ruta de producción mediante fusión secundaria para el aluminio en bruto



En el proceso de aluminio secundario no se generan emisiones de PFC.

Los desechos de aluminio son el insumo principal de la ruta de producción mediante fusión secundaria. Los desechos (tanto si son preconsumo como posconsumo) se tratan como una materia prima con cero emisiones implícitas.

Conviene señalar que, cuando el producto de este proceso contenga más del 5 % de elementos de aleación, las emisiones implícitas del producto se calcularán como si la masa de los elementos de aleación fuera aluminio en bruto procedente de la fusión primaria.

5.7.3.3 Proceso de producción de productos de aluminio

Los productos de aluminio se producen mediante la transformación ulterior de aluminio en bruto como precursor (aleado o sin alejar). Los productos de aluminio se producen mediante diversos procesos de formación, por ejemplo, extrusión, colada, laminado en caliente y en frío, forjado y trefilado. La extrusión es un proceso que se utiliza habitualmente para producir perfiles de aluminio. El laminado en caliente y en frío puede utilizarse para producir chapas y hojas. La colada puede utilizarse para producir formas complejas.

En el Reglamento de Ejecución (sección 3 del anexo II) se establece que los límites del sistema para el seguimiento de las emisiones directas de la ruta de producción de los productos de aluminio incluyen:

«← Todas las emisiones de CO₂ procedentes del consumo de combustible en procesos de formación de productos de aluminio, así como de la limpieza de gases de combustión.»

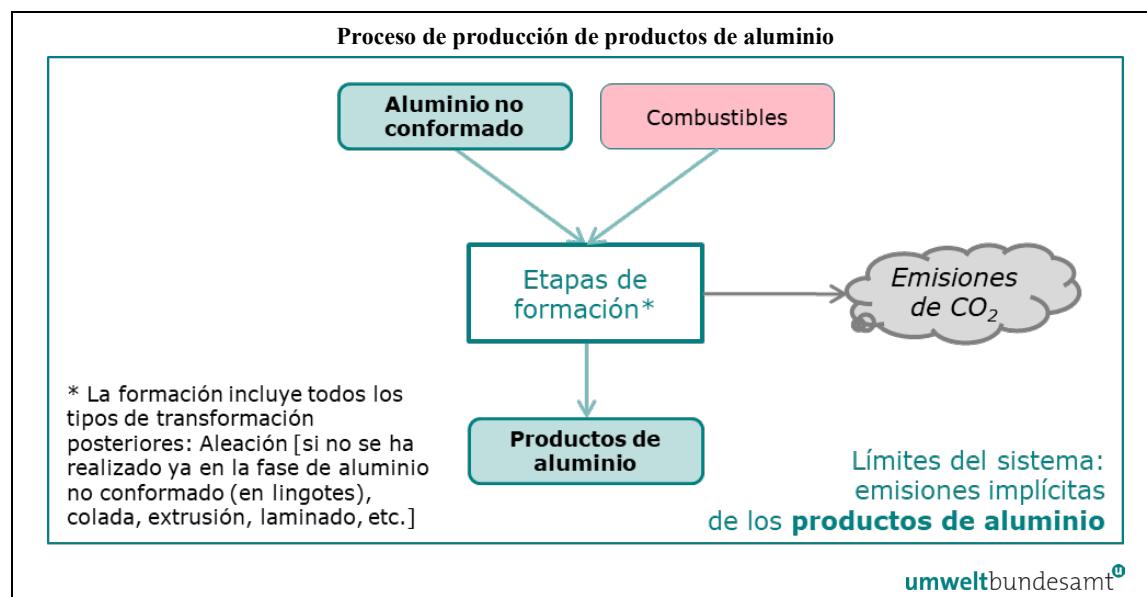
Los precursores pertinentes son el aluminio en bruto, si se utiliza en el proceso de producción (el aluminio primario y el secundario deben tratarse por separado, si se conocen los datos, porque sus emisiones implícitas son distintas), y productos de aluminio, si se utilizan en el proceso de producción. También debe realizarse un seguimiento de las emisiones indirectas resultantes de la electricidad consumida por el proceso de producción.

En consonancia con la definición de los límites de los sistemas anteriormente referida, puede considerarse que las siguientes fases de producción entran dentro de los límites del sistema de las instalaciones de productos de aluminio básicos:

- Preparación de la materia prima: en particular, precalentamiento, refusión y aleación.
- Procesos de formación: todas las fases del proceso de formación para los productos de aluminio, en particular (sin limitarse a ellas), las siguientes: extrusión, colada, laminado en caliente y en frío, forjado, trefilado.
- Actividades de acabado: en particular, calibrado, recocido, preparación y tratamiento de las superficies y fabricación ulterior.
- Control de emisiones: para el tratamiento de las emisiones a la atmósfera, al agua o al suelo.

En el *Gráfico 5-17* se muestran los límites del sistema de los procesos de producción pertinentes para los productos de aluminio.

Gráfico 5-17: Límites del sistema del proceso de producción de productos de aluminio



Los procesos de formación de productos de aluminio no generan emisiones de PFC.

Conviene señalar que, cuando el producto de este proceso contenga más del 5 % de elementos de aleación, las emisiones implícitas del producto deben calcularse como si la masa de los elementos de aleación fuera aluminio en bruto procedente de la fusión primaria.

También ha de tenerse en cuenta que, para los productos que contengan más del 5 % en masa de otros materiales, por ejemplo, los materiales aislantes clasificados en el código NC 7611 00 00, solamente se notificará como masa de las mercancías producidas la masa de aluminio.

En la sección 7.4.2 se incluye un **estudio de caso** en el que se muestra cómo se obtienen las emisiones implícitas específicas de las mercancías del sector del aluminio.

6 OBLIGACIONES DE SEGUIMIENTO Y PRESENTACIÓN DE INFORMES

En esta sección se recogen todas las normas necesarias para el seguimiento y la notificación de las emisiones implícitas durante el período transitorio. Está estructurada de la siguiente manera:

- La sección 6.1 contiene **definiciones** y principios.
- En la sección 6.2 se explica el **concepto de emisiones implícitas** (6.2.1) y, seguidamente, se incluyen las **normas de cálculo** (6.2.2) en tres pasos:
 - Seguimiento en la **instalación** (6.2.2.1).
 - **Atribución de los datos relativos a las emisiones a los procesos de producción** dentro de la instalación (6.2.2.2).
 - **Cálculo de las emisiones implícitas específicas** de las emisiones atribuidas de los procesos, las emisiones implícitas del precursor, y el nivel de actividad del proceso de producción.
- En la sección 6.3 se aborda el tema de **cómo definir los procesos de producción** de la instalación y los **límites de sus sistemas**.
- La sección 6.4 trata sobre la planificación de la metodología de seguimiento, que incluye la creación de la **documentación relativa a la metodología de seguimiento**, cómo seleccionar las **mejores fuentes de datos disponibles** y las posibilidades de **limitar los costes de seguimiento**. También ofrece asesoramiento sobre la creación de un **sistema de control** para garantizar que los datos sean correctos.
- La sección 6.5 es una parte fundamental de esta orientación. Ofrece orientación sobre los **enfoques de seguimiento admisibles** para realizar un seguimiento de las emisiones directas en la instalación, con la subestructura que se indica a continuación y que refleja el carácter modular de los enfoques permitidos:
 - Sección 6.5.1: **Metodología basada en el cálculo**
 - En las secciones 6.5.1.1 (método normalizado) y 6.5.1.2 (balance de masas) se explican los parámetros y las fórmulas de cálculo.
 - En la sección 6.5.1.3 se incluyen las normas para determinar los **datos de la actividad** (es decir, las cantidades de combustibles y materiales utilizadas).
 - En la sección 6.5.1.4 se abordan las normas para determinar los **«factores de cálculo»** (es decir, la información sobre las propiedades y la composición de los combustibles y los materiales utilizados). Dichos métodos incluyen la selección de valores estándar apropiados, así como el uso de **análisis de laboratorio**, para lo que se analizan los requisitos básicos.

- En la sección 6.5.2 se describe la metodología basada en la medición, es decir, cómo utilizar los SMCE (**sistemas de medición continua de emisiones**). Esto es necesario, sobre todo, para las **emisiones de N₂O**.
- Las condiciones de uso de **otros métodos, en particular de otros sistemas de fijación del precio del carbono**, se explican en la sección 6.5.3.
- Los requisitos para **contabilizar** las emisiones de **biomasa** como cero en todos los métodos anteriores se describen en la sección 6.5.4, que se completa con datos complementarios en el Annex C.
- En la sección 6.5.5 se explica el seguimiento de los **perfluorocarburos** (de las emisiones de los perfluorocarburos).
- Y como elemento final del seguimiento en la instalación, la sección 6.5.6 expone los elementos básicos del seguimiento del «CO₂ transferido», que es el vínculo con las futuras **normas sobre captura y almacenamiento de carbono y captura y utilización del carbono**.
- Las **emisiones indirectas** de una instalación y sus requisitos de seguimiento se explican en la sección 6.6.
- La sección 6.7 trata sobre las normas para la **atribución de las emisiones a los procesos de producción** y contiene las siguientes normas detalladas:
 - Normas generales aplicables al seguimiento: 6.7.1,
 - **Flujos de calor (medible)** y las emisiones relacionadas: 6.7.2,
 - **Electricidad** y emisiones respectivas: 6.7.3,
 - En la sección 6.7.4 se explican las normas relativas a la producción combinada de calor y electricidad (**PCCE o cogeneración**) para completar las dos secciones anteriores.
 - **Gases residuales** y las normas para la atribución de sus emisiones: 6.7.5,
- **Cálculo de las emisiones implícitas de las emisiones atribuidas**: se incluyen orientaciones pertinentes en la sección 6.8, que consta de las siguientes subsecciones:
 - En la sección 6.8.1 pueden consultarse las **normas relativas a las mercancías producidas** (calidad y niveles de actividad).
 - Las normas para el seguimiento de la calidad y la cantidad de los **materiales precursores** se abordan en la sección 6.8.2.
- Las normas de seguimiento concluyen con una explicación de lo que se puede hacer si falla el seguimiento, es decir, si se producen lagunas de datos o si no se ha podido obtener algún dato dentro del plazo requerido (sección 6.9):
 - En la sección 6.9.1 se aborda el **uso de los valores por defecto** de las emisiones implícitas específicas suministrados por la Comisión Europea.
 - Los de las emisiones indirectas, es decir, los **valores por defecto para el factor de emisión de la electricidad**, se describen en la sección 6.9.2.
 - En la sección 6.9.3 se ofrece orientación sobre cómo **colmar las lagunas de datos menores**.

- La sección 6.10 aborda la recogida de datos sobre un **precio del carbono** pagadero en el país de origen (así como un posible descuento con respecto a la obligación MAFC).
- Por último, en la sección 6.11 se explica la **plantilla de presentación de información**, es decir, la plantilla que facilita la Comisión Europea para la comunicación entre los titulares de instalaciones en las que se producen mercancías MAFC y los importadores de la UE para el suministro de los datos que necesitan estos últimos para la elaboración de los «informes MAFC trimestrales», es decir, para cumplir el Reglamento MAFC. La plantilla se propone también para la comunicación entre los titulares que producen mercancías complejas y sus proveedores de materiales precursores.

6.1 Definiciones y alcance de las emisiones contempladas en el MAFC

Para realizar los cálculos pertinentes, es importante comprender los significados exactos de los términos que se utilizan en dichos cálculos. Además de las definiciones generales que se introducen en la sección 4.2, en esta sección se presentan los términos adicionales utilizados en las siguientes secciones de esta guía.

6.1.1 Instalación, proceso de producción y rutas de producción

Se aplica el siguiente enfoque jerárquico con respecto a las definiciones:

- **«Instalación»:** una unidad técnica fija en la que se lleva a cabo un proceso de producción;
- **«Proceso de producción»:** las partes de una instalación en las que se llevan a cabo los procesos químicos o físicos para la producción de las mercancías correspondientes a una categoría de mercancías agregadas definida en el cuadro 1, sección 2, del anexo II del Reglamento de Ejecución, y los límites específicos de su sistema en relación con las entradas, salidas y emisiones correspondientes.
- **«Categoría de mercancías agregadas»:** se define *implícitamente* en el Reglamento de Ejecución mediante la enumeración de las categorías de mercancías agregadas pertinentes y de todas las mercancías determinadas en función de sus códigos NC en el cuadro 1 de la sección 2 del anexo II.
- **«Ruta de producción»:** tecnología concreta utilizada en un proceso de producción para la producción de las mercancías correspondientes a una categoría de mercancías agregadas.

De estas definiciones se puede deducir que una instalación puede constar de uno o varios procesos de producción. A efectos del MAFC, solamente resultan pertinentes los procesos de producción que se enumeran en el anexo II, sección 2, del Reglamento de Ejecución. Si en su instalación se llevan a cabo otros procesos de producción, puede optar por incluirlos en su metodología de seguimiento, o no. Las normas para la atribución de las emisiones a los procesos pertinentes para el MAFC resultarán válidas en ambos casos.

Normalmente, un proceso de producción se refiere a un grupo de mercancías MAFC producidas (las «categorías de mercancías agregadas»). No obstante, en algunos casos existe más de una ruta de producción para la producción de dichas mercancías. Si en su instalación coexisten más rutas de producción para la misma categoría de mercancías

agregadas, pueden someterse a un seguimiento conjunto utilizando un proceso de producción y los límites correspondientes de su sistema.

En resumen: una instalación puede constar de más de un proceso de producción, y los procesos de producción pueden constar de más de una ruta de producción. Las «emisiones atribuidas» siempre se calculan a nivel de proceso de producción. Conviene señalar que existen algunas **normas complementarias** para la definición de los procesos de producción y los límites de su sistema, tal y como se indica en la sección 6.3.

6.1.2 Nivel de actividad, cantidad de mercancías producidas

En un período de notificación dado, el «**nivel de actividad**» es la cantidad total de mercancía producida en un proceso de producción y que cumple la especificación del producto basada en la NC para dicha mercancía, expresada en toneladas o MWh para la electricidad. Para determinar el nivel de actividad de un proceso de producción se suman las cantidades de todas las mercancías incluidas en todos los códigos NC que representan una «categoría de mercancías agregadas».

El nivel de actividad de una instalación o proceso de producción debe tener en cuenta el **producto vendible**⁵³, en particular, cualquier producto utilizado directamente como **preursor en otro proceso de producción** para producir otros productos (lo que se denomina «insumo precursor pertinente»).

Para **evitar una doble contabilización** de la producción, solamente debe considerar los productos acabados que salgan de los límites del sistema del proceso de producción. El producto que se devuelva al mismo proceso (cuando la producción de precursores se incluya en el mismo proceso de producción) así como cualquier residuo o chatarra se excluyen del total.

A la hora de notificar el nivel de actividad de las mercancías, también debe tener en cuenta todas las disposiciones especiales que figuren en el anexo II, sección 3, del Reglamento de Ejecución para procesos de producción o rutas de producción específicos. También se hace referencia a estas para cada sector, según proceda, en la sección 7.

⁵³ Es decir, los productos que cumplen la especificación del producto de una categoría de mercancías agregadas correspondientes a un código NC enumerada en el Reglamento de Ejecución.

6.1.3 Emisiones directas e indirectas implícitas

Durante el período transitorio debe contabilizar tanto las «emisiones directas»⁵⁴ como las «emisiones indirectas»⁵⁵ cuando notifique las emisiones implícitas de las mercancías producidas en su instalación. En este contexto:

- Las **emisiones directas** incluyen las emisiones de combustión y de proceso de su instalación, pero también las emisiones generadas durante la producción del calor consumido en su instalación, en el caso de que la instalación reciba calor de instalaciones adyacentes o de una red de calefacción urbana.
- Las **emisiones directas atribuidas** son las emisiones atribuidas al proceso de producción pertinente para la producción de mercancías en su instalación, sobre la base de las emisiones directas de su instalación, las emisiones de los flujos de calor pertinentes, los flujos de materiales, los gases residuales (si procede).
- Las **emisiones directas implícitas** de las mercancías producidas se calculan a partir de las emisiones atribuidas directas del proceso de producción, añadiendo las emisiones implícitas de cualquier insumo precursor pertinente consumido en el proceso de producción.
- **Emisiones directas implícitas específicas:** son las emisiones directas implícitas de las mercancías producidas, divididas entre el nivel de actividad del proceso de producción. El resultado se expresa como tonelada de CO₂e por tonelada de producto.
- Las **emisiones indirectas** incluyen las emisiones relacionadas con la **electricidad consumida** en su instalación. Conviene señalar que si su instalación produce electricidad, los combustibles consumidos en la producción de electricidad se consideran emisiones *directas* de la instalación. Sin embargo, la producción de electricidad se considera un proceso de producción distinto, es decir, esas emisiones directas *no se atribuyen* a las emisiones directas atribuidas de ninguna mercancía producida en dicha instalación.
- Las **emisiones indirectas atribuidas** son las emisiones indirectas atribuidas al proceso de producción pertinente que produzca las mercancías en su instalación.
- Las **emisiones indirectas implícitas** de las mercancías producidas se calculan a partir de las emisiones indirectas atribuidas del proceso de producción sumando las emisiones indirectas implícitas de cualquier precursor pertinente utilizado en el proceso de producción.
- **Emisiones indirectas implícitas específicas:** son las emisiones indirectas implícitas de las mercancías producidas, divididas entre el nivel de actividad del proceso de producción. El resultado se expresa como tonelada de CO₂e por tonelada de producto.

⁵⁴ «Emisiones directas»: las emisiones procedentes de los procesos de producción de mercancías, incluidas las emisiones procedentes de la producción de calefacción y refrigeración que se consumen durante los procesos de producción, independientemente de la ubicación de la producción de calefacción o refrigeración.

⁵⁵ «Emisiones indirectas»: las emisiones procedentes de la producción de electricidad que se consume durante los procesos de producción de mercancías, independientemente de la ubicación de la producción de la electricidad consumida.

- **Emisiones implícitas (específicas) totales:** la suma de las emisiones directas e indirectas implícitas (específicas).

El enfoque que utilice para el seguimiento de las emisiones directas e indirectas debe reflejar el rango de «fuentes de emisión» y «flujos fuente» (pueden consultarse las definiciones en la sección 6.2.2.1) que es necesario abordar para su instalación individual y sus rutas de producción.

Emisiones implícitas de las mercancías precursoras

Debe incluir las emisiones implícitas de las mercancías precursoras (tanto las emisiones directas como las indirectas) si procede en el cálculo del total de las emisiones implícitas de una mercancía acabada, convirtiéndola en una «mercancía compleja». Las emisiones implícitas de las mercancías precursoras pertinentes⁵⁶ se añaden a las emisiones atribuidas de la mercancía compleja.

La inclusión de las emisiones implícitas de las mercancías precursoras es necesaria para garantizar la comparabilidad de los costes de carbono en el marco del RCDE de la UE y del MAFC. Las emisiones de gases de efecto invernadero pertinentes corresponden a las emisiones de gases de efecto invernadero⁵⁷ que también se abordan en el anexo I de la Directiva RCDE de la UE⁵⁸, a saber: dióxido de carbono (CO₂) para todos los sectores, y, adicionalmente, óxido nitroso (N₂O) para algunos abonos y perfluorocarburos para algunas mercancías de aluminio.

Emisiones implícitas que no estén sujetas al control del titular

Cuando usted (como titular) reciba electricidad, calor o mercancías precursoras de fuera de la instalación para su uso en los procesos de producción de su instalación, debe utilizar los datos más recientes disponibles de su proveedor a fin de determinar las emisiones implícitas de sus mercancías MAFC. Algunos de esos datos relacionados con las emisiones son:

- las emisiones indirectas de la electricidad importada de la red;
- las emisiones procedentes de la electricidad y el calor importados de otras instalaciones;
- las emisiones directas e indirectas implícitas de los precursores recibidos de otras instalaciones.

6.1.4 Unidades para notificar las emisiones implícitas

La unidad utilizada para notificar el gas de efecto invernadero implícito es la «tonelada de CO₂e⁵⁹», que es una tonelada métrica de dióxido de carbono («CO₂») o una cantidad de

⁵⁶ Cuando un precursor sea una mercancía compleja por sí mismo, este proceso se repite de manera recurrente hasta abordar todos los precursores pertinentes.

⁵⁷ «Gases de efecto invernadero»: los gases de efecto invernadero especificados en el anexo I del Reglamento MAFC en relación con cada una de las mercancías enumeradas en dicho anexo.

⁵⁸ Directiva 2003/87/CE.

⁵⁹ «Tonelada de CO₂e»: una tonelada métrica de CO₂ o una cantidad de cualquier otro gas de efecto invernadero enumerado en la lista del anexo I del Reglamento MAFC que tenga un potencial de calentamiento global equivalente.

cualquier otro gas de efecto invernadero que figure en el anexo I del Reglamento MAFC con un potencial de calentamiento global⁶⁰ equivalente («e»); es decir, cuando proceda, las emisiones de N₂O y perfluorocarburos deben convertirse a su valor en «tCO₂e».

A efectos de la notificación, los datos de las emisiones implícitas deben redondearse a un número entero de toneladas de CO₂e durante el período de notificación. Los parámetros utilizados para calcular las emisiones implícitas notificadas deben redondearse para incluir todos los dígitos significativos, hasta un máximo de cinco cifras decimales. El nivel de redondeo exigido para los parámetros utilizados en dichos cálculos dependerá de la exactitud y precisión del equipo de medición utilizado.

6.2 Cómo determinar las emisiones implícitas

6.2.1 *El concepto*

El concepto de emisiones implícitas, a efectos del MAFC, se basa en los principios y requisitos de la huella de carbono de los productos, **aunque** no se ajusta plenamente a estos. Normalmente, la huella de carbono de un producto se refiere a una cantidad de emisiones de GEI (expresadas en kg o t CO₂e) por *unidad declarada* (por ejemplo, una tonelada de una mercancía), desde la perspectiva del ciclo de vida y que cubre todas las emisiones significativas de los procesos anteriores y posteriores (las denominadas «etapas del ciclo de vida»), desde la minería y la producción hasta el transporte, el uso y el final de la vida útil.

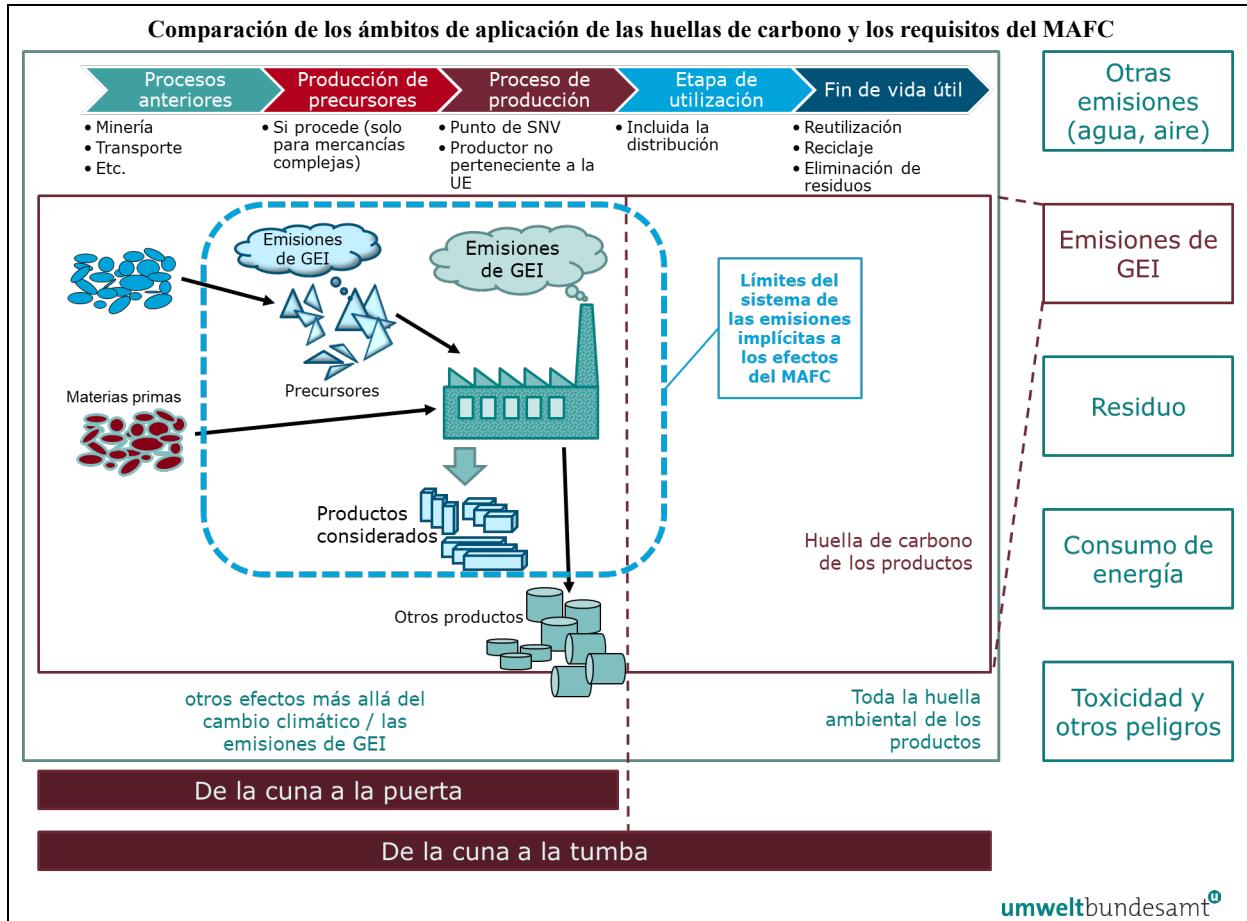
La diferencia con la huella de carbono de los productos radica en que el MAFC tiene por objeto cubrir las mismas emisiones que cubriría el RCDE de la UE si la producción estuviera localizada en la UE. Los límites del sistema de las emisiones que cubre el RCDE de la UE y, por consiguiente, el MAFC, **son más reducidos que los de la huella de carbono de los productos**. Las emisiones posteriores (las emisiones derivadas del uso y del final de la vida útil) de los productos no entran en el ámbito de aplicación del RCDE de la UE ni del MAFC. Las emisiones derivadas del transporte de materiales entre ubicaciones y de los procesos situados en etapas anteriores tampoco están incluidas. Puede consultarse un resumen ilustrativo de esta situación en el *Gráfico 6-1*, y también en el Cuadro 6-1 se compara el alcance de las emisiones del MAFC con el alcance del RCDE de la UE y de otros sistemas de notificación de GEI para las huellas de carbono.

A efectos de determinar las emisiones implícitas relativas al MAFC de un producto, el punto de partida son las emisiones de una instalación. Las emisiones de la instalación se dividen («se atribuyen») en función de las emisiones de sus procesos de producción. A continuación, se añaden las emisiones implícitas pertinentes de todos los materiales precursores, y el resultado se divide entre el nivel de actividad de cada proceso de producción, obteniéndose así las «emisiones implícitas específicas» de las mercancías resultantes del proceso de producción. Estas consideraciones se reflejan en las definiciones de las emisiones directas e indirectas, tal y como se establece en el Reglamento MAFC, y en su anexo IV, que establece el planteamiento del cálculo básico, que, concretamente, requiere que se tengan en cuenta los materiales precursores. Los detalles de este

⁶⁰ En consonancia con la legislación sobre el RCDE de la UE, se utilizan los valores del potencial de calentamiento global (PCG) a cien años del Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático.

planteamiento se abordan detalladamente en el Reglamento de Ejecución, concretamente en los anexos II y III y se explican en este documento.

Gráfico 6-1: Comparación de la huella ambiental de los productos, la huella de carbono de los productos y la huella parcial de carbono específica que debe utilizarse para determinar las emisiones implícitas en el MAFC.



Cuadro 6-1: Comparación del alcance de las emisiones de GEI del MACF, el RCDE de la UE y las definiciones incluidas en las normas de uso generalizado (la ISO 14064-1 y el «Protocolo de GEI»)

Parámetro	ISO 14064-1 (Anexo B)	Protocolo de GEI	RCDE de la UE	MAFC
«Emisiones directas» (estacionarias)	Categoría 1	Alcance 1	Con sujeción a los límites del sistema de cada instalación del RCDE de la UE	Las emisiones directas se definen como «las emisiones procedentes de los procesos de producción de mercancías, incluidas las emisiones procedentes de la producción de calefacción y refrigeración que se consumen durante los procesos de producción, independientemente de la ubicación de la producción de calefacción o refrigeración»
«Emisiones directas» (móviles, por ejemplo, carretillas elevadoras, automóviles)			Fuera del alcance	Fuera del alcance
«Emisiones indirectas» (procesos anteriores)				
<i>de la calefacción / refrigeración importada</i>	Categoría 2	Alcance 2	Incluidas si se producen en una instalación del RCDE de la UE	Incluidas dentro de las «emisiones directas»
<i>de la electricidad importada</i>			Incluidas si se producen en una instalación del RCDE de la UE	Las emisiones indirectas se definen como «las emisiones procedentes de la producción de electricidad que se consume durante los procesos de producción de mercancías, independientemente de la ubicación de la producción de la electricidad consumida»
<i>de los combustibles importados</i>	Categoría 3	Alcance 3	Fuera del alcance	Fuera del alcance
<i>Transporte</i>			Fuera del alcance	Fuera del alcance
<i>de los materiales (precursores) importados</i>	Categoría 4		Incluidas si se producen en una instalación del RCDE de la UE	En la medida en que los precursores se definan como pertinentes en el acto de ejecución

Parámetro	ISO 14064-1 (Anexo B)	Protocolo de GEI	RCDE de la UE	MAFC
«Emisiones indirectas» (procesos posteriores y otros, por ejemplo, uso del producto, emisiones del final de la vida útil)	Categoría 5		Fuera del alcance	Fuera del alcance

6.2.2 De las emisiones de la instalación a las emisiones implícitas de las mercancías

En esta sección se exponen los pasos a seguir para determinar las emisiones implícitas de una mercancía; en primer lugar, se explica el concepto, a continuación, la atribución de emisiones y, finalmente, el cálculo de las emisiones implícitas.

En el cuadro de texto que figura a continuación se señalan las secciones clave del Reglamento de Ejecución para dicho fin, pertinentes para el período transitorio MAFC.

Referencias del Reglamento de Ejecución:

Anexo II, sección 3. Rutas de producción, límites del sistema y precursores pertinentes

Anexo III, sección A. Definiciones y principios, en particular, la subsección A.4. División de las instalaciones en procesos de producción

En esta sección se explican algunos términos y conceptos con el fin de facilitar la comprensión de las normas de seguimiento recogidas en el anexo III. Si tiene experiencia relacionada con el seguimiento de las emisiones, se la puede saltar. Tal sería el caso, por ejemplo, si su instalación está situada en un país o territorio donde se aplique un sistema de fijación del precio del carbono (por ejemplo, un régimen de comercio de derechos de emisión) o una norma de obligado cumplimiento para el seguimiento de los GEI, o si su instalación lleva a cabo proyectos de reducción de los GEI en el marco de un régimen de certificación con verificación aceptado internacionalmente.

El planteamiento del MAFC es «descendente», como se indica a continuación:

- En primer lugar, se determinan las emisiones de la instalación (puede consultarse información detallada en la sección 6.5).
- A continuación, se divide la instalación en «procesos de producción» que producen las mercancías (o grupos de mercancías) para las que deben determinarse las emisiones implícitas. Las emisiones totales de la instalación se «atribuyen» a estos procesos de producción mediante la utilización de los conceptos descritos en la sección 6.2.2.2. Las normas para la definición de los límites de los procesos de producción pueden consultarse en la sección 6.3.
- La atribución de las emisiones a los procesos de producción es una tarea relativamente compleja porque las normas deben diseñarse de modo que instalaciones con diseños distintos sean tratadas del modo más similar posible. Dichas situaciones distintas se refieren, por ejemplo a las siguientes:

- Distintas vías de suministro de calor: el calor se puede producir directamente en el proceso a partir de los combustibles o la electricidad, se puede recibir de otras partes de la instalación (por ejemplo, de una caldera central, de una unidad PCCE, de una red de transmisión de vapor con varias fuentes de calor, de reacciones químicas exotérmicas) o de fuera de la instalación (de una sala de calderas o una unidad PCCE conocidas o de una red de calefacción urbana). Debe atribuirse una cantidad determinada de emisiones a todo calor de ese tipo. Por tanto, la atribución de emisiones a los procesos de producción exige el seguimiento de los flujos de calor pertinentes (pueden consultarse las normas en la sección 6.7.2).
- Diferencias en el suministro de electricidad: exige el seguimiento de las cantidades de electricidad (pueden consultarse las normas en la sección 6.7.3) exportada de los procesos de producción (la importación es pertinente para la determinación de las emisiones indirectas). Existen elementos comunes (como el factor de emisión) a cada tipo de electricidad.
- Por último, han de tenerse en cuenta los denominados «gases residuales», es decir, gases que tienen valor calorífico debido a combustibles parcialmente oxidados y que se producen como resultado de algunos procesos de producción (por ejemplo, el alto horno de una acería) y son tratados con arreglo a unas normas especiales que fueron evolucionando a medida que se formulaban los parámetros de referencia del RCDE de la UE (véase la sección 6.7.5).
- El siguiente paso consiste en añadir las emisiones implícitas de los insumos precursores pertinentes. Con las «emisiones atribuidas» del proceso de producción solamente se obtienen las emisiones de la mercancía MAFC como si fuera una «mercancía simple». Sin embargo, si se determinan precursores pertinentes conforme al anexo II, sección 3 del Reglamento de Ejecución, es decir, si la mercancía es una «mercancía compleja», es necesario añadir las propias emisiones implícitas del precursor. Solo así es correcto utilizar el término «emisiones implícitas» de las mercancías producidas. El concepto se describe con mayor detalle en la sección 6.2.2.3, y en la sección 6.8.2 se describen las normas para el seguimiento de los datos relacionados con los precursores.
- Por último, las emisiones implícitas determinadas en el paso anterior siguen correspondiendo a todo el proceso de producción y a la cantidad total de mercancías producidas en este, durante todo el período de notificación, normalmente un año (natural). Sin embargo, los importadores deben notificar las emisiones directas e indirectas implícitas *por tonelada de producto*, que son las denominadas «emisiones (directas o indirectas) implícitas específicas». Dichas emisiones implícitas específicas se determinan mediante la división de las emisiones implícitas del proceso entre el «nivel de actividad», es decir, la cantidad total (en toneladas) de las mercancías producidas. Las normas para determinar el nivel de actividad se analizan en la sección 6.1.2

Nota: el modelo facilitado por la Comisión para la comunicación entre los titulares y los importadores se ha diseñado de modo que la mayor parte de los cálculos pertinentes se realicen automáticamente cuando se introduzcan los datos necesarios. Por tanto, constituye una herramienta muy útil para usted como titular a la hora de proporcionar todos los datos que están obligados a notificar los importadores, ya que le ayudará, en gran



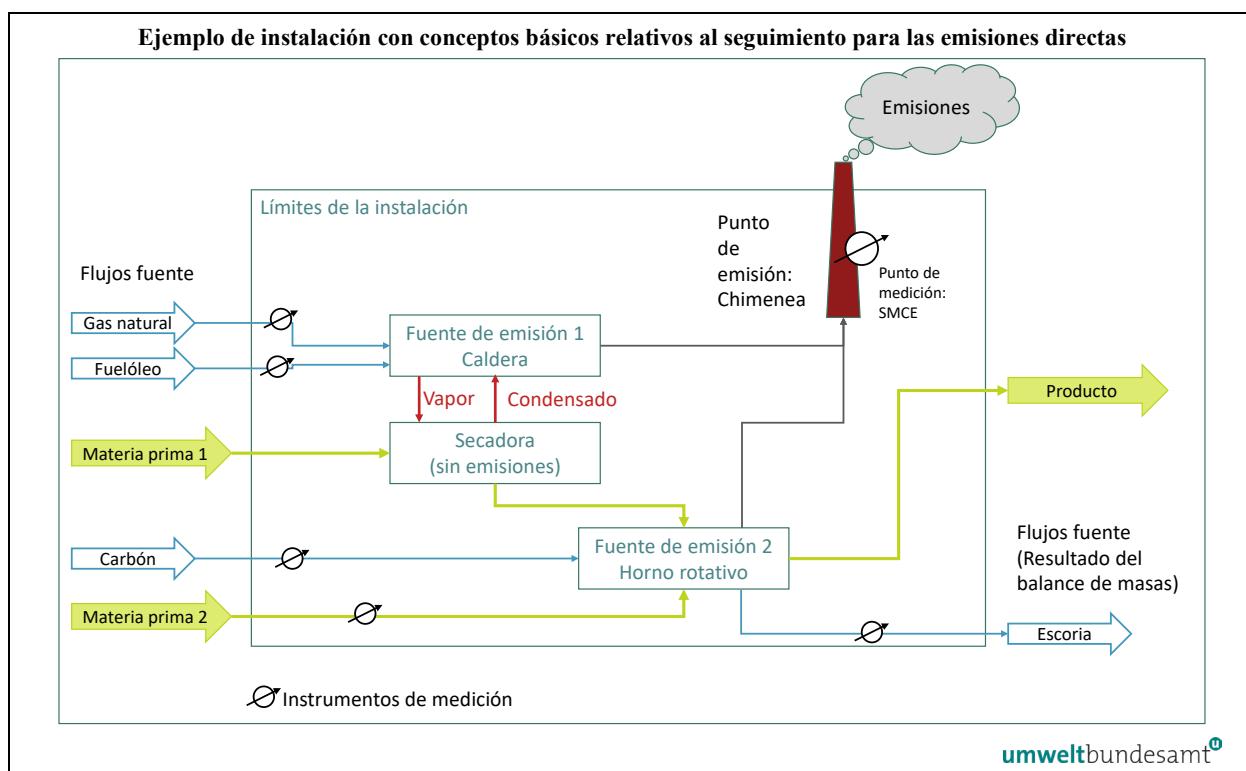
medida, a no proporcionar datos incompletos y a reducir los errores de cálculo, por lo que es muy recomendable utilizarla. Dicha herramienta se describe en la sección 6.11.

6.2.2.1 Conceptos del seguimiento de los GEI en la instalación

Al igual que otros sistemas de fijación del precio del carbono, el anexo III, sección B, del Reglamento de Ejecución relativo al MACF recoge varias metodologías de seguimiento en forma de sistema modular, de modo que los titulares puedan elegir el mejor enfoque de seguimiento posible para su instalación, entendiéndose por «el mejor» un enfoque que incluya aspectos como la exactitud, pero también la eficiencia. Para esto último, suele resultar útil elegir métodos de seguimiento que ya estén disponibles en la instalación, por ejemplo, instrumentos de medición que se utilicen para el control de procesos o para confirmar las cantidades de materiales y combustibles recibidos o vendidos.

Aquí utilizamos el Gráfico 6-2 para introducir algunos de los conceptos y términos más importantes que, posteriormente, se utilizan en la sección 6.5 de este documento para analizar las normas de seguimiento detalladas del Reglamento de Ejecución.

Gráfico 6-2: Ejemplo de instalación simple para explicar conceptos básicos relativos al seguimiento (consulte el texto principal para obtener más información).



La instalación ficticia del ejemplo consta de una secadora en la que se seca la materia prima 1 utilizando vapor de una caldera. Se considera que este material no contribuye a las emisiones. Otra materia prima (por ejemplo, piedra caliza) se calcina en un horno rotativo, donde se libera CO₂ sin carbonatos. Se considera que el único producto de esta instalación

es una mezcla de los materiales calcinados y, por consiguiente, solo tiene un proceso de producción. Pueden mostrarse los siguientes elementos utilizando el *Gráfico 6-2*.

Definiciones:

- «**Flujo fuente**»⁶¹: los combustibles o materiales que contienen carbono que puede ser liberados por combustión u otros procesos químicos se resumen con el término de «flujo fuente». En el caso de que los materiales de salida tales como los productos, subproductos o residuos contengan cantidades significativas de carbono, también se considerarían «flujo fuente», y se tendrían en cuenta en el enfoque del «balance de masas» restando para ello sus cantidades de carbono de las emisiones. En el *Gráfico 6-2*, los flujos fuente de entrada son los combustibles gas natural, fuelóleo y carbón, además del material denominado «materia prima 2» y, posiblemente, los productos y la escoria, si contienen unas cantidades de carbono pertinentes.
- «**Fuente de emisión**»⁶²: las unidades de un solo proceso, como la caldera y el horno se denominan «fuentes de emisión». Conviene señalar que la chimenea también podría considerarse una fuente de emisión, pero resulta más coherente denominarla «**punto de emisión**», que es un lugar donde puede instalarse un «sistema de medición continua de emisiones» (SMCE) en un «punto de medición» (que es el lugar donde se sitúa el SMCE).

Enfoques de seguimiento:

el anexo III del Reglamento de Ejecución MAFC contempla los siguientes enfoques de seguimiento en la instalación:

- **Enfoque basado en el cálculo**, en dos variantes (puede consultarse información más detallada en la sección 6.5.1.1):
 - **Método normalizado**: exige la determinación de las cantidades («**datos de la actividad**») de todos los combustibles y materiales de entrada, así como información cualitativa sobre dichos combustibles y materiales, en particular, el «**factor de emisión**». Si hubiera alguna parte del carbono que no se emitiese (por ejemplo, si parte del carbono permanece en la ceniza del carbón), esto se tiene en cuenta en el «**factor de oxidación**». En el «**factor de conversión**» se tienen en cuenta otros procesos parcialmente completados. En el ejemplo del *Gráfico 6-2*, los instrumentos de medición indican cuándo se determinan las cantidades de los flujos fuente para este fin.
 - **Balance de masas**: en este caso se determinan las cantidades de carbono de todos los combustibles y los materiales de entrada, así como de los

⁶¹ Definición en el Reglamento de Ejecución: «flujo fuente»: *cualquiera de los siguientes:*

a) *tipo concreto de combustible, materia prima o producto que provoca emisiones de gases de efecto invernadero pertinentes en una o más fuentes de emisión como consecuencia de su consumo o producción;*
b) *tipo concreto de combustible, materia prima o producto que contiene carbono y que se incluye en el cálculo de las emisiones de gases de efecto invernadero utilizando un método de balance de masas.*

⁶² Definición en el Reglamento de Ejecución: «fuente de emisión»: *parte de una instalación identificable por separado, o proceso desarrollado dentro de una instalación, que produce emisiones de gases de efecto invernadero pertinentes.*

materiales de salida, también mediante la determinación de sus cantidades y de su **contenido de carbono**.

- Qué es lo que no figura en el *Gráfico 6-2*: Si un flujo fuente contiene biomasa, las emisiones de CO₂ correspondientes pueden ser iguales a cero en determinadas condiciones. Esto se logra al multiplicar el «**factor preliminar de emisión**» por un parámetro «1 – **fracción de biomasa**», de modo que en el caso de un combustible fósil puro, el factor de emisión resultante sea idéntico al factor preliminar de emisión, mientras que para la biomasa pura es cero. Sin embargo, para dicha «calificación de cero» solo es admisible la biomasa que cumpla determinados **criterios de sostenibilidad**.
- **Enfoque basado en la medición** (puede consultarse información más detallada en la sección 6.5.2): en lugar de realizar un seguimiento de todos flujos fuente por separado, en ocasiones puede resultar conveniente realizar un seguimiento mediante una sola operación. En el *Gráfico 6-2*, la chimenea recibe todas las emisiones de todas las fuentes de emisión (y, por consiguiente, de todos los flujos fuente). Si se instala un SMCE aquí, puede utilizarse para realizar un seguimiento de las emisiones de toda la instalación.
- Conviene señalar que, para evitar una doble contabilización, **debe decidirse** entre la utilización del enfoque basado en el cálculo y el enfoque basado en la medición. Ambos pueden coexistir en una instalación para distintas partes de esta, o para una corroboración mutua de los mismos datos de emisiones, pero usted, como titular, tiene que decidir cuál de ellos utilizar de modo que no se produzcan lagunas ni una doble contabilización en su seguimiento. Para tomar esta decisión, puede consultar la orientación adicional que figura en la sección 6.4.4.
- **Otros enfoques**: el Reglamento de Ejecución reconoce que algunos titulares necesitan tiempo para adaptarse a los nuevos requisitos. Por ello, se permite utilizar otros enfoques de seguimiento, en determinadas condiciones. Puede consultarse información adicional en la sección 6.5.3.

Instrumentos de medición y análisis:

En el *Gráfico 6-2* se muestran instrumentos de medición simbólicos. Conviene acompañarlos de aclaraciones adicionales:

- Básicamente, las mediciones para determinar las cantidades de combustibles y materiales pueden llevarse a cabo de dos maneras: medición **continua** (por ejemplo, utilizando un contador de gas o un caudalímetro de líquidos para el aceite), que solamente requiere la lectura de las cantidades incrementales consumidas, por ejemplo, mensualmente. Por otro lado, la medición **discontinua** se aplica, por ejemplo, cuando la carga de cada camión o las cargas de los trenes o buques se pesan por separado. Normalmente, dichas cantidades se almacenan en la instalación antes de ser utilizadas. Por lo tanto, es necesario tener en cuenta las **existencias** al inicio y al final de cada período de notificación.
En el gráfico se puede asumir que el gas natural se mide de manera continua mientras que el fuelóleo, el carbón y las materias primas se miden de forma discontinua.
- Para seleccionar un enfoque de seguimiento, resulta pertinente si un instrumento o punto de muestreo está **sujeto al control del titular** o al control de otra entidad. En el ejemplo del *Gráfico 6-2*, se indica que el contador de gas natural está situado

fuera de los límites de la instalación. Es frecuente que la medición la realice el proveedor del combustible. Por consiguiente, para determinar la cantidad de combustibles y materiales puede utilizarse **información oficial como facturas** (puede consultarse información más detallada en la sección 6.5).

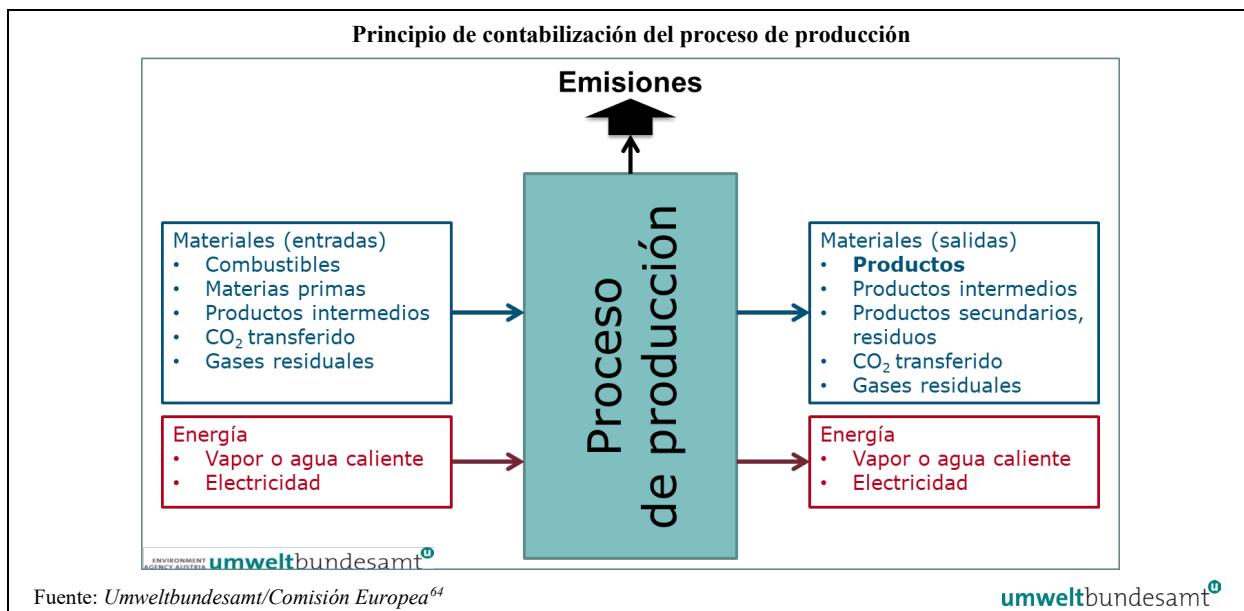
- En relación con la información cualitativa sobre los flujos fuente (los «**factores de cálculo**»), en principio, existen dos opciones (puede consultarse información más detallada en la sección 6.5.1.4):
 - Para el factor de emisión, etc., se utilizan valores fijos: pueden ser **valores estándar** (aceptados internacionalmente) de las directrices del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) presentados en el anexo V del Reglamento de Ejecución (y copiados en el **Annex D** de esta guía) o valores nacionales más adecuados, valores de la bibliografía, etc.
 - Valores determinados por **análisis de laboratorio**: este enfoque resulta apropiado para cantidades más elevadas de combustibles y materiales o cuando la calidad del combustible o material es sumamente variable. El Reglamento de Ejecución MAFC contiene normas sobre el muestreo y los análisis. Concretamente, el muestreo debe ser representativo (podría existir una correlación entre el punto de muestreo y los puntos de medición de la calidad, pero no siempre resulta apropiado) y los análisis deben realizarse conforme a unas normas aceptadas en laboratorios competentes para la tarea (preferiblemente, contrastados mediante acreditación de acuerdo con la norma ISO/IEC 17025).

Otros casos que no se muestran en esta imagen sobre los que se incluyen normas en el Reglamento de Ejecución son:

- Métodos especiales para la determinación de gases de efecto invernadero distintos del CO₂: Perfluorocarburos en la producción de aluminio (sección 6.5.5) y N₂O en la producción de ácido nítrico y abonos (sección 7.3.1).
- Normas sobre el «CO₂ transferido» relativas a la CUC y a la CAC⁶³ (puede consultarse información más detallada en la sección 6.5.6.2).

⁶³ Captura y utilización del carbono, y captura y almacenamiento (geológico) de carbono.

Gráfico 6-3: Descripción esquemática de los límites del sistema pertinentes para la atribución de emisiones a un proceso de producción (puede consultarse el texto principal para obtener más información).



6.2.2.2 Atribución de emisiones a procesos de producción

Como se indica en la sección 6.2.2, la atribución de emisiones es una tarea compleja. Ello se debe a que los límites del sistema de un proceso de producción, en principio, forman un balance de energía y masas cuyo resultado son las emisiones atribuidas, tal y como se resume en el *Gráfico 6-3*.

Emisiones directas atribuidas

La sección F.1 del anexo III del Reglamento de Ejecución incluye la fórmula pertinente para calcular las emisiones directas atribuidas de un proceso de producción. Se aplica utilizando las cifras totales correspondientes a todo el período de notificación para los parámetros indicados en la ecuación 48⁶⁵, como sigue:

$$AttrEm_{Dir} = DirEm^* + Em_{H,imp} - Em_{H,exp} + WG_{corr,imp} - WG_{corr,exp} - Em_{el,prod}$$

Cuando el cálculo de $AttrEm_{Dir}$ arroje un valor negativo, se establecerá en cero.

Esta fórmula ofrece orientación acerca de los parámetros que deben ser objeto de seguimiento cuando una instalación conste de más de un proceso de producción, cuando el suministro de calor se realice por separado o cuando existan gases residuales o

⁶⁴ *Guidance document No. 5 on monitoring for free allocation in the EU ETS* [«Documento de orientación n.º 5 relativo al seguimiento para la asignación gratuita en el RCDE de la UE» (documento en inglés)]: https://climate.ec.europa.eu/system/files/2019-02/p4_gd5_mr_guidance_en.pdf.

⁶⁵ Téngase en cuenta que los números de referencia de las ecuaciones que figuran en este documento de orientación hacen referencia al Reglamento de Ejecución (UE) 2023/1773.

producción de electricidad en una instalación. Se aportará información detallada en las secciones 6.7.2 (calor), 6.7.3 (electricidad) y 6.7.5 (gases residuales).

Explicaciones de los parámetros:

<i>AttrEm_{Dir}</i>	son las emisiones directas atribuidas del proceso de producción durante todo el período de notificación, expresadas en t CO ₂ e;
<i>DirEm*</i>	son las emisiones directamente atribuibles generadas por el proceso de producción, determinadas para el período de notificación utilizando las normas establecidas en la sección B del anexo III del Reglamento de Ejecución, así como las siguientes normas: Calor medible: cuando se consuman combustibles para la producción de calor medible que sea consumido fuera del proceso de producción objeto de consideración, o que sea utilizado en más de un proceso de producción (lo que incluye situaciones caracterizadas por importaciones de otras instalaciones y exportaciones a otras instalaciones), las emisiones de los combustibles no se incluirán en las emisiones directamente atribuibles del proceso de producción, sino que se añadirán en el parámetro <i>Em_{H,import}</i> a fin de evitar una doble contabilización.
	Gases residuales: las emisiones causadas por gases residuales producidos y consumidos íntegramente dentro del mismo proceso de producción se incluirán en <i>DirEm*</i> . Las emisiones resultantes de la combustión de gases residuales exportados del proceso de producción se incluirán íntegramente en <i>DirEm*</i> independientemente de dónde sean consumidos. Sin embargo, para las exportaciones de gases se calculará el parámetro <i>WG_{corr,export}</i> . Las emisiones resultantes de la combustión de gases residuales importados de otros procesos de producción no se tendrán en cuenta en <i>DirEm*</i> . En su lugar, se calculará el parámetro <i>WG_{corr,import}</i> ;
<i>Em_{H,imp}</i>	son las emisiones equivalentes a la cantidad de calor medible importado en el proceso de producción, determinadas para el período de notificación utilizando las normas establecidas en la sección C del anexo III del Reglamento de Ejecución, así como las siguientes normas: Las emisiones relacionadas con el calor medible importado en el proceso de producción incluyen las importaciones procedentes de otras instalaciones, otros procesos de producción dentro de la misma instalación, así como el calor recibido de una unidad técnica (por ejemplo, una central eléctrica principal de la instalación, o una red de vapor más compleja con varias unidades de producción de calor) que suministre calor a más de un proceso de producción. Las emisiones del calor medible se calcularán utilizando la siguiente fórmula:

$$Em_{H,imp} = Q_{imp} \cdot EF_{heat} \quad (\text{Ecuación 52})$$

Donde:

EF_{heat} es el factor de emisión para la producción de calor medible determinado de conformidad con la sección C.2 del anexo III del Reglamento de Ejecución, expresado en t CO₂/TJ, y

Q_{imp} es el calor neto importado en el proceso de producción y consumido en este, expresado en TJ;

$Em_{H,exp}$ son las emisiones equivalentes a la cantidad de calor medible exportado del proceso de producción, determinadas para el período de notificación utilizando las normas establecidas en la sección C del anexo III del Reglamento de Ejecución. Para el calor exportado se utilizarán las emisiones de la combinación de combustibles efectivamente conocida de conformidad con la sección C.2 de ese mismo anexo o, si se desconoce la combinación de combustibles real, el factor de emisión estándar del combustible más utilizado en el país y el sector industrial, suponiendo un rendimiento de la caldera del 90 %.

El calor recuperado de los procesos eléctricos y de la producción de ácido nítrico no se contabilizará;

$WG_{corr,imp}$ son las emisiones directas atribuidas de un proceso de producción que consume gases residuales importados de otros procesos de producción, corregidas para el período de notificación utilizando la siguiente fórmula:

$$WG_{corr,imp} = V_{WG} \cdot NCV_{WG} \cdot EF_{NG} \quad (\text{Ecuación 53})$$

Donde:

V_{WG} es el volumen de gas residual importado;

NCV_{WG} es el valor calorífico neto del gas residual importado, y

EF_{NG} es el factor de emisión estándar del gas natural conforme a lo establecido en el anexo VIII del Reglamento de Ejecución;

$WG_{corr,exp}$ son las emisiones equivalentes a la cantidad de gases residuales exportados del proceso de producción, determinadas para el período de notificación utilizando las normas establecidas en la sección B del anexo III del Reglamento de Ejecución, así como la siguiente fórmula:

$$WG_{corr,exp} = V_{WG,exp} \cdot NCV_{WG} \cdot EF_{NG} \cdot Corr_{\eta} \quad (\text{Ecuación 54})$$

Donde:

$V_{WG,exported}$ es el volumen de gas residual exportado del proceso de producción;

NCV_{WG} es el valor calorífico neto del gas residual;

EF_{NG} es el factor de emisión estándar del gas natural conforme a lo establecido en el anexo VIII del Reglamento de Ejecución;

$Corr_{\eta}$ es un factor que representa la diferencia de eficiencia entre la utilización del gas residual y la utilización del gas natural como combustible de referencia. El valor estándar es $Corr_{\eta} = 0,667$;

$Em_{el,prod}$	son las emisiones equivalentes a la cantidad de electricidad producida dentro de los límites del proceso de producción, determinadas para el período de notificación utilizando las normas establecidas en la sección D del anexo III del Reglamento de Ejecución;
----------------	--

Emisiones indirectas atribuidas

$$AttrEm_{indir} = Em_{el,cons} \quad (\text{Ecuación 49})$$

Donde:

$AttrEm_{indir}$	son las emisiones indirectas atribuidas del proceso de producción durante todo el período de notificación, expresadas en t CO ₂ e;
------------------	---

$Em_{el,cons}$	son las emisiones equivalentes a la cantidad de electricidad consumida dentro de los límites del proceso de producción, determinadas para el período de notificación utilizando las normas establecidas en la sección D del anexo III del Reglamento de Ejecución.
----------------	--

6.2.2.3 Cálculo de las emisiones implícitas de una mercancía

Agregación de las emisiones implícitas de los precursores

Como se indica en la sección 6.2.2, el último paso de la determinación de las emisiones implícitas consiste —cuando proceda, es decir, solo en el caso de las «mercancías complejas»— en añadir las emisiones implícitas de cualquier precursor pertinente utilizado en un proceso de producción a las emisiones atribuidas del proceso. Sin embargo, si usted produce precursores en la misma instalación, y si puede utilizar el «enfoque de burbuja» (véase la sección 6.3), las emisiones atribuidas de este proceso de producción «burbuja» ya incluyen las emisiones que se producen durante la producción del precursor. Por consiguiente, **los usuarios del enfoque de burbuja deben realizar el cálculo que se indica a continuación únicamente en relación con cualesquiera precursores adquiridos** además de los autoproducidos.

Se aplicarán las ecuaciones siguientes:

$$EE_{Proc,dir} = AttrEm_{Proc,dir} + \sum_{i=1}^n M_i \cdot SEE_{i,dir}$$

$$EE_{Proc,indir} = AttrEm_{Proc,indir} + \sum_{i=1}^n M_i \cdot SEE_{i,indir}$$

Donde

$EE_{Proc,dir}$ son las emisiones directas implícitas en el proceso de producción durante el período de notificación;

$EE_{Proc,indir}$ son las emisiones indirectas implícitas en el proceso de producción durante el período de notificación;

$AttrEm_{Proc,dir}$ son las emisiones directas atribuidas del proceso de producción determinadas de conformidad con la sección 6.2.2.2 para el período de notificación;

$AttrEm_{Proc,indir}$ son las emisiones indirectas atribuidas del proceso de producción determinadas de conformidad con la sección 6.2.2.2 para el período de notificación;

M_i es la masa del precursor i consumido en el proceso de producción durante el período de notificación;

$SEE_{i,dir}$ son las emisiones directas implícitas específicas del precursor i ;

$SEE_{i,indir}$ son las emisiones indirectas implícitas específicas del precursor i ;

Si el precursor se ha producido en la misma instalación, debe determinar usted mismo, como titular, los valores SEE utilizando las normas del Reglamento de Ejecución. Si recibe los precursores de otras instalaciones, debe solicitar la información pertinente al titular de la instalación en la que se produjera el precursor. Esto se hace, preferiblemente, con el

mismo modelo facilitado por la Comisión Europea para la comunicación entre los titulares y los importadores (véase la sección 6.11)⁶⁶.

Si un material precursor se recibe de distintos titulares, puede presentar valores *SEE* distintos para cada titular. En este caso, es necesario utilizar los valores M_i y *SEE* por separado en el cálculo, como si fueran materiales precursores distintos.

Emisiones implícitas específicas (normalización a 1 tonelada de producto)

Una vez realizados todos los cálculos indicados más arriba, solamente hay que dividir las emisiones implícitas a nivel de proceso entre el «nivel de actividad» del proceso para llegar a las emisiones implícitas específicas de las mercancías producidas:

$$SEE_{g,dir} = \frac{EE_{Proc,dir}}{AL_g}$$

$$SEE_{g,indir} = \frac{EE_{Proc,Indir}}{AL_g}$$

Donde:

$SEE_{g,dir}$ son las emisiones directas implícitas específicas de las mercancías correspondientes a la categoría de mercancías agregadas g ;

$SEE_{g,indir}$ son las emisiones indirectas implícitas específicas de las mercancías correspondientes a la categoría de mercancías agregadas g ;

AL_g es el nivel de actividad del proceso de producción que produzca las mercancías de la categoría de mercancías agregadas g , es decir, la masa de todas las mercancías de esa categoría producidas durante el período de notificación.

Conviene señalar que estas fórmulas parecen desviarse de las fórmulas recogidas en el anexo IV del Reglamento MAFC y en el anexo III del Reglamento de Ejecución, sin embargo, son equivalentes desde el punto de vista matemático. La diferencia radica únicamente en que, en esta guía, asumimos que es más sencillo determinar primero los datos a nivel de proceso para luego dividir por el nivel de actividad. Este método se aplica también en el modelo para la comunicación de la Comisión. No obstante, la legislación contempla fórmulas que realizan la suma de las emisiones implícitas del precursor en un solo paso con la normalización a una tonelada. En el caso de las mercancías complejas, se expresan así:

$$SEE_g = \frac{AttrEm_g + EE_{InpMat}}{AL_g} \quad (\text{Ecuación 57})$$

$$EE_{InpMat} = \sum_{i=1}^n M_i \cdot SEE_i \quad (\text{Ecuación 58})$$

En el caso de las mercancías complejas, EE_{InpMat} es simplemente igual a cero.

⁶⁶ Conviene señalar que no solo necesitará la información relativa a las emisiones implícitas específicas del precursor sino también, si procede, información sobre un precio del carbono pagadero (véase la sección 6.10).

En el Reglamento de Ejecución se incluyen otras fórmulas para un enfoque general consistente en normalizar primero las emisiones atribuidas para luego calcular las emisiones implícitas específicas, como se indica a continuación:

El consumo másico específico m_i para cada precursor i : $m_i = M_i/AL_g$

De este modo, las emisiones implícitas específicas de las mercancías complejas g podrán expresarse como:

$$SEE_g = ae_g + \sum_{i=1}^n (m_i \cdot SEE_i) \quad (\text{Ecuación 60})$$

Donde: ae_g son las emisiones directas o indirectas atribuidas específicas del proceso de producción que produzca las mercancías g , expresadas en t CO₂e por tonelada de g , equivalentes a las emisiones implícitas específicas equivalentes sin las emisiones implícitas de los precursores:

$$ae_g = AttrEm_g/AL_g \quad (\text{Ecuación 61})$$

En principio, se deja que usted, como titular, decida qué método de cálculo utilizar, si puede demostrar que el cálculo arroja los mismos resultados que los indicados más arriba para SEE . No obstante, **si utiliza el modelo de la Comisión para comunicar las emisiones implícitas de sus productos a los importadores (o a otros titulares que utilicen sus mercancías como precursores), puede asumir que el cálculo se realiza correctamente.**



Para SEE_i , como titular de la instalación debe utilizar el valor de las emisiones resultantes de la instalación en la que se produjera el material de entrada, siempre que los datos de dicha instalación puedan medirse adecuadamente y su titular comunique todos los datos requeridos. Durante el período transitorio, pueden utilizarse valores por defecto para las emisiones implícitas, proporcionados por la Comisión Europea, cuando el precursor sea una mercancía MAFC. Puede consultarse información adicional en la sección 6.9.



6.3 Definición de los límites del sistema del proceso de producción y de las rutas de producción

En esta sección se esbozan los enfoques de seguimiento a los que puede acceder usted, como titular, para el período transitorio MAFC. En el cuadro de texto que figura a continuación se señalan las secciones clave del Reglamento de Ejecución relativas al seguimiento, pertinentes para el período transitorio MAFC.

Referencias del Reglamento de Ejecución:

Anexo II, sección 3. Rutas de producción, límites del sistema y precursores pertinentes

Anexo III, sección A. Definiciones y principios, en particular, la subsección A.4.: División de las instalaciones en procesos de producción

Para determinar las emisiones implícitas de las categorías de mercancías agregadas cubiertas en la sección 2 del anexo II del Reglamento de Ejecución, usted (como titular) debe definir el límite del sistema para la producción de la mercancía. Para ello, debe determinar los siguientes aspectos:

- Todos los procesos de producción pertinentes o los equipos utilizados durante la producción de la mercancía MAFC.
- Todo el combustible, la energía (electricidad⁶⁷, calor o gases residuales⁶⁸) y los flujos de materiales de entrada y de salida de dichos procesos de producción; así como
- Las fuentes de GEI emitidos directamente de estos procesos de producción y, si procede, durante la producción de la energía y los materiales precursores consumidos.

Paso 1: enumere todas las mercancías, unidades físicas, entradas, salidas y emisiones de la instalación

En primer lugar, para su instalación, enumere todas las unidades físicas, entradas (por ejemplo, materias primas, combustible, calor y aporte de electricidad requeridos para la fabricación de los productos) y salidas (mercancías producidas, subproductos y residuos, calor, electricidad, gases residuales y emisiones) del proceso de producción.

Para cumplir la definición de «emisiones directas» recogida en el Reglamento MAFC, debe tenerse en cuenta el calor importado (es decir, añadirse a las emisiones totales de la instalación). También deben tenerse en cuenta las «emisiones indirectas» de las importaciones de electricidad.

Paso 2: determine los procesos de producción y las rutas de producción pertinentes

En este paso debe enumerar todas las mercancías, con sus códigos NC, que produce su instalación. Puede utilizar el cuadro 1 de la sección 2 del anexo II del Reglamento de Ejecución (o la sección 5 de este documento de orientación) para determinar qué mercancías están cubiertas por el MAFC y por cuál de las categorías de mercancías agregadas. Para cada categoría de mercancías agregadas que haya determinado como pertinente se requerirá la definición de un proceso de producción a efectos del siguiente paso. Sin embargo, se permiten algunas simplificaciones (véase más abajo).

A continuación, determine los procesos industriales (la «ruta de producción») que produzcan las mercancías MAFC y las unidades de proceso, entradas, salidas y emisiones pertinentes.

Un diagrama esquemático de su instalación puede ayudarle a determinar visualmente los límites del sistema. También es importante determinar unidades tales como las calderas, las centrales de cogeneración y las redes de vapor que pueden ser utilizadas conjuntamente

⁶⁷ Téngase en cuenta que la generación de electricidad se define como un proceso de producción separado. Puede consultarse un ejemplo práctico en la sección 7.2.2.1. En el caso concreto de la electricidad, las emisiones indirectas se ven afectadas aquí, es decir, una división de la instalación no tiene ningún efecto real.

⁶⁸ Puede consultarse una definición de «gases residuales» en la sección 6.7.5.

por distintos procesos de producción. Debe realizarse un seguimiento independiente de las emisiones de dichas unidades y estas deben atribuirse a los procesos de producción de acuerdo con la cantidad de calor consumido en los distintos procesos de producción.

Para definir los límites del sistema de los procesos de producción existen diversas configuraciones de instalaciones y procesos de producción posibles:

- Si una instalación fabrica una única categoría de mercancías, el límite de la instalación y el límite del sistema del proceso de producción para el seguimiento y la notificación de las emisiones implícitas son el mismo.
- Si una instalación fabrica varias categorías de mercancías distintas y no relacionadas, deben definirse límites del sistema del proceso de producción independientes dentro de esa misma instalación.
- Si una instalación fabrica la misma categoría de mercancías mediante distintas rutas de producción, usted, como titular, puede definir un único límite del sistema del proceso de producción o varios límites del sistema del proceso de producción distintos para las distintas rutas de producción. Si asigna procesos distintos, las emisiones implícitas de las mercancías se calculan por separado para cada ruta de producción.
- Si una instalación fabrica una categoría de mercancías complejas y su precursor, y si este precursor se utiliza completamente para fabricar la mercancía compleja, puede definirse un límite del sistema del proceso de producción (único) conjunto dentro de la instalación («**enfoque de burbuja**»⁶⁹).
- Si una instalación produce también mercancías distintas de las mercancías MAFC junto con mercancías MAFC, solamente deben definirse los límites del sistema del proceso de producción para los procesos relativos a las mercancías MAFC de la instalación. Sin embargo, una mejora recomendada de los requisitos básicos consistiría en definir también un límite del sistema del proceso de producción adicional para la mercancía distinta de la mercancía MAFC, con el fin de confirmar que se cubran todas las emisiones pertinentes.

Además de lo anterior, en el período transitorio son aplicables una serie de **simplificaciones** para determinados sectores, a saber:

- Las **instalaciones de hierro y acero** que produzcan dos o más mercancías de determinados grupos de productos⁷⁰ podrán llevar a cabo el seguimiento y la notificación de las emisiones implícitas mediante la definición de un proceso de producción común, siempre que ninguno de los materiales precursores producidos se venda por separado (es decir, se podrá utilizar el «enfoque de burbuja»);
- Las **instalaciones de aluminio** que produzcan dos o más mercancías de los grupos de productos de aluminio en bruto o de aluminio podrán llevar a cabo el seguimiento y la notificación de las emisiones implícitas mediante la definición de un proceso de producción conjunto, siempre que ninguno de los materiales precursores producidos se venda por separado (es decir, se podrá utilizar el «enfoque de burbuja»); y

⁶⁹ Puede consultarse un ejemplo del enfoque de burbuja en la sección 7.2.2.1.

⁷⁰ Mineral sinterizado, fundición en bruto, FeMn, FeCr, FeNi, DRI, acero bruto, productos de hierro o acero.

- Las **instalaciones de abonos mezclados** podrán simplificar el seguimiento del proceso de producción correspondiente mediante la determinación de un valor uniforme de emisiones implícitas por tonelada de nitrógeno contenido en los abonos mezclados, independientemente de la forma química del nitrógeno (formas de amoniaco, nitrato o urea).

Los **criterios clave** a la hora de definir los límites del sistema de un proceso de producción son los siguientes:

- Los límites del sistema deben abarcar las unidades físicas⁷¹ que lleven a cabo los pasos secuenciales del proceso para producir la mercancía;
- El límite del sistema debe incluir cualquier otra unidad (100 %) específica que apoye el proceso de producción y haga posible que alcance y mantenga su plena capacidad de producción —por ejemplo, las unidades de cogeneración (actividad de entrada) o la limpieza de gases de combustión (actividad de salida)—.
- Las unidades físicas utilizadas por más de un proceso de producción (por ejemplo, las calderas que suministran el vapor a varios procesos o los compresores de aire que suministran aire comprimido) deben distribuirse virtualmente (mediante un tratamiento por separado de sus emisiones de conformidad con las fórmulas incluidas en la sección 6.2.2.2);
- En el límite del sistema solamente se incluyen las unidades fijas; las emisiones de los vehículos (carretillas elevadoras, camiones, bulldózers, etc.) no se incluyen en el límite del sistema de un proceso de producción.

En términos generales, las emisiones pertinentes de una instalación deben quedar cubiertas íntegramente entre las mercancías MAFC y las mercancías distintas de las MAFC, de modo que:

- Para una instalación con un solo proceso de producción, todas las emisiones pertinentes (el 100 %) de la instalación deben atribuirse al proceso de producción de las mercancías MAFC.
- Para una instalación con varios procesos de producción, usted, como titular, debe atribuir, cuando proceda, los equipos, «flujos fuente» y «fuentes de emisión» compartidos entre los distintos procesos de producción determinados.

Por tanto, todas las entradas, salidas y emisiones correspondientes de su instalación deben atribuirse a un proceso de producción, a menos que estén relacionadas con cualquier mercancía distinta de las MAFC.

Debe prestar especial atención para asegurarse de que los procesos de producción no se solapen, es decir, las entradas, salidas y emisiones correspondientes no deben estar cubiertas por más de un proceso de producción.

También debe tener en cuenta que, por motivos de transparencia, la justificación de todos los procesos de producción definidos en el período transitorio MAFC podrá tener que



⁷¹ El término «unidades» se refiere a equipos industriales tales como hornos, calderas, columnas de destilación, secadoras, limpieza de gases de combustión, etc.

proporcionarse al verificador y la autoridad de control de las declaraciones MAFC en el período definitivo posterior.

Mejora recomendada:

enumerar todas las fuentes de emisión y flujos fuente del total de la instalación, con el fin de llevar a cabo comprobaciones de exhaustividad, así como de comprobar la eficiencia energética y de emisiones de la instalación en su conjunto.

En la sección 7.1.2 se ofrece un ejemplo de cómo definir procesos de producción separados para las distintas mercancías MAFC de una instalación ficticia del sector del cemento.

Paso 3: determine las necesidades de seguimiento a nivel de instalación

Una vez que haya determinado todos los procesos de producción pertinentes para el MAFC y las fuentes de emisión y los flujos fuente relacionados (es decir, los combustibles y materiales que contribuyan a las emisiones), debe seleccionar los enfoques de seguimiento. A nivel de instalación, existen enfoques «basados en el cálculo» y «basados en la medición» disponibles, o, para parte del período transitorio, otros métodos de otros sistemas de fijación del precio del carbono o de seguimiento, notificación y verificación. Puede consultarse información más detallada sobre los métodos aplicables en la sección 6.4.

En algunos casos, es necesario realizar un seguimiento de materiales o flujos de energía adicionales que tienen lugar entre procesos de producción, y no necesariamente a efectos del seguimiento de las emisiones a nivel de instalación. Por ejemplo, un gas residual resultante de la producción de fundición en bruto, que se consume en la producción de productos de hierro o acero en fases posteriores, no tendría que estar sujeto a un seguimiento independiente a nivel de instalación. Ese seguimiento es necesario para la atribución a distintos procesos de producción y, posteriormente, a las mercancías, y debe determinarse para el siguiente paso.

Paso 4: asigne las emisiones a los procesos de producción

Una vez que se hayan definido los métodos para la determinación de las emisiones totales de una instalación, debe asegurarse de que posee todos los datos para distribuir las emisiones de conformidad con los procesos de producción definidos y las mercancías producidas.

Para ello, en este paso, no han de tenerse en cuenta las emisiones implícitas de los materiales precursores utilizados sino que cada mercancía se considera una «mercancía simple», es decir, solamente se tienen en cuenta las emisiones (directas y/o indirectas) de cada proceso de producción. Si una instalación también produce materiales precursores, estos deben considerarse por separado como mercancías individuales.

En esta fase, el objetivo es atribuir el 100 % de las emisiones de la instalación a las mercancías, sin lagunas ni doble contabilización. Conviene señalar que, en este contexto, la «electricidad» y el «calor» producidos para ser utilizados fuera del proceso de producción también son «mercancías» (tienen un valor económico y se pueden

comercializar). Para cumplir este objetivo del 100 %, también deben considerarse las mercancías que no estén cubiertas por el MAFC.

6.4 Planificación de su seguimiento

En esta sección se esbozan los enfoques de seguimiento a los que puede acceder usted, como titular, durante el período transitorio MAFC. En el cuadro de texto que figura a continuación se señalan las secciones clave del Reglamento de Ejecución relativas al seguimiento, pertinentes para el período transitorio MAFC.

Referencias del Reglamento de Ejecución:

Anexo III, sección A. Definiciones y principios, en particular, las subsecciones: – A.1. Planteamiento general; – A.2. Principios de seguimiento; – A.3. Métodos que representen la mejor fuente de datos disponible; – A.4. División de las instalaciones en procesos de producción.

Anexo III, sección B. Seguimiento de las emisiones directas, en particular, las subsecciones: – B.1. Exhaustividad de los flujos fuente y las fuentes de emisiones; – B.2. Elección de la metodología de seguimiento; – B.4. Requisitos de los datos de la actividad; – B.5. Requisitos de los factores de cálculo para el CO₂.

Anexo III, sección E. Seguimiento de los precursores.

Anexo III, sección F. Normas para la atribución de las emisiones de una instalación a las mercancías.

Anexo III, sección H. Medidas opcionales para aumentar la calidad de los datos.

6.4.1 ¿Qué documentación necesita para planificar su seguimiento?

Como titular, debe documentar las metodologías de seguimiento utilizadas para determinar las emisiones y datos de producción pertinentes para el MAFC y correspondientes a su instalación y sus procesos de producción. Esta documentación relativa a la metodología de seguimiento (MMD) debe definir los límites del sistema de su instalación y cada uno de sus procesos de producción, en consonancia con los requisitos específicos de cada sector industrial. La documentación relativa a la metodología de seguimiento también debe determinar qué flujos fuente utilizan una norma basada en el cálculo o un método de balance de masas, y para qué fuentes de emisión se utiliza un enfoque basado en la medición. También debe contener todos los demás enfoques de seguimiento pertinentes, por ejemplo, para las calidades y cantidades de las mercancías MAFC producidas, el calor, la electricidad y los flujos de gas residual, según proceda.

Se recomienda que usted, como titular, elabore también un diagrama y una descripción de proceso adjunta de su instalación, con el fin de:

- Ayudar a visualizar los límites del sistema del proceso de producción y los flujos fuente;
- Ayudar a confirmar que no existe una doble contabilización ni lagunas de datos en la notificación de las emisiones.

Es aconsejable utilizar un buen sistema de gestión de documentos desde el principio. A modo de ayuda, la documentación relativa a la metodología de seguimiento debe recopilarse en un único documento, equiparable al plan de seguimiento conocido de otros sistemas de fijación del precio del carbono o de seguimiento, notificación y verificación (y en el RCDE de la UE).

6.4.2 Principios y procedimientos de la metodología de seguimiento

Como titular, usted está obligado a documentar una metodología de seguimiento para garantizar que todas las actividades de seguimiento se lleven a cabo de un modo coherente año tras año. En este sentido, la documentación relativa a la metodología de seguimiento sirve de «código normativo» para todo el personal de su instalación, así como para la formación de nuevos miembros del personal que intervengan en el seguimiento. Si desease recurrir voluntariamente a un verificador de GEI, la documentación relativa a la metodología de seguimiento le servirá de información de referencia esencial para el verificador.

Principios rectores para la planificación de su seguimiento:

- Una metodología de seguimiento **tan simple como sea posible**, que tengan en cuenta los sistemas existentes en su instalación MAFC y se base en el uso de las **fuentes de datos más fiables**, instrumentos de medición robustos, flujos de datos breves y unos **procedimientos de control eficaces**.
- **Plena transparencia** y trazabilidad con respecto a la forma en que se compilan los datos, a efectos de la verificación de sus datos relativos al MAFC en el período definitivo, **indicando cualquier cálculo o hipótesis** aplicados, así como qué controles existen para garantizar la exactitud de los datos.
- **Procedimientos escritos** complementarios, que contengan instrucciones claras con respecto a las actividades llevadas a cabo conforme a la documentación relativa a la metodología de seguimiento, las ubicaciones de los datos pertinentes y el establecimiento de las funciones y responsabilidades.

En todas las instalaciones se realizan cambios técnicos a lo largo de los años, la documentación relativa a la metodología de seguimiento y los procedimientos escritos deben considerarse documentos vivos que usted, como titular, **debe revisar** y actualizar **periódicamente**.

Los elementos típicos de una metodología de seguimiento entrañan las siguientes actividades para usted, como titular (según corresponda, dependiendo de las características específicas de cada instalación):

- Recogida de datos (datos de mediciones, facturas, protocolos de producción determinación de existencias, etc.).
- Muestreo de los materiales y combustibles.
- Análisis de laboratorio de los materiales y combustibles.
- Mantenimiento y calibración de los medidores.

- Descripción de los cálculos y fórmulas que deben utilizarse.
- Documentación de los valores estándar utilizados y sus fuentes.
- Actividades de control (por ejemplo, principio de la presencia de dos personas para la recogida de datos).
- Archivo de los datos (incluidas las medidas de seguridad para evitar la manipulación).
- Determinación periódica de posibilidades de mejora (debe intentar mejorar sus sistemas de seguimiento en la medida de lo posible).

Mejora recomendada: debe comprobar regularmente (al menos una vez al año) si hay disponibles fuentes de datos nuevas y más exactas, con el fin de mejorar los enfoques de seguimiento.



6.4.3 Procedimientos escritos

Los procedimientos escritos que complementen la metodología de seguimiento deben incluir los siguientes elementos:

- Responsabilidades de gestión y competencias del personal; descripción de las funciones y asignación de las responsabilidades a los miembros clave del personal.
- Procedimientos de control y flujo de datos.
- Medidas de aseguramiento de la calidad (controles que deben realizarse).
- Método(s) de estimación para la obtención de datos sustitutivos cuando se detecten lagunas de datos.
- Revisión periódica de la metodología de seguimiento para confirmar su idoneidad.
- Un plan de muestreo y un proceso de revisión, en su caso.
- Procedimientos para los métodos de análisis, si procede.
- Un procedimiento para demostrar pruebas de equivalencia con la acreditación de los laboratorios conforme a la norma EN ISO/IEC 17025, si resulta pertinente.
- Procedimientos relativos al uso de metodologías basadas en la medición, por ejemplo, para los cálculos corroborativos y para sustracción de las emisiones de la biomasa, si resulta pertinente.
- Procedimiento relativo a la revisión y la actualización periódicas de la lista de productos y precursores producidos o importados por una instalación.

Usted, como titular, debe asegurarse de que todas las versiones de los documentos de seguimiento y de los procedimientos sean claramente identificables, y de que el personal implicado utilice siempre las versiones más recientes.

6.4.4 Selección de las mejores fuentes de datos disponibles

La sección A.3 del anexo III del Reglamento de Ejecución contiene información detallada sobre el principio general de que deben utilizarse **«las mejores fuentes de datos disponibles»** para cualquier tipo de seguimiento para la determinación de las emisiones implícitas de las mercancías incluidas en el MAFC. En este contexto:

- «**La mejor**» significa fundamentalmente la opción **más exacta**⁷² para la determinación de los datos requeridos. Esto quiere decir que, por ejemplo, a la hora de decidir cuál de dos instrumentos de medición debe utilizarse para una misma variable, usted debe elegir el que el titular especifique que presenta el menor «error al ser utilizado» en el entorno en el que usted lo utilice. Además, cuando existan instrumentos sujetos a un «control metrológico legal» (es decir, instrumentos verificados oficialmente conforme a alguna legislación, por ejemplo, para garantizar unas mediciones aceptadas para el comercio de combustibles), se les debe dar preferencia debido a sus características específicas.

Sin embargo, el término «las mejores» también incluye el elemento del tratamiento de los datos. Cuando el personal tenga que leer un valor cada hora o cada día, a continuación anotarlo en un registro, que posteriormente se transfiere manualmente a una hoja de cálculo electrónica, y cuando dicha hoja de cálculo no esté bien protegida contra modificaciones (no deseadas), existen riesgos importantes en el «flujo de datos» que requieren unos «procedimientos de control» específicos (véase la sección 6.4.6). Una fuente de datos mejor sería una que envía automáticamente datos de, por ejemplo, un sistema de control de procesos a una base de datos que pueda ser utilizada para extraer datos sin peligro de manipulación. Por consiguiente, «las mejores» se refiere a esas fuentes de datos que presenten **el menor riesgo de errores en el flujo de datos**.

- «**Disponibles**» significa, en primer lugar, que la fuente de datos ya está disponible para usted, como titular, por ejemplo, porque los parámetros medidos son importantes para el control de sus procesos o el cálculo de costes, etc. En caso contrario, debe tomar una decisión: ¿Comprará un sistema de medición adicional, establecerá un sistema para el muestreo de materiales y la realización de análisis de laboratorio, a efectos del MAFC? ¿O bien tiene la posibilidad de utilizar otros métodos, por ejemplo, métodos «indirectos» (véase más abajo) o existen fuentes bibliográficas que proporcionan valores razonables y creíbles para el parámetro que requiere para el seguimiento (por ejemplo, un valor estándar para el factor de emisión de un combustible)?

La legislación ofrece bastante flexibilidad para responder a dichas preguntas. Aunque deben utilizarse «las mejores» fuentes, la legislación reconoce que **la carga administrativa y los costes deben ser limitados**. Los conceptos de «**viabilidad técnica**» y «**costes irrazonables**» (véase la sección 6.4.5) se introducen para dicho fin y le permiten optar por «la segunda mejor» (o incluso «la tercera mejor») fuente de datos si la mejor no resultase viable o generase costes irrazonables.

Además, la legislación le permite utilizar **mediciones «que no estén sujetas al control del titular»**, si fuera necesario. Esto quiere decir que, por ejemplo, si su proveedor de combustible ya determina el valor calorífico neto y el factor de emisión de su combustible, o si el proveedor es el propietario del caudalímetro o de la báscula utilizados para determinar la cantidad de combustible vendida, estos datos podrán utilizarse a efectos del MAFC y usted no tiene que comprar sus propios equipos ni contratar sus propios análisis. No obstante, conviene tener en cuenta que, en la medida de lo posible, se prefiere el uso del seguimiento sujeto al control del titular.

⁷² Más concretamente, el objetivo es que las mediciones presenten el **menor grado de incertidumbre** posible, lo que incluye ambos conceptos: alta *exactitud* (el grado de concordancia entre el valor medido y el «valor real») y alta *precisión* (baja variabilidad entre las mediciones).

- Por «**fuentes de datos**» se entenderá todo lo necesario para determinar todos los parámetros que se generen en el seguimiento a nivel de emisiones, a nivel de proceso de producción y para determinar las emisiones implícitas de las mercancías. Desde un punto de vista abstracto, esto implica, concretamente, determinar las **cantidades** de combustibles, materiales, flujos de energía, etc. y la **calidad** de estos flujos (contenido de carbono de los materiales, temperatura, presión y saturación del vapor, etc.). Si bien se ofrece información más concreta en las secciones posteriores, que tratan los distintos parámetros, desde este punto de vista abstracto, la legislación distingue los siguientes métodos:
 - **Determinación directa:** se refiere, por ejemplo, a la lectura directa de un caudalómetro para el gas natural, el peso de un camión de suministro de carbón, etc., y, con respecto a la calidad, se refiere a la aplicación directa de un valor estándar correspondiente a un factor de emisión, o a la realización de análisis de laboratorio para determinar directamente el contenido de carbono de un material. Cuando se requiere más de un parámetro⁷³, se considera «determinación directa» si se miden efectivamente todos los parámetros.
 - **Determinación indirecta:** que también suele denominarse «método de estimación». En este caso, usted, como titular, tiene que formular varias hipótesis, y buscar mediciones que estén conectadas de alguna manera por un razonamiento científicamente sólido. Por ejemplo, si tiene una caldera para producir vapor pero no tiene contadores de energía térmica, puede utilizar la eficiencia especificada por el fabricante de la caldera para calcular las cantidades de calor sobre la base del combustible consumido. El método B para las emisiones de proceso del cemento sin pulverizar (*clinker*) también constituye, en principio, un método indirecto: A partir de la cantidad de CaO y MgO contenida en el clíncker, se calcula retrospectivamente la cantidad de carbonatos que se supone que han estado presentes en la mezcla sin refinar (en este caso, el contexto científico es la estequiométría y la probabilidad de que no haya habido presencia de otros carbonatos).
 - **Correlaciones:** constituyen un «método indirecto mejorado», aplicable, en particular, a parámetros cualitativos de los combustibles. Más concretamente, los factores de emisión del carbón pueden determinarse a menudo sobre la base de las correlaciones existentes entre la ceniza, el valor calorífico y el factor de emisión por determinar. Algunos gases de proceso se pueden caracterizar utilizando la densidad o la conductividad térmica que guarden correlación con la composición del gas (contenido de carbono). Dichas correlaciones deben confirmarse periódicamente (anualmente) mediante análisis de laboratorio y, por consiguiente, se consideran «mejores» que el uso de factores de emisión estándar (que son valores

⁷³ En particular, para la determinación de los flujos netos de calor, cuando se requieren el flujo de vapor, la temperatura, la presión y la saturación, así como la cantidad y la temperatura del condensado de retorno.

fijos), pero no tan «buenos» como los análisis de laboratorio con muestreo representativo.

Si usted, como titular de una instalación, descubre que tiene más de una fuente de datos disponible para el mismo parámetro, debe elegir la «mejor» para el seguimiento, e indicarla en la documentación relativa a la metodología de seguimiento como «fuente de datos primaria». Sin embargo, no debe descartar las demás fuentes de datos, sino establecerlas como una «fuente de datos corroborativa», y utilizar los valores de dicha fuente para verificar periódicamente la coherencia de los datos con la fuente de datos «primaria». De este modo, contribuye a su «sistema de control» (véase la sección 6.4.6).

En general, no existe ninguna selección de fuentes de datos absolutamente «correcta» o «errónea». Sin embargo, cabe esperar que con el tiempo, usted, como titular, vaya adquiriendo experiencia con sus fuentes de datos y pueda confirmar si las fuentes seleccionadas son realmente las «mejores». Por otro lado, puede tener acceso a nuevas tecnologías o que estas sean menos costosas, y puede que se introduzcan cambios en su instalación. Por tanto, la legislación prevé la realización de una revisión periódica (anual) de la metodología de seguimiento.

6.4.5 Limitación de los costes relacionados con el seguimiento

Como se indica en la sección 6.4.4, el Reglamento de Ejecución permite al titular limitar los costes derivados del seguimiento a efectos del MAFC, en primer lugar, mediante la utilización de métodos y equipos existentes, en la medida de lo posible, y, en segundo lugar, al permitir desviaciones con respecto a los enfoques preferidos, si un enfoque de seguimiento «es técnicamente inviable» o si genera «costes irrazonables». Estos criterios se analizan más detalladamente en esta sección.

Determinación de si los costes son razonables o no

En el punto 8 de la sección A.3 del anexo III del Reglamento de Ejecución se explica que para determinar que son «irrazonables», los costes de un enfoque de seguimiento o una medida de mejora deben ser superiores a su beneficio.

Usted, como titular, debe realizar por tanto un análisis coste-beneficio, correspondiente a la metodología de determinación concreta para el conjunto de datos de que se trate, con el fin de determinar si los costes son irrazonables o no. Si entonces decide que los costes son irrazonables, este cálculo debe incluirse en la documentación relativa a la metodología de seguimiento como justificación de la no elección de un determinado enfoque.

En el Reglamento de Ejecución se facilita la metodología de cálculo que debe utilizarse. El **cálculo del beneficio** incluye los siguientes aspectos: **Mejora × precio de referencia del CO₂e**.

- Para calcular la mejora se multiplica el porcentaje previsto de mejora de la incertidumbre en una medición, o el 1 % cuando no se pueda cuantificar ninguna mejora, por las emisiones relacionadas⁷⁴.

⁷⁴ Las emisiones relacionadas son las emisiones directas durante el período de notificación causadas por el flujo fuente o la fuente de emisión correspondiente, que pueden ser: las emisiones atribuidas a una

- El precio de referencia es de 20 EUR por tonelada⁷⁵ de CO₂e.

Cálculo de costes: cuando analice qué costes incluir en este cálculo, solamente debe incluir aquellos que sean adicionales a los de **su sistema de referencia existente**, es decir, el coste incremental en comparación con el equipo existente o con un artículo más caro (pero más exacto) menos el coste del equipo que se habría comprado sin el MAFC. En este contexto, los tipos de costes que deben tenerse en cuenta son los siguientes:

- Costes de inversión, en nuevos equipos, si procede. El coste del nuevo equipo debe ser el coste anual amortizado durante su vida útil, por ejemplo, amortizado de manera lineal.
- Costes de funcionamiento y de mantenimiento, por ejemplo, los de los servicios anuales de calibración.
- Costes debidos a alteraciones de las operaciones, a causa de paradas para instalar nuevos equipos (para mitigarlos, usted, como titular, puede considerar programar estas paradas para hacerlas coincidir con la parada anual para el mantenimiento de la planta); o
- Cualquier otro coste razonable resultante.

Cuando haya realizado los cálculos arriba indicados, y los costes sean superiores al beneficio, es libre de elegir un enfoque o equipo de seguimiento menos costoso porque los costes se consideran «irracionales»:

Tenga en cuenta que los costes menores nunca se consideran irracionales. Para ello, se define un umbral de **2 000 EUR al año**. Los costes que se sitúen por debajo de este importe siempre se consideran **costes adicionales razonables** para la adopción de medidas destinadas a mejorar el enfoque de seguimiento de una instalación, conforme a las obligaciones de seguimiento del MAFC.

Viable técnicamente

El segundo concepto a tener en cuenta para evitar enfoques de seguimiento más costosos se basa en la «viabilidad técnica». Se considera que una medida es «técticamente inviable» cuando la instalación carece de los recursos técnicos necesarios para satisfacer las necesidades de una fuente de datos o un método de seguimiento propuestos de manera que puedan aplicarse en los plazos necesarios a efectos del MAFC. Tal puede ser el caso, por ejemplo, si no existe espacio disponible para instalar un equipo técnico, si existen problemas de seguridad o si la tecnología no está disponible en el país. Normalmente, la inviabilidad técnica suele estar estrechamente relacionada con unos costes irrationales.

6.4.6 Medidas de control y gestión de la calidad

En los sistemas de fijación del precio del carbono y de seguimiento de las emisiones de GEI constituye una buena práctica comúnmente aceptada que el titular garantice un sistema

cantidad de calor medible; las emisiones indirectas relacionadas con la cantidad de electricidad correspondiente; o las emisiones implícitas de un material producido o de un precursor consumido.

⁷⁵ Este precio del CO₂ es significativamente más reducido que el precio del CO₂ en el RCDE de la UE, lo que ayuda a limitar los costes de seguimiento, ya que existen más medidas que se consideran «irracionales» que el uso del precio real del CO₂.

de control eficaz para los flujos de datos pertinentes para el seguimiento de las emisiones. Si bien en la sección H del anexo III del Reglamento de Ejecución del MAFC se aclara que dichas medidas son totalmente opcionales, la aplicación de dicho sistema de control redunda en el propio interés del titular. Aquí solamente se ofrece un breve resumen de cómo establecer un sistema de control.

Paso 1: realice una evaluación de riesgos (sencilla)

Indique todos los flujos de datos desde el primer punto en el que se generen datos (por ejemplo, las facturas de combustible, la lectura de un instrumento en la instalación), cómo se anotan o se introducen en un sistema informático, cómo se utilizan en los cálculos hasta que se reflejan en los datos finales de las emisiones implícitas que usted comunica a los importadores de la UE conforme al MAFC.

A continuación, identifique los puntos con riesgo alto de errores (riesgo alto significa que la probabilidad de que se produzca el error es alta o que los efectos del error en las emisiones son muy altos o que ambos factores son, como mínimo, «medios»).

Paso 2: establezca controles eficaces

Necesita una medida de control para los puntos de «riesgo alto» identificados (e, idealmente, también y como mínimo para los de «riesgo medio»). Si por ejemplo, existe un riesgo alto de que un instrumento de medición falle, de que se produzcan errores de copiado y pegado al transferir los datos de un registro de producción en papel a una hoja de cálculo, o cuando todo su personal pueda acceder libremente a los datos de un ordenador, es necesario adoptar medidas. Lo mismo sucede si existe el riesgo de que los datos estén incompletos (por ejemplo, porque los proveedores de combustibles siempre envían tarde las facturas, etc.).

Paso 3: evalúe periódicamente la eficacia de las medidas de control

Medidas de control (no exhaustivas)

La aplicación del principio de la presencia de dos personas, es decir, que todos los flujos de datos sean controlados por una segunda persona independiente de la persona principal encargada de las compilaciones de los datos⁷⁶ constituye una medida sencilla con una relación coste-beneficio muy buena.

Además, el Reglamento de Ejecución enumera los siguientes ámbitos que pueden requerir atención:

- El aseguramiento de la calidad de los equipos de medida pertinentes (calibración y mantenimiento).
- El aseguramiento de la calidad de los sistemas informáticos.
- La separación de funciones en las actividades de flujo de datos y de control.
- La gestión de la competencia necesaria del personal.

⁷⁶ Por «independencia» se entiende, por ejemplo, si un contable controla al jefe del departamento de Medioambiente, Seguridad y Salud que es el máximo responsable de la recogida de datos. Conviene señalar que, en cuanto a la competencia, ambas personas deben ser formadas en los conceptos básicos del seguimiento de las emisiones de GEI para el MAFC.

- La realización de revisiones internas y la validación de los datos (esto puede realizarse mediante la comparación de series temporales y la realización de comprobaciones con respecto a distintas fuentes de datos, por ejemplo, si la eficiencia energética de un proceso es explicable a lo largo del tiempo / después de la introducción de medidas de mejora).
- La realización de correcciones y la adopción de medidas correctoras, cuando fallen los instrumentos o los procedimientos, o cuando se produzcan errores (por ejemplo, doble contabilización de las características del combustible o de los materiales).
- El control de los procesos externalizados (por ejemplo, cuando intervengan laboratorios ajenos a la instalación o cuando se utilicen instrumentos que no estén sujetos al control del titular).
- El mantenimiento de registros y de documentos, incluida la gestión de las versiones de los documentos.

6.5 Determinación de las emisiones directas de la instalación

El Reglamento MAFC se basa en el principio de aplicación de un **enfoque descendente** para el cálculo de las emisiones implícitas, comenzando a nivel de instalación y distribuyendo dichas emisiones de modo que sean atribuidas a distintos procesos de producción, y posteriormente a los productos, agregando emisiones implícitas adicionales correspondientes a los materiales precursores⁷⁷. En esta subsección se ofrece orientación acerca de cómo realizar estos cálculos.

El seguimiento de las emisiones a nivel de instalación puede llevarse a cabo mediante distintos enfoques, que también pueden combinarse, siempre que no se produzcan lagunas de datos ni dobles contabilizaciones.

Como titular, a la hora de seleccionar una **metodología de seguimiento** debe basarse en que arroje los resultados más exactos y fiables (véase la sección 6.4.4), salvo que existan requisitos específicos sectoriales que exijan un método concreto. Las metodologías de seguimiento admisibles con arreglo al MAFC son:

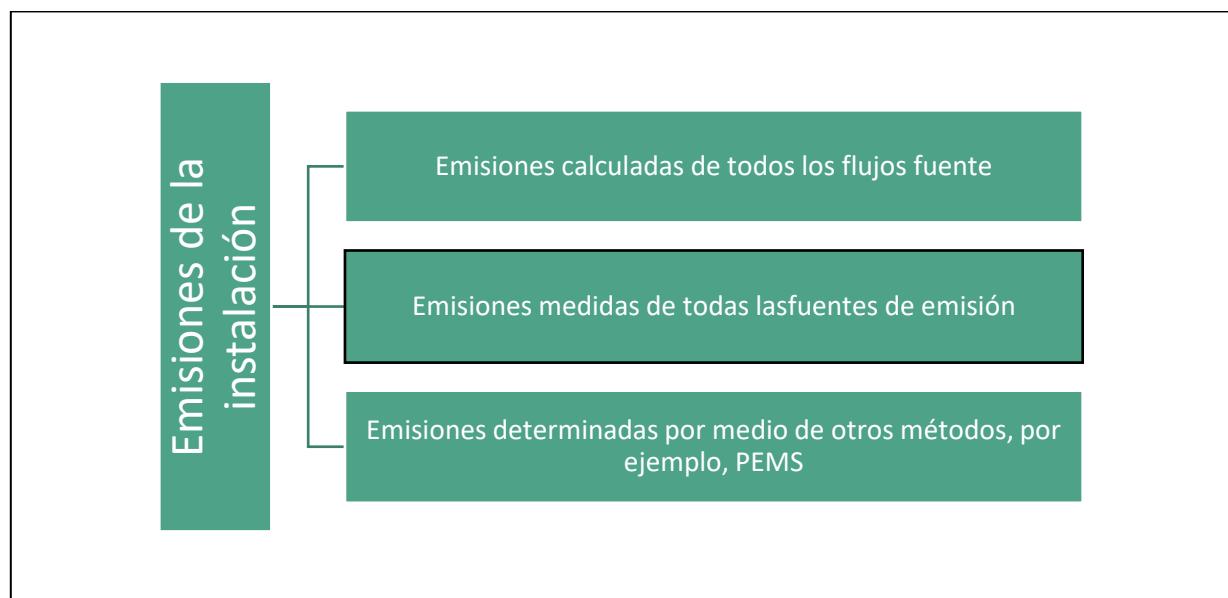
- **Enfoques basados en el cálculo**, que conllevan la determinación de las emisiones de los flujos fuente a partir de datos de la actividad (como los datos de consumo de combustible) y otros parámetros resultantes de análisis de laboratorio o valores estándar, según sea necesario. Podrá utilizarse la «metodología normalizada» (que diferencia entre las emisiones de combustión y las de proceso) o la «metodología de balance de masas».

⁷⁷ En teoría, las emisiones implícitas también se podrían calcular utilizando un enfoque ascendente. El punto de partida sería el producto que se va a importar, del que se establece la trazabilidad a lo largo de la cadena de valor hasta que se agregan todas las emisiones de las fases de producción anteriores. En la práctica, suele resultar más sencillo realizar el seguimiento de las emisiones totales de una instalación concreta, ya que habitualmente existe un dispositivo de medición principal para cada combustible que se usa en toda la instalación, mientras que suelen existir menos subcontadores que permiten la distribución de la cantidad de combustible entre procesos de producción individuales, de modo que ese es el método exigido en el Reglamento de Ejecución del MAFC.

- **Enfoque basado en la medición**, que requiere un sistema de medición continua de emisiones (SMCE) para la medición directa de las emisiones de las fuentes de emisión.
- **Otros métodos específicos de terceros países**, cuando formen parte de un sistema de fijación del precio del carbono, de un sistema obligatorio de seguimiento de las emisiones o un sistema de seguimiento de las emisiones en la instalación que pueda incluir la verificación por un verificador acreditado (que podría ser, por ejemplo, un proyecto de reducción de los GEI), y cuando garanticen unos resultados similares a los de los enfoques recogidos en el Reglamento de Ejecución, en cuanto a la cobertura y la exactitud de los datos sobre emisiones (véase la sección 6.5.3). Dichos sistemas también podrán ser métodos como, por ejemplo, sistemas predictivos de monitorización de emisiones.

También puede utilizar una combinación de los enfoques mencionados, siempre que no existan dobles contabilizaciones ni lagunas de datos en la notificación de las emisiones, lo que le permite realizar el seguimiento de distintas partes de su instalación mediante cualquiera de los enfoques permitidos.

Gráfico 6-4: Visión general de las emisiones de una instalación



En el *Gráfico 6-4* se ilustra el cálculo de las emisiones de la instalación de conformidad con el anexo III del Reglamento de Ejecución, que, de forma más detallada, consiste en:

$$Em_{Inst} = \sum_{i=1}^n Em_{calc,i} + \sum_{j=1}^m Em_{meas,j} + \sum_{k=1}^l Em_{other,k} \quad (\text{Ecuación 4})$$

Donde:

Em_{Inst} son las emisiones (directas) de la instalación expresadas en toneladas de CO_2e ;

$Em_{calc,i}$ son las emisiones del flujo fuente i determinadas utilizando una metodología basada en el cálculo expresadas en toneladas de CO_2e ;

$Em_{meas,j}$ son las emisiones de la fuente de emisión j determinadas utilizando una metodología basada en la medición expresadas en toneladas de CO₂e; y

$Em_{other,k}$ son las emisiones determinadas mediante otro método del índice k expresadas en toneladas de CO₂e.

Puede consultarse la definición de los términos «flujo fuente» y «fuente de emisión» en la sección 6.2.2.1. Para obtener más información sobre «otros métodos», véase la sección 6.5.3.

Durante el período transitorio, **también deben notificarse las emisiones indirectas correspondientes a todos los sectores**. Esta sección está estructurada del siguiente modo:

- Todos los aspectos relacionados con el **método basado en el cálculo** se resumirán en la sección 6.5.1:
 - La **metodología normalizada** se aborda en la sección 6.5.1.1 (con subsecciones separadas para las emisiones de combustión y de proceso);
 - El método de **balance de masas** se presenta en la sección 6.5.1.2;
 - Las normas para la determinación de los **datos de la actividad** resultan pertinentes para ambos métodos, el normalizado y el de balance de masas. Los requisitos se recogen en la sección 6.5.1.3;
 - Asimismo, los requisitos de los **factores de cálculo** son aplicables a ambos métodos. Las normas pertinentes (ya se opte por los **valores est\'andar** apropiados, el uso de correlaciones o la realización de **an\'alisis de laboratorio** y el muestreo relacionado) pueden consultarse en la sección 6.5.1.4;
- El **método basado en la medición** [por medio de sistemas de medición continua de emisiones (SMCE)] se trata en la sección 6.5.2. Reviste especial importancia para el seguimiento de las emisiones de **\'oxido nitroso (N₂O)** en el sector de los abonos.
- En la sección 6.5.3 se profundiza en la posibilidad de utilizar «**m\'etodos de fuera de la UE**», es decir, métodos distintos a los recogidos en el Reglamento de Ejecución MAFC.
- Dado que cabe considerar que, en determinadas condiciones, las emisiones de CO₂ de la **biomasa** son cero, en la sección 6.5.4 se ofrece orientación sobre las normas correspondientes. Estas normas son aplicables a todos los métodos, es decir, los basados en el cálculo, los basados en la medición o los «de fuera de la UE».
- El tema de las emisiones de **PFC (perfluorocarbonos)** se aborda brevemente en la sección 6.5.5
- Por \'ultimo, en la sección 6.5.6 se mencionan las normas aplicables a las **transferencias de CO₂** entre instalaciones.

La determinación de las emisiones indirectas de una instalación se analiza a continuación, en la sección 6.6. En la sección 6.7 y en adelante se describen las normas que son necesarias para dividir («atribuir») las emisiones directas e indirectas de la instalación entre los procesos de producción. El precio del carbono pagadero es un tipo de datos objeto de notificación completamente distinto. No obstante, debe figurar en la agenda del titular y documentarse en la metodología de seguimiento, razón por la cual se aborda en la sección 6.10. Finalmente, en la sección 6.11 se describe el modelo para la comunicación

de los datos sometidos a seguimiento a los importadores de la UE que tengan que elaborar los informes MAFC trimestrales.

6.5.1 Metodología basada en el cálculo

6.5.1.1 Metodología normalizada

La aplicación del enfoque normalizado resulta sencilla en los casos en que un combustible o material está directamente relacionado con las emisiones. Consiste en calcular las emisiones mediante la multiplicación de los **datos de la actividad** (por ejemplo, la cantidad de combustible o de material de entrada consumida) por un **factor de emisión**; Pueden aplicarse otros dos factores para corregir las cifras correspondientes a las emisiones en caso de reacciones químicas incompletas, sobre la base de análisis de laboratorio, concretamente, el **factor de oxidación** para las emisiones de combustión, y el **factor de conversión** para las emisiones de proceso.

Los requisitos clave para la utilización del método normalizado son:

- **Emisiones de combustión**, requisitos mínimos: cantidad de combustible (t o m³), factor de emisión (t CO₂/t o t CO₂/m³); **mejora recomendada**: cantidad de combustible (t o m³), NCV (TJ/t o TJ/m³), factor de emisión (t CO₂/TJ), factor de oxidación, fracción de biomasa.
- **Emisiones de Proceso**, requisitos mínimos: datos de la actividad (t o m³), factor de emisión (t CO₂/t o t CO₂/m³); **mejora recomendada**: datos de la actividad (t o m³), factor de emisión (t CO₂/t o t CO₂/m³), factor de conversión.



Las fórmulas del método normalizado y los parámetros correspondientes a las emisiones de combustión y de proceso se incluyen en el anexo III, sección B.3.1, del Reglamento de Ejecución, y se analizan más detalladamente a continuación.

Emisiones de combustión⁷⁸

Las emisiones de combustión se calculan como sigue:

$$Em = AD \cdot EF \cdot OF \quad (\text{Ecuación 5})$$

Donde:

Em Emisiones [t CO₂]

AD Datos de la actividad [TJ], calculados como $AD = FQ \cdot NCV$
(Ecuación 6)

EF Factor de emisión [t CO₂/TJ, t CO₂/t o t CO₂/Nm³]

OF Factor de oxidación (adimensional), calculado como $OF = 1 - C_{ash}/C_{total}$
(Ecuación 7)

Y:

⁷⁸ En el Reglamento de Ejecución, las «emisiones de combustión» se definen como *emisiones de gases de efecto invernadero que se producen durante la reacción exotérmica de un combustible con oxígeno*.

FQ Cantidad de combustible [t o m³]

NCV Valor calorífico neto (valor calorífico inferior) [TJ/t o TJ/m³]

C_{ash} Carbono contenido en la ceniza y el polvo de la limpieza de los gases de combustión (hollín)

C_{total} Contenido total de carbono del combustible quemado

Normalmente, para los sólidos y los líquidos se utilizarán las unidades de los factores expresados en toneladas. Los combustibles gaseosos se expresan normalmente en Nm³. Para lograr unas cifras de magnitud similar, los valores suelen expresarse en [1 000 Nm³] en la práctica.

Normalmente, el **factor de oxidación** para las emisiones de combustión se determina mediante análisis de laboratorio. Las dos variables de C arriba mencionadas se expresan en [toneladas de C], es decir, la cantidad de material o combustible multiplicada por la concentración de carbono que hay en él. Por tanto, no solo debe determinarse el contenido de carbono mediante un análisis, sino que también debe determinarse la cantidad de ceniza correspondiente al período para el que se determine el factor de oxidación.

Para reducir el esfuerzo de seguimiento, usted, como titular, siempre puede utilizar la hipótesis prudente de que **OF = 1**.

¡Más

Normalmente, para las emisiones de combustión, el factor de emisión se expresa en relación con el contenido energético (valor calorífico neto o VCN) del combustible y no con su masa o volumen:

- Si el factor de emisión de un combustible debe calcularse a partir de los análisis del contenido de carbono y el valor calorífico neto, se utiliza la siguiente ecuación: $EF_i = CC_i \cdot \frac{f}{NCV_i}$ (Ecuación 8)
- Si el factor de emisión de un material o combustible expresado en t CO₂/t debe calcularse a partir de un contenido de carbono analizado, se utiliza la ecuación 9: $EF_i = CC_i \cdot f$ Donde f es la proporción de las masas molares de CO₂ a C: $f = 3,664 \text{ t CO}_2/\text{t C}$.

Es posible modificar el enfoque anterior si tiene pruebas que demuestren que puede lograrse mayor exactitud, como se indica a continuación:

- Los datos de la actividad se expresan como la cantidad de combustible (es decir, en t o m³) en lugar de utilizar la ecuación anterior;
- el EF se expresa en t CO₂/t combustible o t CO₂/m³ combustible, según proceda, y
- el VCN puede omitirse para el cálculo si se utiliza un EF expresado en t CO₂/t combustible. Sin embargo, la notificación del VCN a fin de posibilitar la coherencia en la comprobación y su propio seguimiento de la eficiencia energética de **todo el proceso de producción** constituye una mejora recomendada.



Cuando la **biomasa** se utilice como combustible para la combustión y cumpla los criterios de sostenibilidad y de reducción de las emisiones de GEI establecidos en la «Directiva

sobre fuentes de energía renovables» (DFER II)⁷⁹, sus emisiones podrán tener una calificación de cero. Esto es aplicable a efectos de contabilización únicamente, mientras que, físicamente, la instalación sigue emitiendo CO₂. Puede consultarse información detallada sobre estos «criterios DFER II» en la sección 6.5.4.

Cuando se utilicen combustibles mezclados (es decir, combustibles que contienen tanto componentes fósiles como componentes de biomasa), el factor de emisión debe determinarse a partir del factor preliminar de emisión y de la fracción de biomasa del combustible, de conformidad con la siguiente ecuación:

$$EF = EF_{pre} \cdot (1 - BF) \quad (\text{Ecuación 10})$$

Donde:

EF es el factor de emisión

EF_{pre} es el factor preliminar de emisión (es decir, el factor de emisión suponiendo que el total del combustible es fósil)

BF es la fracción de biomasa (adimensional)

Para los combustibles fósiles y cuando se desconozca la fracción de biomasa, BF se establece como el valor prudente de cero.

Emisiones de proceso⁸⁰

Las emisiones de proceso se calculan como sigue:

$$Em = AD \cdot EF \cdot CF \quad (\text{Ecuación 11})$$

Donde:

Em son las emisiones [t CO₂]

AD son los datos de la actividad [t de material]

EF es el factor de emisión [t CO₂ / t]

CF es el factor de conversión (sin dimensiones)

Puede utilizar la hipótesis prudente de que CF = 1 para reducir el esfuerzo de seguimiento.

Más

⁷⁹ Directiva (UE) 2018/2001 relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables (versión refundida). Véase: <http://data.europa.eu/eli/dir/2018/2001/2022-06-07>.

⁸⁰ En el Reglamento de Ejecución, las «emisiones de proceso» se definen como *emisiones de gases de efecto invernadero, distintas de las emisiones de combustión, que se producen como resultado de reacciones entre sustancias, intencionadas o no, o de su transformación, para una finalidad primaria distinta de la generación de calor, en particular de los siguientes procesos:*

- a) la reducción química, electrolítica o pirometalúrgica de compuestos metálicos presentes en minerales, concentrados y materiales secundarios;
- b) la eliminación de impurezas de los metales y compuestos metálicos;
- c) la descomposición de carbonatos, en particular los utilizados para la limpieza de gases de combustión;
- d) la síntesis química de productos y productos intermedios, cuando el material que contiene carbono participa en la reacción;
- e) el uso de aditivos o materias primas que contienen carbono;
- f) la reducción química o electrolítica de óxidos de metaloides o de no-metales, tales como óxidos de silicio y fosfatos.

En la ecuación anterior, los datos de la actividad podrán referirse: a un material de entrada o al material de salida resultante del proceso. Para ello, es posible utilizar dos métodos de cálculo de las emisiones de proceso: el método A (basado en los materiales de entrada) y el método B (basado en los de salida).

Ambos métodos se consideran equivalentes, pero el método B (basado en los materiales de salida) **solo podrá utilizarse cuando las emisiones de proceso de CO₂ sean procedentes de los carbonatos**. Para las emisiones de proceso de CO₂ distintas de las procedentes de los carbonatos, solamente debe utilizarse el método A. Durante la **desulfuración del gas de combustión** se produce una cantidad importante de emisiones de proceso procedentes de los carbonatos que deben incluirse en el cálculo de las emisiones relacionadas con el calor, la electricidad y las unidades PCCE (véanse las secciones 6.7.2, 6.7.3 y 6.7.4)⁸¹.

Emisiones de proceso de materiales de carbonato

Para calcular las emisiones de proceso de la descomposición térmica de materiales (inorgánicos) basados en carbonato, puede aplicarse cualquiera de los dos métodos siguientes:

- **Método A (basado en los materiales de entrada):** el factor de emisión, el factor de conversión y los datos de la actividad están vinculados a la cantidad de material (carbonatos) que entra en el proceso, para lo que deben utilizarse los factores de emisión estándar para los carbonatos establecidos en el Reglamento de Ejecución, anexo VIII, sección 2, cuadro 3 (teniendo en cuenta la composición del material).
- **Método B (basado en la producción):** el factor de emisión, el factor de conversión y los datos de la actividad están vinculados a la cantidad de material (óxidos metálicos) que resulta del proceso, para lo que deben utilizarse los factores de emisión estándar para los óxidos metálicos establecidos en el Reglamento de Ejecución, anexo VIII, sección 2, cuadro 4 (teniendo en cuenta la composición del material).

Los factores estándar mencionados también pueden consultarse en el **Annex D** del presente documento de orientación.

A la hora de elegir qué método utilizar, debe optarse por el que arroje los resultados más exactos **para cada flujo fuente**, teniendo en cuenta los sistemas de medición disponibles para los datos de la actividad, y que evite costes irrazonables.

Emisiones de proceso de materiales mezclados

En el caso de insumos de proceso mezclados que contengan formas inorgánicas y orgánicas de carbono, podrá optar entre:

- Determinar un factor de emisión preliminar total para el material mezclado mediante el análisis del contenido total de carbono y utilizando un factor de conversión y, si procede, la fracción de biomasa y el valor calorífico neto relativo a dicho contenido total de carbono; o
- Determinar por separado los contenidos orgánico e inorgánico y tratarlos como dos flujos fuente separados.

⁸¹ Un segundo tipo de emisiones de proceso de la limpieza de gases de combustión es el que se produce cuando se utiliza urea para la eliminación de NO_x.

En ambos casos, debe aplicarse el método A. Para la fracción de biomasa de materiales mezclados, el factor de emisión para la biomasa puede establecerse en cero, siempre que el material se utilice para una finalidad principal distinta de la producción de energía (es decir, es necesario aclarar que cumple realmente la definición de «emisiones de proceso»⁸⁰). Si la finalidad principal es la generación de calor, deben cumplirse los criterios de la «DFER II» para permitir la calificación de cero de las emisiones, tal y como se analiza en la sección 6.5.4 sobre las «normas aplicables a la biomasa».

6.5.1.2 Método del balance de masas

Al igual que el método normalizado, el método de balance de masas es un método basado en el cálculo para determinar las emisiones de una instalación. Se utiliza con las instalaciones complejas, por ejemplo, en una acería integrada, donde puede resultar difícil vincular las emisiones directamente a materiales de entrada individuales, porque los productos (y residuos) contienen unas cantidades de carbono significativas.

Al utilizar un método de balance de masas, se utiliza por ende un balance completo del carbono que entra y sale de la instalación o una parte definida de esta. Las cantidades de CO₂ pertinentes para cada flujo fuente se calculan sobre la base del contenido de carbono de cada material, sin diferenciar entre combustibles y materiales de proceso. El carbono no emitido que salga de la instalación en los productos se tiene en cuenta en los flujos fuente de salida, que tienen, por tanto, datos de la actividad negativos.

Las fórmulas y los parámetros del método de balance de masas se establecen el Reglamento de Ejecución, anexo III, sección B.3.2.

- Los requisitos clave para la utilización del método de balance de masas son: requisito mínimo: cantidad de material (t), contenido de carbono (t C/t material); **mejora recomendada:** cantidad de material (t), contenido de carbono (t C/t material), VCN (Tj/t), fracción de biomasa.



A la hora de establecer un enfoque de seguimiento utilizando un balance de masas deben tenerse en cuenta las siguientes observaciones:

- Las emisiones de monóxido de carbono (CO) a la atmósfera no se contabilizan como un flujo fuente de salida en el balance de masas, sino que se consideran como la cantidad molar equivalente de las emisiones de CO₂. Para ello basta simplemente con no enumerar el CO como un material de salida.
- Es importante cumplir el principio de exhaustividad de los datos de seguimiento, es decir, deben tenerse en cuenta todos los materiales y combustibles de entrada, si no son objeto de seguimiento mediante un enfoque que no esté sujeto al balance de masas.

El balance de masas se aplica mediante el cálculo de las emisiones correspondientes a cada flujo fuente, como se indica a continuación: $Em_k = f \cdot AD_k \cdot CC_k$ (Ecuación 12)

Donde:

AD_k son los datos de la actividad [t] del material k ; para los datos de salida, AD_k es negativo;

f es la proporción de las masas molares de CO₂ y C: $f = 3,664 \text{ t CO}_2/\text{t C}$, y

CC_k es el contenido de carbono del material k (adimensional y positivo).

Si el contenido de carbono de un combustible k se calcula a partir de un factor de emisión expresado en t CO₂/TJ, se utilizará la siguiente ecuación: $CC_k = EF_k \cdot NCV_k/f$ (Ecuación 13)

Si el contenido de carbono de un material o un combustible k se calcula a partir de un factor de emisión expresado en t CO₂/t, se utilizará la siguiente ecuación: $CC_k = EF_k/f$ (Ecuación 14)

Tratamiento de la biomasa en los balances de masas

Las emisiones de la biomasa pueden tener una calificación de cero si la biomasa cumple los «criterios DFER II» (véase 6.5.4). Dado que estos últimos solamente son aplicables al uso energético de la biomasa, deben establecerse para dichos flujos fuente si se utilizan fundamentalmente para fines energéticos. Por ejemplo, el carbón de leña utilizado como agente reductor en un alto horno se calificará como un uso primario no energético.

En el caso de los combustibles mezclados o los materiales que contengan biomasa que se incluyan como materiales de entrada en un balance de masas, el contenido de carbono preliminar debe ajustarse solamente para la fracción fósil. Si no se conoce la fracción de biomasa, debe considerarse que no se ha utilizado biomasa:

$$CC_k = CC_{pre,k} \cdot (1 - BF_k) \quad (\text{Ecuación 15})$$

Donde:

$CC_{pre,k}$ es el contenido de carbono preliminar del combustible k (es decir, el factor de emisión suponiendo que el total del combustible es fósil) y

BF_k es la fracción de biomasa del combustible k (adimensional).

Cuando la biomasa se utilice como material de entrada o combustible, y los materiales de salida contengan carbono, el balance de masas global tratará la fracción de biomasa de forma prudente, es decir, la fracción de biomasa en el total de carbono resultante no excederá la fracción total de biomasa contenida en los materiales de entrada y los combustibles, salvo si el titular aporta pruebas de la existencia de una mayor fracción de biomasa en los materiales de salida mediante un método de «rastreo del átomo» (estequiométrico) o mediante análisis de ¹⁴C.

6.5.1.3 Normas aplicables a los datos de la actividad

Los requisitos para la determinación de los datos de la actividad se establecen en la sección B.4 del anexo III del Reglamento de Ejecución. Son aplicables dos enfoques genéricos:

- **Medición continua** del proceso en el que se consume o produce el material;
- Determinación **de forma discontinua**: se suman las cantidades entregadas o producidas por separado (de forma discontinua) durante el año de notificación, teniendo en cuenta los cambios pertinentes de las existencias. Para ello, se aplicarán las siguientes fórmulas:
 - $Cons = I - E + S_{start} - S_{end}$
 - $Prod = E - I - S_{start} + S_{end}$

Donde $Cons$ es la cantidad de combustible o material consumida durante el período de notificación, I es la cantidad de combustible o material «importada»⁸² en la instalación durante el período de notificación, E es la cantidad de combustible o material «exportada»⁸³ desde la instalación durante el período de notificación, S_{start} son las existencias al comienzo del período de notificación y S_{end} son las existencias al final del período de notificación.

Cuando usted, como titular, descubra que la determinación de las existencias por medición directa le generaría costes irrazonables (véase la sección 6.4.5), dichas cantidades podrán estimarse sobre la base de datos de los años anteriores que guarden correlación con niveles de actividad apropiados del período de notificación o sobre la base de métodos documentados y datos tomados de los estados financieros auditados correspondientes al período de notificación. Además, si la utilización de la fecha exacta al final del período de notificación genera costes irrazonables, puede seleccionarse a conveniencia la fecha de corte entre un período de notificación y el siguiente. Las desviaciones que puedan aplicarse a cada producto, material o combustible deben registrarse de forma clara para servir de base de cálculo de un valor representativo del período de notificación y para conciliarlas con los datos del año siguiente.

De conformidad con el Reglamento de Ejecución, es preferible que utilice mediciones sujetas a su control, al control del titular. Sin embargo, si su instalación no dispone de los instrumentos de medición pertinentes, se considera aceptable, para limitar los costes de seguimiento, la utilización de otras mediciones, en particular, de instrumentos pertenecientes al proveedor de los combustibles o materiales, cuando se realice una transacción comercial, que exija que los instrumentos presenten un grado de calidad que favorezca la confianza mutua (normalmente, suelen ser instrumentos sujetos a «control metrológico legal»). La utilización de dichos instrumentos no sujetos al control del titular se recomienda, además, en el caso de que arrojen unos resultados más exactos que los propios instrumentos del titular, o si existen otros motivos que den lugar a un riesgo menor de errores en el flujo de datos (véase la sección 6.4.6 sobre medidas de control).

Si usted, como titular, utiliza sistemas de medición que no estén sujetos a su control, podrá utilizar lecturas tomadas directamente de dichos sistemas de medición, si es posible, o cantidades tomadas de las facturas emitidas por el socio comercial.

Requisitos de los sistemas de medición

El concepto más importante a la hora de evaluar la calidad de un instrumento de medición es la «incertidumbre» asociada a las lecturas de los valores del instrumento. Como titular, usted debe conocer a fondo dicho concepto para elegir la «mejor» fuente de datos. Puede consultar también la sección 6.4.4 (Choosing best available data sources) a tal efecto. En el Reglamento de Ejecución se establece un rango con fines de orientación: para los niveles más elevados de emisiones (flujos fuente que generen emisiones de 500 000 t CO₂ al año) la incertidumbre durante el período de notificación completo debe ser del 1,5 % o mejor, mientras que para las fuentes más pequeñas, se considera aceptable un nivel de

⁸² La cantidad «importada» en la instalación incluye las compras y las cantidades recibidas sin transacciones comerciales, por ejemplo, los materiales recibidos de los propios yacimientos del titular.

⁸³ La cantidad «exportada» desde la instalación incluye la venta y las cantidades transferidas fuera de la instalación para otros fines, por ejemplo, los materiales enviados a una instalación de tratamiento de residuos o de reciclado de chatarra.

incertidumbre inferior al 7,5 %. Se entiende que estos valores son aplicables si no generan costes irrazonables.

Cuando tenga que sustituir un instrumento de medición, por ejemplo, por un defecto de funcionamiento o porque la calibración demuestre que ha dejado de cumplirse la incertidumbre deseada, debe sustituirlo por un instrumento que garantice la medición con un nivel de incertidumbre igual o mejor que el del instrumento existente (es decir, siempre debe procurar mejorar el método de seguimiento, pero, como mínimo, mantener el estándar existente).

6.5.1.4 Normas relativas a los factores de cálculo

Los factores de cálculo son todas las variables utilizadas en los enfoques basados en el cálculo con la excepción de los datos de la actividad. En esta sección se abordan las normas relativas al factor de emisión (EF), el valor calorífico neto (VCN), el factor de oxidación (OF), el factor de conversión (CF), el contenido de carbono (CC) y la fracción de biomasa (BF) de las fórmulas que figuran en las secciones 6.5.1.1 (método normalizado) y 6.5.1.2 (balance de masas).

En principio, los factores de cálculo son la *información cualitativa* sobre los flujos fuente, que pueden ser determinados mediante análisis de laboratorio. Sin embargo, dado que suponen esfuerzos significativos y exigen una competencia especializada, los factores de cálculo se establecen a menudo como valores fijos en la metodología de seguimiento, algo que está justificado debido a que —en promedio, en un sistema de notificación de GEI completo— proporcionan datos suficientemente representativos.

Los factores de cálculo deben determinarse de forma coherente con el estado utilizado para determinar los datos de la actividad. Por ejemplo, si los datos de la actividad se refieren al carbón pesado tal y como se extrae del montón, que puede contener un nivel significativo de humedad de la lluvia o las medidas de prevención de polvo, también deben determinarse el VCN y el contenido de carbono con el mismo nivel de humedad. Si los análisis de laboratorio se realizan con material seco, los datos de la actividad deben ajustarse en consecuencia con respecto a la humedad, o viceversa.

El Reglamento de Ejecución contempla los siguientes métodos para el establecimiento de los factores de cálculo (en orden ascendente según la calidad de los datos, es decir, los primeros están destinados a flujos fuente relativamente reducidos, mientras que para los niveles más elevados de emisiones se recomienda el mejor tipo de análisis):

1. **Valores fijos** («valores estándar del tipo I»);
2. Valores fijos («valores estándar del tipo II»);
3. **Correlaciones** para la determinación de datos sustitutivos;
4. Realización de **análisis de laboratorio** que no estén sujetos al control del titular, por ejemplo, por parte del proveedor del combustible o el material, incluidos en los documentos de compra, sin más información sobre los métodos aplicados;
5. Análisis de laboratorio realizados en laboratorios no acreditados, o en laboratorios acreditados, pero con métodos de muestreo simplificados, y
6. Análisis de laboratorio realizados en laboratorios acreditados, aplicando las mejores prácticas en materia de muestreo.

Valores fijos

Como titular, usted puede elegir entre un conjunto de opciones relativamente amplio para determinar el valor más apropiado para cada uno de los factores de cálculo de cada uno de los flujos fuente de los que debe hacer un seguimiento. Con el fin de garantizar la coherencia a lo largo del tiempo y de evitar modificaciones arbitrarias de los datos, debe especificar por escrito en la documentación relativa a la metodología de seguimiento qué valores utiliza. En algunos casos (por ejemplo, los inventarios nacionales de GEI del país en el que esté situada la instalación), estos valores pueden cambiar a lo largo del tiempo. En tales casos, debe documentar y aplicar un procedimiento que posibilite la actualización periódica de este valor (en este ejemplo, el procedimiento consistiría, por ejemplo, en que una persona concreta tenga la responsabilidad de consultar el último inventario nacional de GEI, una vez al año y antes de compilar todos los datos relativos a las emisiones, y determinar el factor requerido a partir de la información contenida en este).

Se consideran «valores estándar del tipo I» los siguientes:

- Los factores estándar previstos en el anexo VIII del Reglamento de Ejecución (adjunto a este documento de orientación como Annex D).
- Los factores estándar contenidos en las directrices del IPCC para los inventarios de GEI⁸⁴.
- Los valores basados en análisis de laboratorio llevados a cabo en el pasado, de menos de cinco años de antigüedad y considerados representativos del combustible o material.

Se consideran «valores estándar del tipo II» (considerados más exactos que los valores «del tipo I») los siguientes:

- Los factores estándar utilizados por el país en el que esté situada la instalación en su último inventario nacional entregado a la Secretaría de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.
- Los valores publicados por instituciones de investigación nacionales, autoridades públicas, organismos de normalización, oficinas de estadística, etc., para los fines de una notificación más desagregada de las emisiones que en el punto anterior⁸⁵.
- Los valores especificados y garantizados por el proveedor del combustible o material, siempre que existan pruebas que confirmen que el contenido de carbono presenta un intervalo de confianza del 95 % para una desviación máxima del 1 % de su valor especificado⁸⁶.

⁸⁴ Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) de las Naciones Unidas: Directrices del GIECC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Conviene señalar que los valores que figuran en el anexo VIII del Reglamento de Ejecución también se han extraído de esta fuente, si bien las directrices del IPCC contienen más datos que dicho anexo.

⁸⁵ Por ejemplo, el inventario nacional de GEI podrá utilizar solamente un factor de emisión para el carbón en el país, pero un instituto de investigación puede haber publicado distintos factores representativos para distintas minas de carbón o cuencas mineras. Si usted conoce el origen de su carbón, será más apropiado que utilice estos factores.

⁸⁶ Si no se cumple este nivel de variación, el valor se consideraría un valor «del tipo I».

- Los valores estequiométricos correspondientes al contenido de carbono y los valores de la bibliografía conexos para el valor calorífico neto (VCN) de una sustancia pura.
- Los valores basados en análisis de laboratorio llevados a cabo en el pasado, de menos de dos años de antigüedad y considerados representativos del combustible o material.

Correlaciones para la determinación de datos sustitutivos

Puede determinar un valor sustitutivo para el contenido de carbono o el factor de emisión a partir de los siguientes parámetros:

- Medición de la densidad de aceites o gases específicos, incluidos los utilizados comúnmente en la industria del refino o del acero.
- El valor calorífico neto correspondiente a los tipos de carbón específicos.

La condición previa para utilizar dicha correlación es que usted pueda establecer una correlación empírica al menos una vez al año utilizando análisis de laboratorio que cumplan los requisitos que se indican más abajo. La diferencia frente a utilizar directamente análisis para determinar los factores de cálculo radica en el hecho de que, para el establecimiento de las correlaciones, únicamente debe realizar los análisis una vez al año y no para cada partida de material. De este modo se reducen los costes generales de su seguimiento.

Requisitos de los análisis de laboratorio

Esta sección es aplicable a todos los tipos de análisis de laboratorio requeridos para la determinación de propiedades de los materiales y para la determinación de correlaciones (véase más arriba). Conviene señalar que no se limita a los flujos fuente ni a los enfoques basados en el cálculo, sino que también puede referirse a las mercancías producidas⁸⁷ y a todas las mediciones utilizadas para los enfoques basados en la medición.

Se requiere una muestra representativa de cada partida de material o combustible que sea sometido a un análisis. Los resultados de los análisis solamente se utilizarán en los cálculos en relación con la partida de la que se haya obtenido la muestra.

Todos los análisis, muestreos, calibraciones y validaciones empleados para la determinación de los factores de cálculo se llevarán a cabo aplicando métodos basados en las normas ISO correspondientes. Cuando no se disponga de dichas normas, los métodos se basarán en normas EN (europeas) o nacionales apropiadas o en los requisitos establecidos en un «sistema de seguimiento, notificación y verificación admisible» (véase la sección 6.5.3). Cuando no haya ninguna norma publicada aplicable, pueden utilizarse los proyectos de normas más adecuados, las directrices sobre buenas prácticas industriales u otras metodologías con base científica dirigidas a reducir los sesgos de muestreo y de medición.

Frecuencia de los análisis

⁸⁷ Véanse las secciones específicas sectoriales en la sección 7 en las que se mencionan parámetros adicionales que es necesario notificar junto con las emisiones implícitas.

El número de análisis por combustible o material y año repercute enormemente en los costes generales del seguimiento. Por tanto, no conviene realizar demasiados análisis. Sin embargo, cuando los materiales sean muy heterogéneos se requerirán más análisis. A continuación analizamos la frecuencia requerida o recomendada de los análisis, que no debe confundirse con la frecuencia de la toma de muestras, que se aborda después.

El Reglamento de Ejecución incluye en la sección B.5.4.2 un cuadro con las frecuencias mínimas de los análisis para distintos tipos de materiales basadas en la experiencia en el RCDE de la UE, por tratarse de unas órdenes de magnitud útiles. Si usted, como titular, desea desviarse de este cuadro, debe considerar los siguientes aspectos:

- Si su instalación aplica un «sistema de seguimiento, notificación y verificación admisible» (véase la sección 6.5.3), podrá utilizar la frecuencia de análisis aplicable en dicho sistema para el mismo tipo de material o combustible.
- Si la frecuencia mínima indicada generaría un coste irrazonable.
- Si el combustible o material es suficientemente homogéneo (demostrado con arreglo a los datos de períodos de notificación recientes), podrá aplicar frecuencias de análisis inferiores. Tal es el caso si cualquier variación de los valores analíticos del combustible o material correspondiente no supera un tercio del grado de incertidumbre que aplique para la determinación de los datos de la actividad correspondientes al combustible o material en cuestión.

Si el cuadro no contiene una frecuencia mínima aplicable, la mejor opción es utilizar esta regla de un tercio, es decir, optar por realizar análisis con la frecuencia necesaria para lograr este tercio del grado de incertidumbre durante todo el período de notificación.

Cuadro 6-2: Frecuencias mínimas de los análisis de conformidad con el Reglamento de Ejecución

Combustible/material	Frecuencia mínima de los análisis
Gas natural	Semanal como mínimo
Otros gases, en particular gas de síntesis y gases del proceso, como el gas mezclado de refinería, gas de coquería, gas de alto horno, gas de convertidor y gas de yacimientos de gas y de petróleo	Diaria como mínimo, aplicando los procedimientos apropiados a cada parte del día
Fuelóleos (por ejemplo, fuelóleo ligero, medio y pesado, betún asfáltico)	Cada 20 000 toneladas de combustible y seis veces al año como mínimo
Carbón, carbón de coque, coque, coque de petróleo, turba	Cada 20 000 toneladas de combustible/material y seis veces al año como mínimo
Otros combustibles	Cada 10 000 toneladas de combustible y cuatro veces al año como mínimo
Residuos sólidos sin tratar (de combustibles fósiles únicamente, o de combustibles fósiles mezclados con biomasa)	Cada 5 000 toneladas de residuos y cuatro veces al año como mínimo

Combustible/material	Frecuencia mínima de los análisis
Residuos líquidos, residuos sólidos pretratados	Cada 10 000 toneladas de residuos y cuatro veces al año como mínimo
Minerales carbonatados (incluyendo la piedra caliza y la dolomita)	Cada 50 000 toneladas de material y cuatro veces al año como mínimo
Arcillas y pizarras	Cada vez que se consuman cantidades de material correspondientes a 50 000 toneladas de CO ₂ de emisiones y cuatro veces al año como mínimo
Otros materiales (productos primarios, intermedios y acabados)	Cada vez que se consuman cantidades de material correspondientes a 50 000 toneladas de CO ₂ de emisiones y cuatro veces al año como mínimo, dependiendo del tipo de material y de la variación

Nota relativa al concepto de «número de veces al año» en el Cuadro 6-2: en caso de que una instalación funcione solo durante una parte del año, o cuando los combustibles o materiales se entreguen en partidas que se consumen durante más de un período de notificación, puede optarse por un calendario más apropiado para los análisis, siempre que se obtenga una incertidumbre comparable a la establecida en el último punto del párrafo anterior.

«Frecuencia del muestreo» frente a «frecuencia de los análisis»⁸⁸

El Reglamento de Ejecución: se refiere a la «frecuencia de los análisis» en el anexo III, sección B.5.4.2. Dependiendo de cada situación concreta, el titular puede anotar en la documentación relativa a la metodología de seguimiento, por ejemplo, que la frecuencia mínima de los análisis del factor de emisión de un flujo fuente determinado es de cuatro veces al año.

En este caso, el término «frecuencia de los análisis» no debe confundirse con la «frecuencia del muestreo», es decir, la frecuencia de la toma de muestras o de porciones de una partida o suministro de un combustible o material. En términos generales, para obtener resultados representativos deben tomarse muchas más de cuatro muestras / porciones a lo largo del año.

Ejemplo: Una central de carbón quema 500 000 toneladas de carbón al año. De acuerdo con el Cuadro 6-2, el titular tiene la obligación de analizar, como mínimo, cada 20 000 toneladas de carbón. Esto dará lugar al menos al análisis de 25 muestras de laboratorio distintas por año. El objetivo principal del plan de muestreo, que también

⁸⁸ Texto basado en *Guidance Document No.5 on EU ETS Monitoring and Reporting (“Sampling and Analyses”)* [«Documento de orientación n.º 5 relativo al seguimiento y la notificación con arreglo al RCDE de la UE (“Muestreo y análisis”)», documento en inglés], https://climate.ec.europa.eu/system/files/2021-10/policy_ets_monitoring_gd5_sampling_analysis_en.pdf.

incluye la frecuencia de muestreo, consiste en preparar (como mínimo) 25 muestras de laboratorio que sean representativas de cada una de las partidas de 20 000 toneladas. Para tener muestras de laboratorio representativas, se tendrá que extraer más de una sola muestra/porción de cada partida de 20 000 toneladas.

Muestreo

Las muestras serán representativas de toda la partida o de los períodos de suministro para los que se hayan tomado. Con el fin de garantizar la representatividad, debe tenerse en cuenta la heterogeneidad del material, así como otros aspectos pertinentes tales como el equipo de muestreo disponible, la posible segregación de las fases o la distribución local de los tamaños de las partículas, la estabilidad de las muestras, etc. En la documentación relativa a la metodología de seguimiento se establecerá el método de muestreo.

Se recomienda utilizar un **plan de muestreo** específico para cada material o combustible pertinente, siguiendo las normas aplicables, que contenga la información pertinente sobre las metodologías empleadas para la preparación de las muestras, detallando en particular las responsabilidades, los lugares, las frecuencias, las cantidades y las metodologías para el almacenamiento y transporte de estas. Pueden consultarse orientaciones más detalladas sobre los planes de muestreo (aunque desde la perspectiva del RCDE de la UE en lugar de la del MAFC) en el documento de orientación n.º 5 sobre el RCDE de la UE elaborado por la Comisión (véase la nota a pie de página n.º 88).

Recomendaciones para los laboratorios

Los laboratorios encargados de realizar los análisis para la determinación de los factores de cálculo estarán acreditados con arreglo a la norma ISO/IEC 17025 para los métodos analíticos correspondientes. Solamente podrán utilizarse laboratorios no acreditados para la determinación de los factores de cálculo cuando existan pruebas que demuestren que la intervención de laboratorios acreditados es técnicamente inviable o genere costes irrazonables (véase la sección 6.4.5), y que el laboratorio no acreditado es suficientemente competente. Un laboratorio se considera suficientemente competente si cumple todos los criterios que se indican a continuación criterios:

- Es económicamente independiente del titular, o al menos está protegido desde el punto de vista organizativo de la influencia de la dirección de la instalación.
- Aplica las normas exigidas para los análisis solicitados.
- Emplea a personal competente para las tareas específicas asignadas.
- Gestiona adecuadamente la toma y preparación de las muestras, lo cual incluye el control de su integridad.
- Realiza controles periódicos de calidad de las calibraciones, el muestreo y los métodos analíticos, aplicando métodos adecuados, como la participación regular en programas de verificación de la competencia, la aplicación de métodos analíticos a materiales de referencia certificados, o la comparación con un laboratorio acreditado.
- Maneja adecuadamente los equipos, en particular mediante el mantenimiento y la aplicación de procedimientos para su calibración, ajuste, mantenimiento y reparación, así como la conservación de los registros correspondientes.

Determinación de la fracción de biomasa

Para la determinación de la fracción de biomasa deben tenerse en cuenta algunas normas adicionales:

- Solamente es necesario determinar la fracción de biomasa para los materiales mezclados que contengan fracciones fósiles y de biomasa. Para los combustibles fósiles únicamente, la fracción de biomasa es cero. Para la biomasa únicamente, es uno (100 %).
- Si la fracción de biomasa resulta difícil de analizar o si usted, como titular, no quiere utilizar la calificación de cero (por ejemplo, debido a que la fracción de biomasa es muy reducida en cualquier caso), podrá aplicar el enfoque prudente para asumir que todo el material es fósil.
- Solo podrá contabilizarse como «fracción de biomasa» la biomasa que cumpla los «criterios DFER II» (véase la sección 6.5.4). Toda biomasa restante, si la hubiera, se contabilizará como parte de la fracción fósil.

Orientaciones adicionales:

- Si desea determinar la fracción de biomasa mediante análisis de laboratorio, la norma apropiada a la que debe recurrir es la ISO 21644:2021 (Combustibles sólidos recuperados. Métodos para la determinación del contenido en biomasa) o EN 15440 (Combustibles sólidos recuperados. Métodos para la determinación del contenido en biomasa). Estas normas establecen tres métodos (el método de disolución selectiva; el método de separación manual; El método del ^{14}C). Los tres presentan ventajas e inconvenientes. Por lo tanto, el método a utilizar debe seleccionarse cuidadosamente de acuerdo con la finalidad específica del flujo fuente en cuestión, teniendo en cuenta las limitaciones de cada método descritas en la norma.
- Dado que las instalaciones industriales utilizan a menudo residuos de procesos de producción específicos de sus propias instalaciones o de instalaciones cercanas, la composición de los residuos suele conocerse bien. Por lo tanto, la determinación de la fracción de biomasa a partir de un tipo de balance de masas del proceso que genere el residuo, cuando sea posible, se considera un enfoque aceptable. Por ejemplo, si se queman los residuos de un productor de tableros de partículas de madera, puede ser posible determinar la fracción de biomasa (madera) y la fracción fósil (resinas) a partir de la «receta» de los tableros.

6.5.2 *Metodología basada en la medición: sistemas de medición continua de emisiones (SMCE)*

A diferencia de los enfoques basados en el cálculo, los gases de efecto invernadero de los gases de escape de la chimenea de la instalación pueden medirse. Resulta difícil hacerlo en instalaciones que poseen muchos puntos de emisión (chimeneas) o ciertamente imposible cuando deben tenerse en cuenta las emisiones fugitivas. Por otro lado, la ventaja de las metodologías basadas en la medición radica en la independencia del número de combustibles y materiales distintos utilizados (por ejemplo, cuando se queman distintos tipos de residuos).

La aplicación de SMCE (sistemas de medición continua de emisiones) siempre exige dos elementos:

- Medición de la concentración de GEI.
- Medición del caudal volumétrico de las corrientes de gases donde tenga lugar la medición.

El Reglamento de Ejecución MAFC establece el uso obligatorio del enfoque basado en la medición para el seguimiento de las mediciones de N₂O, cuando se defina como una emisión de gases de efecto invernadero pertinente para la mercancía MAFC (es decir, para la producción de ácido nítrico y abono).

El Reglamento de Ejecución establece unos requisitos detallados en la sección B.6 del anexo III. Aquí se resumen los requisitos esenciales.

Cálculo de las emisiones de un período de notificación (emisiones anuales)

$$GHGEM_{total}[t] = \sum_{i=1}^{HoursOp} (GHGconc_{hourly,i} \cdot V_{hourly,i}) \cdot 10^{-6}[t/g] \quad (\text{Ecuación 16})$$

Donde:

GHG E_{total} son las emisiones anuales totales de GEI en toneladas; *GHG conc_{hourly, i}* son las concentraciones horarias de las emisiones de GEI en g/Nm³ en el flujo de gas de combustión medidas durante el funcionamiento por hora o por un período de referencia más corto *i*; *V_{hourly, i}* es el volumen de gas de combustión Nm³ correspondiente a una hora *i*, determinado mediante la integración del caudal a lo largo de la hora, y *HoursOp* = es el número total de horas en las que se aplica la metodología basada en la medición, incluidas las horas respecto de las cuales se hayan sustituido datos de conformidad con la sección B.6.2.6 del presente anexo. El índice *i* se refiere a la hora de funcionamiento.

Los valores horarios serán la media de las distintas mediciones realizadas durante esa hora. Conviene señalar que, en lugar de horas completas, pueden utilizarse otros períodos de referencia (por ejemplo, medias horas) si ello encaja mejor en la configuración del instrumento de medición o con los requisitos aplicables a las mediciones destinadas a otros fines que se realicen en la instalación.

Emisiones de CO₂ de la biomasa

Cuando proceda, la eventual cantidad de CO₂ procedente de la biomasa que cumpla los «criterios DFER II» (véase la sección 6.5.4) podrá deducirse de las emisiones totales de CO₂ medidas. Para ello, debe utilizarse uno de los métodos siguientes para determinar la cantidad de emisiones de CO₂ de la biomasa:

1. Una metodología basada en el cálculo, determinando por separado las fracciones de biomasa de todos los flujos fuente utilizados.
2. Metodologías que utilizan análisis y muestreos basados en la norma ISO 13833 [Emisiones de fuentes estacionarias. Determinación de la relación entre dióxido de carbono de biomasa (biogénico) y el de derivados fósiles. Muestreo y determinación de radiocarbono].

3. El «método de balance» basado en la norma ISO 18466 [Emisiones de fuentes estacionarias. Determinación de la fracción biogénica de CO₂ en los gases de chimenea utilizando el método de balance].
4. Otros métodos basados en normas internacionales.
5. Otros métodos permitidos por un sistema de seguimiento, notificación y verificación admisible (véase la sección 6.5.3).

Determinación del flujo de gas de combustión

La medición del flujo de gas de combustión no es tarea fácil, ya que el punto o los puntos de medición deben seleccionarse de tal modo que la medición sea representativa de toda la sección de la chimenea (véanse también los «requisitos de calidad» que figuran más abajo). Por consiguiente, como método alternativo, el flujo se puede calcular utilizando un balance de masas apropiado. Este tendría que tener en cuenta, para las emisiones de CO₂: todos los parámetros significativos, tanto los relativos a los insumos, incluidos como mínimo los correspondientes a las cargas de material de entrada, a los flujos de aire de entrada y a la eficiencia del proceso, como a la producción, con inclusión como mínimo de las cantidades producidas y la concentración de oxígeno (O₂), dióxido de azufre (SO₂) y óxidos de nitrógeno (NO_x).

Tratamiento de deficiencias en la medición

Cuando el equipo de medición continua de un parámetro se encuentre fuera de control, de rango o de servicio durante una parte de la hora o período de referencia, la media horaria correspondiente se calculará mediante prorratoe de los valores registrados en los restantes puntos de medición durante la hora o período de referencia más corto, siempre que el número máximo de puntos de medición disponibles para un determinado parámetro sea como mínimo el 80 % del total. Cuando se disponga de menos del 80 % del número máximo de puntos de medición para un parámetro, se utilizará el siguiente cálculo:

$$C_{subst}^* = \bar{C} + 2 \sigma_c$$

Donde: \bar{C} es la media aritmética de la concentración del parámetro específico durante todo el período de notificación o, si cuando se produjo la pérdida de datos concurrían circunstancias específicas, un período adecuado que refleje esas circunstancias, y σ_c es la mejor estimación de la desviación típica de la concentración del parámetro específico durante todo el período de notificación o, si cuando se produjo la pérdida de datos concurrían circunstancias específicas, un período adecuado que refleje esas circunstancias.

Cuando los valores de sustitución así determinados no sean aplicables al período de notificación debido a la introducción de modificaciones técnicas significativas en la instalación, se seleccionará otro período suficientemente representativo, si es posible de una duración mínima de seis meses, para determinar la media y la desviación típica.

En el caso de un parámetro distinto de la concentración, se determinarán valores de sustitución a través de un modelo apropiado de balance de masas o de balance de energía del proceso. Este modelo se validará utilizando los demás parámetros y datos resultantes de la metodología basada en la medición en condiciones de funcionamiento normales, tomando un período equivalente al de no disponibilidad de datos.

Requisitos de calidad

Todas las mediciones se realizarán aplicando métodos basados en normas internacionales tales como:

- La norma ISO 20181:2023. Emisiones de fuentes estacionarias. Garantía de calidad de los sistemas automáticos de medida.
- La norma ISO 14164:1999. Emisiones de fuentes estacionarias. Determinación del caudal volumétrico de corrientes de gases en conductos. Método automático.
- La norma ISO 14385-1:2014. Emisiones de fuentes estacionarias. Gases de efecto invernadero. Parte 1: calibración de los sistemas automáticos de medición.
- La norma ISO 14385-2:2014. Emisiones de fuentes estacionarias. Gases de efecto invernadero. Parte 2: control de calidad continuo de los sistemas automáticos de medida.
- Otras normas ISO pertinentes, en particular la norma ISO 16911-2 (Emisiones de fuentes estacionarias. Determinación manual y automática de la velocidad y caudal volumétrico en los conductos).

Cuando no haya ninguna norma publicada aplicable, se utilizarán los proyectos de normas más adecuados, las directrices sobre buenas prácticas industriales u otras metodologías con base científica dirigidas a reducir los sesgos de muestreo y de medición.

Se tendrán en cuenta todos los aspectos pertinentes del sistema medición continua, en particular, los relativos a la ubicación de los equipos, la calibración, la medición, el aseguramiento de la calidad y el control de calidad. Puede consultarse información sobre los requisitos de competencia de los laboratorios en la sección 6.5.1.4.

Requisitos adicionales

Las emisiones de CO₂ determinadas mediante una metodología basada en la medición serán **corroboradas mediante el cálculo** de las emisiones anuales de cada gas de efecto invernadero en cuestión para las mismas fuentes de emisión y flujos fuente. A tal fin, se podrán simplificar los requisitos relativos a los enfoques basados en el cálculo, según proceda.

Cuando se mida el CO₂, toda cantidad de monóxido de carbono (CO) emitido se tendrá en cuenta como el equivalente molar del CO₂.

6.5.3 *Métodos específicos de terceros países*

El Reglamento de Ejecución define un «sistema de seguimiento, notificación y verificación admisible» como sigue:

«sistema de seguimiento, notificación y verificación admisible: sistemas de seguimiento, notificación y verificación en los que se establece la instalación a efectos de un sistema de fijación del precio del carbono, o sistemas obligatorios de seguimiento de las emisiones, o un sistema de seguimiento de las emisiones en la instalación que pueda incluir la verificación por parte de un verificador acreditado, de conformidad con el artículo 4, apartado 2, del presente Reglamento.»

En su apartado 2, dicho artículo 4 permite el uso de enfoques de seguimiento de un sistema de seguimiento, notificación y verificación admisible **hasta el 31 de diciembre de 2024**,

siempre que garanticen una cobertura y una exactitud de los datos sobre emisiones similares a las de los métodos enumerados en el anexo III del Reglamento de Ejecución (es decir, los enfoques basados en el cálculo y basados en la medición analizados en las secciones 6.5.1 y 6.5.2).

En la práctica, para usted, como titular de una instalación que produce mercancías para su importación en la UE que entran dentro del ámbito de aplicación del MAFC, esto supone lo siguiente:

- Debe confeccionar su metodología de seguimiento lo antes posible. Los importadores requerirán sus primeros datos sobre emisiones para su primer informe a finales de enero de 2024, y estos deberán incluir las emisiones implícitas de las mercancías importadas de octubre a diciembre de 2023.
- Si su instalación ya está sujeta a un «sistema de seguimiento, notificación y verificación admisible», no parte de cero y puede utilizar (al menos algunos) datos de dicho sistema durante un período transitorio hasta finales de 2024.

¿Cómo puede determinar si su instalación está sujeta a un sistema de seguimiento, notificación y verificación admisible de modo que pueda utilizar sus métodos durante la puesta en marcha del MAFC? Es el caso si se cumple alguna de las siguientes condiciones:

- La instalación participa en un «sistema de fijación del precio del carbono», que puede ser un régimen de comercio de derechos de emisión o un impuesto, tasa o canon. A efectos de la verificación, es importante que este sistema sea obligatorio y esté regulado por la legislación, es decir, que existan normas de seguimiento de las emisiones de GEI;
- La instalación participa en un sistema obligatorio de notificación de GEI, es decir, solamente son obligatorios el seguimiento y la notificación (y, tal vez, la verificación), pero no hay ninguna fijación del precio del carbono asociada;
- La instalación participa en un sistema (no obligatorio) de seguimiento de las emisiones en la instalación que pueda incluir la verificación por un verificador acreditado; a efectos de la verificación, también se puede asumir que existe un conjunto de normas de seguimiento establecidas por un organismo de gobernanza aceptado. Pueden considerarse aptos determinados proyectos de reducción de los GEI, por ejemplo, los inscritos en el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) de las Naciones Unidas.

En cualquier caso, antes de empezar a utilizar las normas de dichos sistemas de seguimiento, notificación y verificación, debe comprobar si garantizan una cobertura y una exactitud similares de los datos sobre emisiones.

6.5.4 Tratamiento de las emisiones de biomasa

En el cuadro de texto que figura a continuación se señalan las secciones más importantes relativas a la biomasa del Reglamento de Ejecución que resultan pertinentes para el período transitorio MAFC.

Referencias del Reglamento de Ejecución:

De acuerdo con las normas relativas a los inventarios de GEI establecidas por el GIECC y utilizadas en el marco del Acuerdo de París, las emisiones de CO₂ de la biomasa se contabilizan en el punto de recolección de la biomasa (por ejemplo, cuando se tala un bosque). Para evitar la doble contabilización resulta, por lo tanto, lógico **«calificar de cero» estas emisiones**, es decir, contabilizar las emisiones de CO₂ como cero, cuando la biomasa se consuma como combustible o material de proceso, pese a que en dicho punto se emita físicamente CO₂ a la atmósfera. La política climática de la UE ha concluido que este tipo de contabilización puede generar algún incentivo no intencionado para utilizar la biomasa de forma excesiva, con un impacto ambiental desfavorable (por ejemplo, en la diversidad biológica y la calidad del suelo). Por lo tanto, el instrumento jurídico de la UE para fomentar el uso de energías renovables, la **«DFER II»** (la Directiva sobre fuentes de energía renovables, en su versión refundida⁸⁹), introdujo una serie de **«criterios de sostenibilidad y de reducción de las emisiones de GEI»** (o, en este documento de orientación, más brevemente, **«criterios DFER II»**), que deben cumplirse para la calificación de cero de las emisiones de biomasa. Las normas de seguimiento en el marco del RCDE de la UE exigen el cumplimiento de dichos criterios para la calificación de cero de las emisiones de biomasa. De lo contrario, las emisiones se tratan como si procedieran de fuentes fósiles. **El Reglamento de Ejecución MAFC exige el cumplimiento de esos mismos criterios** para lograr el objetivo de asignar un precio del CO₂ a las mercancías producidas fuera de la UE similar al de las producidas en la UE y conforme al RCDE de la UE.

Dado que la correcta aplicación de los **«criterios DFER II»** es una tarea relativamente compleja, que posiblemente tan solo resulta pertinente para un número relativamente reducido de instalaciones, en esta sección solo se ofrece un resumen rápido de los puntos más pertinentes. Puede consultarse una explicación más detallada de los criterios aplicables de la DFER II en el **Annex C** de este documento.



Se recomienda que usted, como titular, incluya un procedimiento escrito en su documentación relativa a la metodología de seguimiento para atribuir cada partida de biomasa utilizada en la instalación a un **«flujo fuente»** de **«biomasa que cumple la DFER II»** o a un **«flujo fuente»** de **«biomasa que no cumple la DFER II»**, dependiendo de si se cumplen los criterios de sostenibilidad o los relativos a los gases de efecto invernadero, o no.

Conviene señalar que los criterios DFER II son aplicables únicamente cuando **la biomasa se utiliza como combustible** (**«destinado a fines energéticos»**). Cuando **la biomasa se utiliza como insumo de un proceso** (por ejemplo, cuando se utiliza carbón de leña como agente reductor en un alto horno o para la producción de electrodos), dicho material siempre podrá calificarse de cero sin aplicar los criterios DFER II.

Demostración del cumplimiento de los criterios DFER II

⁸⁹ Directiva (UE) 2018/2001, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables (versión refundida). Véase: <http://data.europa.eu/eli/dir/2018/2001/2022-06-07>.

Los titulares pueden demostrar el cumplimiento de los criterios de sostenibilidad y de reducción de las emisiones de GEI establecidos en la DEFR II de dos maneras:

- Utilizando un **régimen de certificación** que proporcione «pruebas de sostenibilidad» (es decir, una confirmación del cumplimiento de las normas de dicho régimen) y que cumpla los requisitos de la Directiva sobre fuentes de energía renovables y el Reglamento de Ejecución pertinente⁹⁰.

Dichos regímenes de certificación pueden operar a escala mundial. Si usted, como titular, desea asegurarse de que el régimen cumpla todos los Reglamentos pertinentes de conformidad con la DEFR II, debe seleccionar uno que haya sido «reconocido» (es decir, aprobado) por la Comisión Europea de conformidad con dichas normas⁹¹.

- También puede **recopilar todos los datos pertinentes y realizar los cálculos pertinentes usted mismo**, como titular de la instalación que utiliza la biomasa. El Annex C de este documento de orientación explica los principios de este enfoque.

6.5.5 Determinación de las emisiones de perfluorocarburos (PFC)

La determinación de las emisiones de PFC se describe en la sección B.7 del anexo III del Reglamento de Ejecución. En el MAFC solamente se cubren las emisiones de PFC relativas a las mercancías de aluminio. Los gases que deben ser objeto de seguimiento son el CF₄ y el C₂F₆. Deben incluirse las emisiones resultantes de los efectos de ánodo, así como las emisiones fugitivas. El método se basa en el «Protocolo de gases de efecto invernadero para el sector del aluminio» publicado por el Instituto Internacional del Aluminio⁹², que utiliza un método basado en el cálculo que se desvía significativamente del método basado en el cálculo descrito en la sección 6.5.1. Se permiten dos métodos distintos: El «método de la pendiente» y el «método de la sobretensión». La aplicación de uno u otro método depende de los equipos de control de procesos de la instalación.

Si bien el Reglamento de Ejecución describe los principales requisitos y fórmulas para el cálculo, los detalles restantes sobre los métodos aplicables deben extraerse de las orientaciones arriba indicadas. Conviene señalar que, además de las emisiones de PFC, las emisiones de CO₂ derivadas del consumo anódico en la producción de aluminio primario deben incluirse en las emisiones implícitas. Asimismo, es necesario cubrir todas las emisiones relacionadas con la producción de aluminio secundario y también las derivadas de las distintas fases posteriores de conformado de la fusión del aluminio. Para ello, son aplicables los métodos basados en el cálculo habituales.

Puede consultarse información adicional en la sección relativa a las normas especiales para el sector del aluminio (véase la sección 7.4.1.2).

⁹⁰ Reglamento de Ejecución (UE) 2022/996 de la Comisión relativo a las normas para verificar los criterios de sostenibilidad y de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero [...], http://data.europa.eu/eli/reg_impl/2022/996/oj.

⁹¹ El sitio web de la Comisión ofrece un listado de regímenes de certificación de biomasa reconocidos: https://energy.ec.europa.eu/topics/renewable-energy/bioenergy/voluntary-schemes_en.

⁹² Disponible (en lengua inglesa) en https://ghgprotocol.org/sites/default/files/2023-03/aluminium_1.pdf.

6.5.6 Normas aplicables a las transferencias de CO₂ entre instalaciones

La forma en que se atribuyen las emisiones cuando se transfiere CO₂ entre instalaciones está sujeta a normas específicas si: i) se transfiere CO₂ puro o casi puro, por ejemplo, para ser utilizado como una materia prima química destinada a la producción de urea; o ii) se transfiere CO₂ que ya constituye una parte inherente de un gas residual u otro flujo fuente gaseoso.

El cuadro de texto que figura a continuación se ofrecen las referencias a las secciones pertinentes del anexo.

Referencias del Reglamento de Ejecución:

Anexo III, sección B.8. Requisitos aplicables a las transferencias de CO₂ entre instalaciones

En las secciones siguientes se aborda la atribución de las emisiones directas de CO₂ en estas circunstancias.

6.5.6.1 Contabilización del CO₂ inherente a los gases residuales y a otros flujos fuente gaseosos

El término «CO₂ inherente» se refiere al CO₂ contenido en un gas, como por ejemplo el gas natural, o un flujo fuente de gas residual, que se recupera posteriormente como combustible o es quemado. Con el fin de garantizar la coherencia en la notificación y evitar la doble contabilización, el CO₂ inherente se contabiliza en la instalación MAFC en la que se origine o en la instalación MAFC a la que sea transferido, de modo que:

- La instalación MAFC de origen que transfiera un flujo fuente que contenga CO₂ inherente a otra instalación MAFC:
 - **Deduzca el CO₂ de sus emisiones;** para ello se **utiliza** normalmente **un balance de masas**, donde el CO₂ inherente se trata del mismo modo que cualquier otro carbono de ese flujo fuente saliente.
 - Si el CO₂ inherente es transferido y luego emitido (por ejemplo, es evacuado a la atmósfera o quemado) o es transferido a una instalación que no esté sujeta al MAFC o a una que no participa en un sistema de seguimiento, notificación y verificación admisible, se considera una **excepción** y, en tal caso, el CO₂ inherente debe contabilizarse como una emisión de la instalación MAFC de origen.
- Cuando en una instalación MAFC receptora se transfiera y se utilice un flujo fuente que contenga CO₂ inherente:
 - El factor de emisión (o, en el caso de los balances de masas, el contenido de carbono) tiene en cuenta el CO₂ inherente (es decir, el CO₂ forma parte del flujo fuente, y el CO₂ inherente se contabiliza como emitido por la instalación que emite el CO₂).

En relación con las transferencias de las mediciones, es aplicable el mismo enfoque de seguimiento que en el caso de la transferencia de gases residuales.

Conviene señalar que las normas mencionadas son aplicables a las emisiones directas a nivel de instalación. A efectos del cálculo de las emisiones atribuidas de un proceso de producción, son aplicables las fórmulas indicadas en la sección 6.2.2.2.

6.5.6.2 *Captura y almacenamiento de CO₂ entre instalaciones (captura y almacenamiento de carbono y captura y utilización del carbono)*

Cuando en una instalación se capturen emisiones de CO₂ puro o casi puro y se transfieran a otra instalación, el CO₂ podrá deducirse de las emisiones de la instalación de origen (anexo III, sección B.8.2) siempre que se cumplan los dos criterios y condiciones que se indican a continuación:

- Tanto la instalación de origen como la de recepción deben participar en el MAFC o en un «sistema de seguimiento, notificación y verificación admisible» (véase la sección 6.5.3).
- A efectos de la captura de CO₂, las instalaciones de recepción se utilizarán:
 - Para el almacenamiento o transporte para fines de almacenamiento geológico a largo plazo; o
 - Con el fin de destinar el CO₂ a la producción de productos en los que el CO₂ quede *químicamente fijado de forma permanente*⁹³. Los productos admisibles se definirán en un acto de ejecución de conformidad con la Directiva RCDE de la UE [artículo 12, apartado 3, letra b)], que también será aplicable a efectos del MAFC.

En todos los casos restantes, el CO₂ transferido fuera de la instalación debe contabilizarse en las emisiones de la instalación de origen.

Conviene señalar que el criterio expresado en el último punto (que el CO₂ quede químicamente fijado de forma permanente) también es aplicable a los casos en que el CO₂ se utilice para dicho fin dentro de la misma instalación. En la actualidad, en la legislación pertinente no se ha identificado ningún proceso de producción cubierto por el MACF que permita considerar que el CO₂ queda químicamente fijado de forma permanente⁹⁴.

6.5.6.3 *Requisitos de seguimiento*

En relación con el seguimiento del CO₂ inherente, es aplicable el mismo enfoque de seguimiento que en el caso de la transferencia de gases residuales referido más arriba. Para el seguimiento de la cantidad de CO₂ transferida de una instalación a otra se utilizará una metodología basada en la medición. La instalación de recepción o de transferencia debe realizar un seguimiento del flujo de CO₂ entrante utilizando un SMCE, y compartir y

⁹³ El Reglamento de Ejecución se ajusta aquí a la legislación relativa el RCDE de la UE aplicable, que exige como criterio para la contabilización del CO₂ como no emitido que sea utilizado con el fin de «producir productos en los que el carbono procedente del CO₂ quede químicamente fijado de forma permanente de modo que no entre en la atmósfera en condiciones normales de uso, en particular a raíz de cualquier actividad normal al acabar la vida útil del producto». En el momento en que se redacta esta guía (verano de 2023), se estaba formulando la legislación relativa al RCDE de la UE con vistas a definir qué productos o procesos de producción son admisibles.

⁹⁴ Concretamente, el CO₂ fijado al proceso de producción de la urea no es admisible, ya que no se obtiene permanencia con el uso principal de la urea, como abono.

alinear la cantidad transferida con el fin de garantizar que se notifique de un modo coherente entre ambas instalaciones; Este seguimiento continuo puede omitirse si se transfiere todo el flujo de masa de CO₂ de la instalación, o una parte claramente identificable de este. En tal caso, la cantidad de CO₂ puede calcularse a partir de los flujos fuente de entrada de dicha instalación.

En cuanto a la cantidad de CO₂ que queda químicamente fijada de forma permanente a los productos, debe utilizarse una metodología basada en el cálculo, preferiblemente una que utilice un balance de masas. En la documentación relativa a la metodología de seguimiento deben establecerse las reacciones químicas aplicadas, así como todos los factores estequiométricos pertinentes.

6.6 Determinación de las emisiones indirectas de la instalación

A los efectos del período transitorio del MAFC, las emisiones indirectas implícitas deben notificarse por separado de las emisiones directas implícitas, con respecto a todas las mercancías incluidas.

Las emisiones indirectas de una instalación o de un proceso de producción son equivalentes a las emisiones resultantes de la producción de la electricidad consumida en la instalación o el proceso de producción de las mercancías, respectivamente, multiplicadas por el factor de emisión para la electricidad que sea aplicable:

$$AttrEm_{indir} = Em_{el} = E_{el} \cdot EF_{el} \quad (\text{Ecuaciones 49 y 44})$$

Donde:

$AttrEm_{indir}$ son las emisiones indirectas atribuidas de un proceso de producción, expresadas en t CO₂;

Em_{el} son las emisiones relacionadas con la electricidad producida o consumida, expresadas en t CO₂;

E_{el} es la electricidad consumida, expresada en MWh o TJ, y

EF_{el} es el factor de emisión para la electricidad aplicado, expresado en t CO₂/MWh o t CO₂/TJ.

La norma general para el factor de emisión consiste en que el titular utilice un valor por defecto proporcionado por la Comisión Europea para dicho fin. Sin embargo, en el anexo IV, sección 6, se definen las condiciones en las que el titular puede utilizar datos reales para el factor de emisión:

- si existe un vínculo técnico directo entre la instalación en la que se produce la mercancía importada y la fuente de producción de electricidad; o
- si el titular de dicha instalación ha celebrado un contrato de adquisición de energía con un productor de electricidad situado en un tercer país correspondiente a una cantidad de electricidad equivalente a la cantidad para la que se aduce el uso de un valor [factor de emisión] específico.

Por lo tanto, si usted produce energía dentro de su instalación, debe utilizar **el factor de emisión que determine utilizando las normas mencionadas en la sección 6.7.3**. Si recibe electricidad de una instalación conectada técnica y directamente (por ejemplo, una unidad PCCE del emplazamiento donde esté situada su instalación⁹⁵) y si esta instalación utiliza los mismos enfoques de seguimiento que se recogen en el Reglamento de Ejecución MAFC, debe utilizar el factor de emisión proporcionado por el titular de dicha instalación. Por consiguiente, si su instalación tiene un contrato de adquisición de energía⁹⁶ con una instalación más remota, también debe utilizarse el factor de emisión proporcionado por dicho proveedor de electricidad. En todos los demás casos, es decir, cuando la electricidad se reciba de la red, se utilizará **el factor de emisión por defecto para la electricidad en el país o región** tal y como establezca la Comisión Europea. Estos valores por defecto se basan en datos de la Agencia Internacional de la Energía y se puede acceder a ellos a través del Registro Transitorio MAFC de la Comisión.

6.7 Normas requeridas para la atribución de las emisiones a los procesos de producción

En la sección 6.2.2 se describe el enfoque para la atribución de las emisiones a nivel de instalación a los procesos de producción, y en la sección 6.2.2.2 se indica la fórmula para el cálculo relacionado. De ellas se desprende que para determinar las emisiones atribuidas de un proceso de producción, además de las emisiones de la instalación, es necesario determinar otros parámetros. Estos últimos constituyen el tema de esta sección, que se estructura como sigue:

- En la sección 6.7.1 se explican algunas normas genéricas relativas a la atribución de parámetros a los procesos de producción. Esto es aplicable, por ejemplo, a la distribución de los datos relativos al flujo fuente o a la atribución de flujos de calor, etc.
- En la sección 6.7.2 se analizan las normas de seguimiento aplicables a los flujos de calor.
- Las normas de seguimiento de la electricidad constituyen el objeto de la sección 6.7.3.
- El calor y la electricidad se pueden producir por «cogeneración» (producción combinada de calor y electricidad), es decir, en único proceso. Las normas de cálculo conjunto conexas se abordan en la sección 6.7.4.
- Las normas aplicables a los gases residuales se proporcionan en la sección 6.7.5.

Seguidamente, en la sección 6.8 se tratan los parámetros necesarios para calcular las emisiones implícitas de las mercancías sobre la base de las emisiones atribuidas del proceso de producción, como se establece en la sección 6.2.2.3, que ofrece orientación acerca de cómo determinar los niveles de actividad del proceso de producción (es decir, la

⁹⁵ Suele ser frecuente que un suministro central de calor o electricidad dé servicio a varias instalaciones situadas en el mismo emplazamiento. Normalmente existen también un vínculo estrecho en la estructura de la empresa o relaciones contractuales claras entre los titulares en el emplazamiento, de modo que pueda considerarse que se cumplen las condiciones de un «contrato de adquisición de energía».

⁹⁶ El anexo IV del Reglamento MAFC establece lo siguiente: *contrato de adquisición de energía: un contrato en virtud del cual una persona acuerda comprar electricidad directamente a un productor de electricidad.*

cantidad de mercancías producidas, sección 6.8.1, y los datos relativos a los precursores, sección 6.8.2).

6.7.1 Normas genéricas para la medición de los parámetros que deben atribuirse a los procesos de producción

La sección F.3.1 del anexo III del Reglamento de Ejecución establece una serie de normas genéricas acerca de cómo atribuir varios conjuntos de datos (flujos fuente, calor, electricidad, gases residuales) a los procesos de producción, como sigue:

- Cuando no se disponga para cada proceso de producción de datos para un conjunto de datos específico, se seleccionará un método adecuado para la determinación de los datos requeridos para cada proceso individual de producción. Con este fin, de los dos principios siguientes, se aplicará el que ofrezca los resultados más exactos:
 - Cuando, a lo largo del tiempo, cuando se produzcan mercancías diferentes de forma sucesiva en la misma línea de producción, las entradas, salidas y emisiones correspondientes se atribuirán secuencialmente a las mercancías / procesos de producción pertinentes sobre la base del tiempo de utilización al año para cada uno.
 - Cuando las mercancías se produzcan en paralelo al mismo tiempo o en el mismo proceso de producción, las entradas, salidas y emisiones correspondientes se atribuirán sobre la base de un parámetro correlativo pertinente, por ejemplo:
 - La masa o el volumen de cada mercancía producida o
 - Estimaciones basadas en el coeficiente de entalpías libres de reacción de las reacciones químicas implicadas o
 - Sobre la base de otra clave de distribución adecuada que esté confirmada por una metodología científica sólida.

Concretamente, conviene señalar que para la producción de hidrógeno mediante electrólisis, el Reglamento de Ejecución proporciona unas fórmulas concretas para la atribución de las emisiones a los distintos productos sobre la base de las proporciones molares (véase la sección 7.5.1.2).

También está la cuestión de cómo correlacionar las distintas mediciones a nivel de instalación y a nivel de procesos de producción (o de unidades físicas específicas de la instalación, como las distintas calderas, hornos, etc.). Pueden consultarse orientaciones al respecto en el cuadro de texto que figura a continuación y en el *Gráfico 6-5*.

Texto extraído del documento de orientación n.º 5 sobre el RCDE de la UE elaborado por la Comisión (véase la nota a pie de página n.º 88) con cambios relacionados con el MAFC.

La utilización de un combustible en varias unidades físicas de la instalación constituye una de las situaciones más habituales en las instalaciones y, dada su sencillez, se ha seleccionado para ilustrar aquí los principios básicos de la distribución de los datos entre los procesos de producción. No obstante, se aplican enfoques similares a todos los tipos

de flujos de energía y de materiales, por ejemplo, la atribución del consumo de calor o electricidad a los procesos de producción.

En el ejemplo, el consumo de combustible (por ejemplo, gas natural) se determina utilizando la medición continua. En las instalaciones suele existir una medición central (un contador de gas principal) en el punto por donde entra el gas a la instalación, así como subcontadores adicionales en unidades de proceso individuales. La calidad de los contadores puede variar. El contador principal es el más importante por razones económicas, y tanto al titular como al proveedor del gas les interesa que los resultados de las mediciones sean exactos. Por lo tanto, dichos contadores están sujetos a control metrológico legal nacional. Pero, además, cuando no sea así, el propietario del instrumento (a menudo el proveedor de gas o el titular de la red) garantizará el mantenimiento y la calibración periódicos de este (incluidos los instrumentos para la compensación de temperatura y presión). Los subcontadores suelen ofrecer menor exactitud (mayor incertidumbre) por razones de costes. Por otro lado, pueden existir unidades que no dispongan de contadores separados o puede que las ubicaciones de los contadores no coincidan con los límites de las subinstalaciones.

En el ejemplo (véase el *Gráfico 6-5:*) se presenta una instalación ficticia en la que se utiliza gas natural en tres unidades físicas que dan servicio a dos procesos de producción. Las unidades 1 y 2 pertenecen al proceso de producción 1, y la unidad 3 pertenece al proceso de producción 2. En el gráfico se muestran distintas situaciones que pueden darse en las instalaciones habituales:

- Caso 1: en esta situación simple y eficiente en términos de costes, la cantidad total de gas se mide con el instrumento de medición MI_{total} . Este instrumento también se utiliza en la documentación relativa a la metodología de seguimiento. El segundo instrumento de medición ($MI-1$) está directamente relacionado con el proceso de producción 1. Sus resultados deben utilizarse a efectos del MAFC. La cantidad de gas para el proceso de producción 2 se calcula simplemente como la diferencia entre las lecturas de MI_{total} y $MI-1$.
- Caso 2: este es otro caso simple con dos contadores para dos procesos de producción. Como no existe ningún contador para el gas total que entra en la instalación, debe asumirse que el titular determina el consumo de gas para calcular las emisiones a nivel de instalación como la suma de las lecturas de esos dos contadores.
- Caso 3: aunque aquí hay dos contadores, la forma en que están colocados no permite utilizarlos para determinar el consumo de gas a nivel de proceso de producción. El titular tendrá que establecer una situación que se asemeje más al caso 1, es decir, el titular debe instalar un subcontador en una posición como la de $MI-1$ o como la de $MI-2$ en el caso 2, y proceder como en el caso 1.
- Caso 4: en este caso, el consumo de gas está «sobredeterminado», es decir, existen más instrumentos de medición de los necesarios. En esta situación suele observarse que la suma de las lecturas de los subcontadores ($MI-1a$, $MI-1b$ y $MI-2$) difieren de la lectura del contador principal MI_{total} . Como se ha explicado, normalmente se asume que el resultado de MI_{total} es el más fiable, es decir, representa los datos disponibles más exactos. Por lo tanto, los datos relativos a los procesos de producción deben ajustarse de modo que al sumarlos el resultado sea idéntico a los datos a nivel de instalación. Esto es posible mediante la aplicación de un «factor de reconciliación» (véase más abajo). Las lecturas de

los subcontadores se corrigen después multiplicándolas por un «factor de reconciliación».

Nota: en el caso 4 se asume que el mejor instrumento es claramente $M_{I\text{total}}^{\text{total}}$ y que los demás son de menor calidad. No siempre es así. También podría suceder, por ejemplo, que la calidad de M_{I-2} sea considerablemente mayor que la de los otros dos subcontadores. En tal caso, estaría justificado utilizar el método descrito en el caso 1. Los instrumentos M_{I-1a} y M_{I-1b} se utilizarían por tanto únicamente como una fuente de datos corroborativa.

El cálculo para el caso 4 se establece en el Reglamento de Ejecución como se indica a continuación:

$$RecF = D_{Inst} / \sum D_{PP} \quad (\text{Ecuación 55})$$

Donde:

$RecF$... es el factor de reconciliación

D_{Inst} ... es el valor de los datos determinado para la instalación en su conjunto

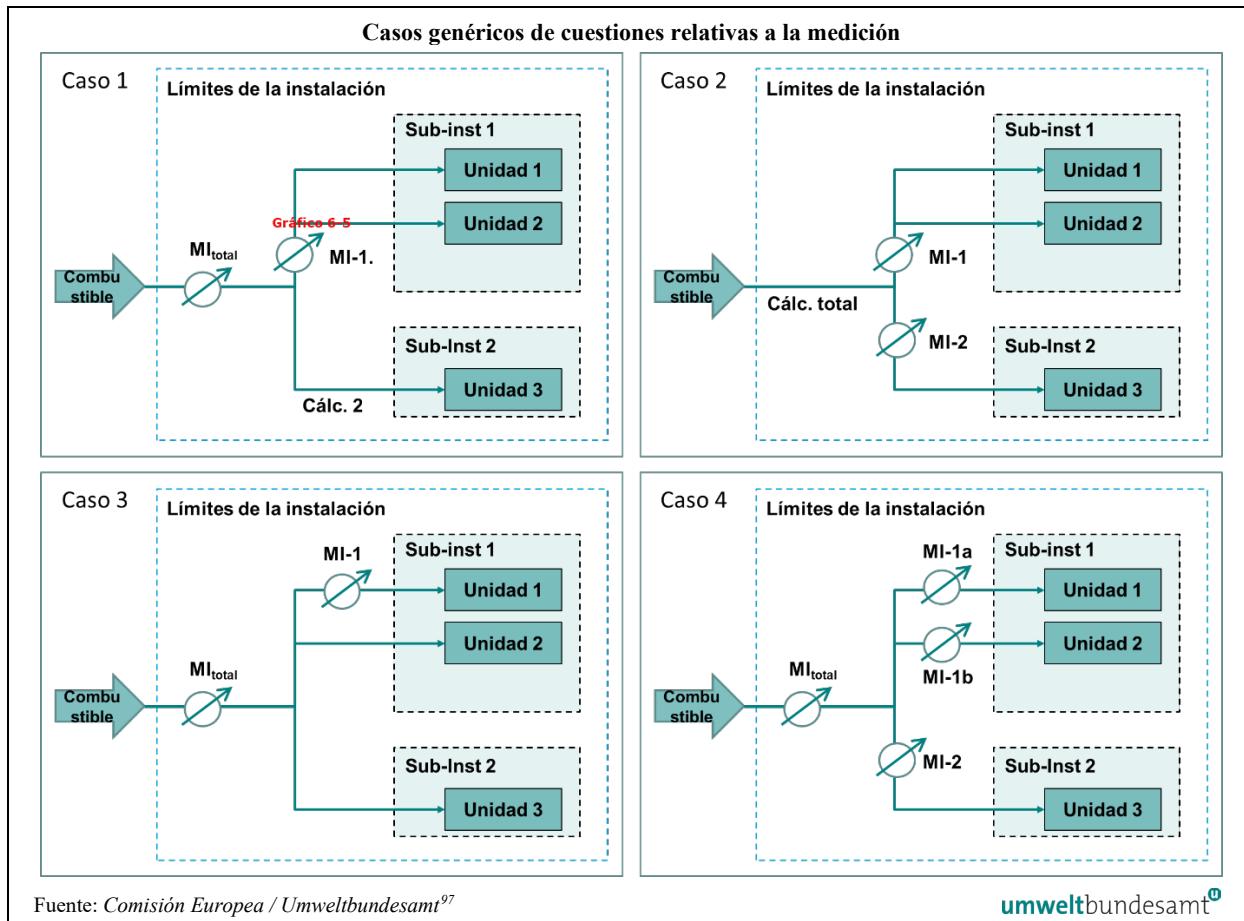
D_{PP} ... son los valores de los datos para los distintos procesos de producción

Los datos relativos a cada proceso de producción se corrigen después como sigue, donde $D_{PP,corr}$ es el valor corregido de D_{PP} :

$$D_{PP,corr} = D_{PP} \times RecF \quad (\text{Ecuación 56})$$

Gráfico 6-5: Casos genéricos explicativos de conceptos básicos para la atribución de datos a los procesos de producción «Sub-Inst.» debe entenderse como «proceso de

producción» (es decir, parte de una instalación). Puede consultarse más información en el texto principal.



6.7.2 Normas aplicables a la energía calorífica y a las emisiones

En esta sección se abordan la cuantificación de los flujos de calor medible neto y el cálculo de los factores de emisión del calor. El calor es un parámetro pertinente para las emisiones atribuidas de un proceso de producción cuando se recibe calor de otra instalación, de otro proceso de producción o de un suministro central de calor que da servicio a más de un proceso de producción, o bien cuando se exporta calor del proceso a otros procesos de producción dentro de la instalación, o a otras instalaciones. En este contexto, el concepto de «otras instalaciones» también incluye las redes de calefacción urbana.

El tratamiento de los gases residuales, la producción combinada de calor y electricidad (PCEE) y la energía, y las emisiones de la biomasa se abordan por separado como casos especiales en las siguientes secciones.

⁹⁷ Documento de orientación n.º 5 sobre el RCDE de la UE elaborado por la Comisión (véase la nota a pie de página n.º 88).

6.7.2.1 Cuantificación de los flujos netos de calor

Cuando en el proceso de producción se produzca, se consuma o se importe calor medible⁹⁸ o sea exportado desde este, la cantidad neta de flujos de calor medible y las emisiones asociadas a la producción de dicho calor deben ser objeto de seguimiento y atribuidas, en consonancia con los métodos establecidos en la parte C del anexo III del Reglamento de Ejecución.

El calor medible presenta las siguientes características:

- Todo el calor medible debe considerarse «**calor medible neto**», es decir, la cantidad de calor (entalpía) consumido por un proceso de producción⁹⁹ se determina mediante la deducción del contenido térmico que entra en un proceso o usuario externo (como flujo de avance) y el contenido térmico que retorna de dicho proceso (como flujo de retorno).
- Los flujos de calor (directo y de retorno) son transportados utilizando un medio de transmisión de calor, que normalmente suele ser agua caliente o vapor, pero también puede ser aceite calentado, aire caliente, etc.
- Los flujos de calor son transportados por tuberías o conductos (para aire caliente).
- Los flujos de calor son o podrían ser medidos con un contador de energía térmica¹⁰⁰.

Para determinar la cantidad neta de calor medible consumido por un proceso de producción, algunas de las consideraciones que pueden resultar aplicables son:

- Si se producen importaciones o exportaciones de calor medible (flujos de calor transfronterizos); debe cuantificarse la cantidad de calor importado o exportado, ya que las emisiones asociadas a la producción de dicho calor deben estar sujetas a seguimiento.
- El número de procesos de producción que consumen el mismo medio de transmisión de calor; la cantidad de calor consumido por cada proceso consumidor de calor debe determinarse por separado, a menos que estos formen parte del mismo proceso general de producción de la misma mercancía.
- Deben tenerse en cuenta la cantidad de calor consumido en el funcionamiento de la red de distribución de calor¹⁰¹, así como las pérdidas de calor.

⁹⁸ «Calor medible»: un flujo neto de calor transportado por tuberías o conductos identificables que utilizan un medio de transmisión de calor —en particular, vapor, aire caliente, agua, aceite, sales o metales líquidos—, para el que se ha instalado o podría instalarse un contador de energía térmica. «Calor no medible»: todo calor distinto del calor medible.

⁹⁹ El consumidor de calor puede ser un proceso de producción dentro de la instalación o fuera de esta. Además, cuando se utilice calor para refrigerar mediante un enfriador de absorción, ese proceso de refrigeración también se considerará un proceso consumidor de calor.

¹⁰⁰ «Contador de energía térmica»: un contador de energía térmica o cualquier otro dispositivo destinado a medir y registrar la cantidad de energía térmica producida sobre la base de los volúmenes y las temperaturas de los flujos.

¹⁰¹ Purgadores de aire de los equipos, preparación de agua de relleno, sistemas de purga y extracción del fondo de la caldera, incluida cualquier pérdida de calor en las tuberías de distribución.

Por consiguiente, la precisión en el seguimiento de la cantidad neta de calor medible obliga a medir los siguientes parámetros:

- Caudal (volumétrico o másico) del medio de transferencia térmica al proceso.
- Estado del medio de transferencia térmica que entra en el proceso consumidor de calor, donde «estado» incluye todos los parámetros pertinentes para determinar la entalpía específica del medio:
 - Temperatura.
 - Presión (en el caso del vapor u otros gases).
 - Tipo de medio (agua caliente, vapor, aceite calentado, etc.).
 - En el caso del vapor, información relativa a la saturación o grado de supercalentamiento; etc.
- Estado del medio de transferencia térmica que sale del proceso consumidor de calor.
- Si el caudal del medio de transferencia térmica de retorno (condensado en el caso del vapor) es distinto del flujo de avance, o si se desconoce, es necesario realizar hipótesis apropiadas con respecto a su entalpía.

Basándose en los valores medidos, usted, como titular, determinará la entalpía y el volumen específico del medio de transferencia térmica utilizando tablas de vapor o *software* de ingeniería.

Dicha determinación no es tarea fácil, debido, en particular, a que las instalaciones industriales pueden tener redes de calor complejas con varias fuentes de calor y gran cantidad de consumidores. Por ello, el Reglamento de Ejecución recoge en su anexo III, parte C.1.2, varios métodos distintos que pueden utilizarse para determinar la cantidad neta de calor medible, dependiendo de las fuentes de datos disponibles.

6.7.2.2 Requisitos de seguimiento

En lo que respecta al seguimiento, usted, como titular, debe establecer procesos para la medición directa y, en su caso, indirecta, de los flujos de calor, utilizando su propio sistema de medición. Estos procedimientos deben establecerse, documentarse en su documentación relativa a la metodología de seguimiento, aplicarse y mantenerse a través de procedimientos escritos. Estos últimos deben incluir la comprobación y la revisión periódicas de los flujos de calor de la instalación con el fin de confirmar:

- Cualquier adición o eliminación de unidades consumidoras de calor en la instalación o proceso de producción.
- Cualquier cambio en los tipos de flujos de calor en la instalación, es decir, importaciones, producción, consumo o exportaciones de calor.
- Cualquier modificación que pueda resultar necesaria para la metodología de seguimiento, si procede.

Metodologías para determinar el calor medible neto

Cuando un proceso de producción consuma calor medible producido dentro de la instalación, usted, como titular, podrá utilizar uno de los métodos siguientes para

determinar la cantidad neta de calor medible producido y las emisiones correspondientes. El grado de calidad de los datos y de esfuerzo de seguimiento es inversamente proporcional a la numeración de los métodos, por lo que se prefiere el método 1 al método 2, que se prefiere al método 3 (véase la sección 6.4.4 sobre la selección de las mejores fuentes de datos disponibles):

Método 1: utilización de mediciones

En este método, se miden todos los parámetros pertinentes enumerados más arriba o se conocen a través de otras vías. Si no hay retorno del condensado de vapor o si se desconoce su flujo, debe utilizarse una temperatura de referencia de 90 °C¹⁰². El caudal másico y el flujo térmico del medio se calculan como se indica a continuación:

$$\dot{m} = \dot{V}/v$$

$$\dot{Q} = (h_{forward} - h_{return}) \cdot \dot{m}$$

Donde:

\dot{m} es el caudal másico en kg/s

\dot{V} es el caudal volumétrico en m³/s

v es el volumen específico en m³/kg

\dot{Q} es el flujo térmico en kJ/s

$h_{forward}$ es la entalpía del flujo de avance transmitido en kJ/kg

h_{return} es la entalpía del flujo de retorno en kJ/kg

Cuando se asuma que el caudal másico es el mismo para el medio de transferencia del calor transmitido y de retorno, el flujo térmico se calcula utilizando la diferencia de entalpía entre el flujo transmitido y el flujo de retorno.

En caso de saberse que los caudales másicos son diferentes, debe aplicarse la siguiente consideración:

- si permanece condensado en el producto, no se deducirá la respectiva cantidad de entalpía del condensado;
- si se ha perdido condensado (fugas o alcantarillado), se estimará la cantidad de condensado respectiva y se deducirá del flujo másico del medio de transferencia térmica.

El flujo neto de calor anual puede determinarse a partir de los datos anteriores, mediante cualquiera de los métodos siguientes:

- Determinar los valores medios anuales de los parámetros que determinan la entalpía media anual del medio térmico transmitido y de retorno, y multiplicar por el flujo másico anual total.

¹⁰² El calor medible neto debe calcularse asumiendo un retorno del 100 % del condensado incluso si no hay un retorno de todo el condensado al suministro.

- Determinar los valores horarios del flujo térmico y sumar esos valores a lo largo del tiempo de funcionamiento total anual del sistema térmico. Dependiendo del sistema de tratamiento de datos, los valores horarios se podrán sustituir por otros intervalos temporales adecuados.

Método 2: cálculo de un indicador basado en la eficiencia medida

Este método se basa en la entrada de energía procedente de todos los combustibles y determina la cantidad de calor medible neto sobre la base del rendimiento conocido de la caldera, utilizando las siguientes ecuaciones:

$$Q = \eta_H \cdot E_{In} \quad (\text{Ecuación 32})$$

$$E_{In} = \sum_i AD_i \cdot NCV_i \quad (\text{Ecuación 33})$$

Donde:

Q ...es la cantidad neta de calor [TJ] producido durante el período de notificación

η_H ...es la eficiencia medida de la producción de calor

E_{In} ...es la entrada de energía [TJ] procedente de los combustibles determinada mediante la segunda ecuación a lo largo del período de notificación

AD_i ...son los datos anuales de la actividad (es decir, las cantidades consumidas) de los combustibles i [toneladas o Nm³]

NCV_i ...es el valor calorífico neto [TJ/t o TJ/m³] de los combustibles i

Este método se refiere a la «eficiencia medida» de la producción de calor porque se aconseja que usted, como titular, la mida a lo largo de un período razonablemente largo, con el fin de tener en cuenta los diferentes estados de carga de la instalación.

Alternativamente, la eficiencia de la producción de calor puede obtenerse de la documentación del fabricante de la caldera (que es el enfoque que menos se prefiere, teniendo en cuenta la jerarquía genérica de los enfoques). En este caso, debe tenerse en cuenta la curva específica de la carga parcial utilizando un factor de carga anual, que se calcula como se indica a continuación:

$$L_F = \frac{E_{In}}{E_{Max}} \quad (\text{Ecuación 34})$$

Donde:

L_F ...es el factor de carga

E_{In} ...es la entrada de energía [TJ] procedente de los combustibles determinada a lo largo del período de notificación

E_{Max} ...es la entrada máxima de combustible si la unidad productora de calor hubiese estado funcionando al 100 % de la carga nominal durante todo el año natural

En el caso de una caldera generadora de vapor, la eficiencia debe basarse en una situación en la que todo el condensado retorna. Si no hay valores reales disponibles, debe suponerse que la temperatura del condensado de retorno es de 90 °C.

Método 3: cálculo de un indicador basado en la eficiencia de referencia

Este enfoque se ha concebido para situaciones en las que no se conozca el rendimiento de la caldera. Este método es el mismo que el método 2, pero utiliza una eficiencia de referencia del 70 % como hipótesis prudente ($\eta_{Ref,H} = 0,7$).

Requisitos específicos aplicables a los flujos de calor transfronterizos

En el caso de los flujos de calor transfronterizos (importaciones y exportaciones) de calor medible, usted, como titular, debe determinar, en la medida de lo posible, la cantidad de estos flujos de calor utilizando su propio sistema de medición, asegurándose de que el enfoque de seguimiento cubra los siguientes aspectos:

- La cantidad de calor importado, cuando proceda, por separado para cada fuente, y registrar su origen.
- Los datos obtenidos del proveedor del calor importado para determinar las emisiones¹⁰³, para el período de notificación más reciente disponible.
- La cantidad de calor exportado, si es aplicable.

Balance de energía calorífica

En términos prácticos, cuando una instalación tiene flujos de calor complejos, es decir, importa, exporta o transfiere calor medible entre distintos procesos de producción en la misma instalación, la distribución exacta entre los distintos procesos de producción y consumo de calor podrá determinarse utilizando un **balance de energía calorífica**, que se utiliza para:

- Determinar la distribución exacta de las cantidades anuales de todos los flujos de calor medible de entrada y de salida del proceso de producción.
- Atribuir las emisiones del aporte de combustible correspondientes a los procesos de producción, proporcionalmente a la distribución del calor¹⁰⁴. Cuando no se atribuyan pérdidas de calor a procesos de producción específicos, se atribuirán proporcionalmente a la distribución del calor consumido.
- Corroborar el consumo global y las emisiones correspondientes.

¹⁰³ En principio, se requiere el factor de emisión de la combinación de combustibles utilizada por los proveedores de calor.

¹⁰⁴ El Reglamento de Ejecución MAFC, anexo III, sección F.4, establece lo siguiente: «Cuando las emisiones de flujos fuente o de fuentes de emisión no puedan atribuirse de conformidad con otros enfoques, deben atribuirse utilizando parámetros de correlación que ya se hayan atribuido a los procesos de producción de conformidad con la sección F.3.1 del presente anexo. Con ese fin, las cantidades de flujos fuente y sus respectivas emisiones se atribuirán proporcionalmente a la relación en que esos parámetros se atribuyan a los procesos de producción. Entre los parámetros apropiados están la masa de las mercancías producidas, la masa o el volumen del combustible o el material consumido, la cantidad de calor no medible producido, las horas de funcionamiento o la eficiencia conocida del equipo.»

Metodologías para determinar los factores de emisión del combustible para el calor medible

Cuando se consuma calor medible dentro de un proceso de producción o se exporte desde este, las emisiones asociadas al calor se determinan mediante uno de los siguientes enfoques:

- Enfoque 1: utilizado para el calor producido en la instalación por medios distintos a la PCCE.
- Enfoque 2: utilizado para el calor producido en la instalación mediante la PCCE.
- Enfoque 3: el calor se produjo fuera de la instalación.

Enfoque 1: factor de emisión del calor medible no derivado de la PCCE producido en la instalación

En el caso del calor medible no derivado de la PCCE producido a partir de la combustión de combustibles dentro de la instalación, se determina el factor de emisión de la combinación de combustibles pertinente y se calculan las emisiones atribuibles al proceso de producción como:

$$Em_{Heat} = EF_{mix} \cdot Q_{consumed} / \eta \quad (\text{Ecuación 35})$$

Donde:

Em_{Heat} son las emisiones relacionadas con el calor del proceso de producción en tCO₂

EF_{mix} es el factor de emisión de la respectiva combinación de combustibles expresado en tCO₂/TJ incluidas las emisiones derivadas de la limpieza de gases de combustión, en su caso;

$Q_{consumed}$ es la cantidad de calor medible consumida en el proceso de producción expresada en TJ

η es la eficiencia del proceso de producción de calor

EF_{mix} se calcula por separado utilizando la siguiente ecuación:

$$EF_{mix} = (\sum AD_i \cdot NCV_i \cdot EF_i + Em_{FGC}) / (\sum AD_i \cdot NCV_i) \quad (\text{Ecuación 36})$$

Donde:

AD_i son los datos anuales de la actividad (es decir, las cantidades consumidas) de los combustibles i [toneladas o Nm³] utilizados para la producción de calor medible

NCV_i es el valor calorífico neto [TJ/t o TJ/Nm³] de los combustibles i

EF_i son los factores de emisión de los combustibles i expresados en tCO₂/TJ.

Em_{FGC} son las emisiones de proceso procedentes de la limpieza de gases de combustión expresadas en tCO₂.

Estos parámetros son fácilmente accesibles si se utiliza el enfoque basado en el cálculo para el seguimiento de las emisiones directas (véase la sección 6.5.1).

Cuando un gas residual (puede consultarse la definición en la sección 6.7.5) forme parte de la combinación de combustibles utilizada, y cuando el factor de emisión de ese gas residual sea superior al factor de emisión estándar del gas natural, para calcular EF_{mix} se utilizará ese factor de emisión estándar en lugar del factor de emisión del gas residual.

Enfoque 2: calor producido en la instalación mediante PCCE

Las emisiones de la entrada total de combustible a la unidad PCCE se distribuyen de conformidad con el método descrito en la sección 6.7.4 para obtener las emisiones correspondientes al calor y las emisiones correspondientes a la electricidad.

Enfoque 3: factor de emisión de las importaciones de calor medible, producido fuera de la instalación

Cuando un proceso de producción consuma calor medible importado que sea suministrado por un proveedor tercero fuera de la instalación o el proceso de producción, al proveedor del calor se le solicitan las emisiones asociadas a la producción de ese calor, y este debe determinarlas mediante el enfoque 1 o el enfoque 2, según proceda, utilizando los datos correspondientes al último período de notificación disponible. Si el proveedor está sujeto a un sistema de seguimiento, notificación y verificación admisible, dichos datos deben estar disponibles; en caso contrario, usted, como titular de la instalación consumidora, debe asegurarse de que el contrato de suministro de calor con el proveedor tercero cubra este requisito.

Si el proveedor de calor no proporciona datos sobre las emisiones reales, debe utilizarse un factor de emisión estándar, correspondiente al combustible más utilizado en el país y sector industrial pertinente, y suponiendo un rendimiento de la caldera del 90 %.

Excepciones

A la hora de cuantificar el calor medible neto, no se hace ninguna distinción entre sus distintos orígenes, siempre que entre dentro del ámbito de aplicación del MAFC. Sin embargo, existen una serie de excepciones a esta norma (Reglamento de Ejecución, anexo III, sección C.1.3):

- **Calor medible producido a partir de procesos químicos exotérmicos (distintos de la combustión):** cuando un proceso de producción consuma calor medible producido a partir de un proceso químico exotérmico, por ejemplo, la producción de ácido nítrico o amoniaco, usted debe:
 - Determinar la cantidad de calor medible consumido por separado con respecto a otro calor medible, y
 - Asignar cero emisiones de CO₂ a ese consumo de calor.
- **Calor recuperado de los procesos eléctricos:** usted debe:
 - Determinar la cantidad de calor medible consumido que se ha recuperado del proceso eléctrico, como el calor recuperado de los compresores de aire y utilizado para suministrar agua de proceso caliente (por separado con respecto a otro calor medible), y

- Asignar cero emisiones de CO₂ a ese consumo de calor.
- **Calor recuperado de «calor no medible»¹⁰⁵:** para evitar la doble contabilización cuando un proceso consuma calor medible que se haya recuperado de calor no medible generado a partir de combustibles, por ejemplo, cuando se recupere calor de los gases de escape del horno, usted debe:
 - Determinar la cantidad de calor medible consumida que se ha recuperado de los gases de escape del horno (por separado con respecto a otro calor medible), y
 - Dividir esta cantidad de calor entre una eficiencia de referencia del 90 % para determinar la entrada de energía equivalente al calor medible recuperado; esta entrada de energía se resta de la entrada de combustible en el horno para el calor no medible.

6.7.3 Normas aplicables a la energía eléctrica y sus emisiones

En la siguiente sección se aborda la cuantificación de la electricidad producida dentro de la instalación o consumida para la producción de mercancías, el cálculo de factores de emisión de la electricidad utilizada para la atribución de emisiones a los procesos de producción (en la sección 6.2.2.2 puede consultarse de qué modo la electricidad producida es pertinente en el cálculo de las emisiones directas atribuidas, y en la sección 6.6 puede consultarse información sobre la electricidad consumida y las emisiones indirectas atribuidas).

El tratamiento de la energía eléctrica de la PCCE y sus emisiones relacionadas se trata por separado en la sección 6.7.4.

6.7.3.1 Cuantificación de las cantidades de electricidad

Para determinar la cantidad de electricidad consumida o producida por un proceso de producción deben medirse los suministros de electricidad. La medición debe aplicarse a la potencia real y no a la potencia aparente (potencia compleja), es decir, solamente debe medirse el componente de potencia activa, y el componente de potencia reactiva (o de retorno) debe descartarse.

Dado que solamente se tiene en consideración el consumo de la instalación, deben descartarse cualquier pérdida por transmisión y distribución de la electricidad importada antes del límite de la instalación, es decir, entre el punto de suministro de la red y el límite de la instalación.

6.7.3.2 Requisitos de seguimiento

En lo que respecta al seguimiento, usted, como titular, debe establecer procesos para la medición directa y, en su caso, indirecta, de la electricidad consumida, utilizando su propio

¹⁰⁵ Calor no medible: todo calor distinto del calor medible. Las cantidades de calor no medible se determinan mediante las correspondientes cantidades de combustibles utilizadas para producir el calor, y valor calorífico neto (VCN) de la mezcla de combustibles.

sistema de medición. Para seleccionar las mejores fuentes de datos disponibles, consulte la sección 6.4.4.

Factor de emisión para la electricidad de autoabastecimiento o para la electricidad suministrada a través de una conexión técnica directa

Para la electricidad producida dentro de la instalación mediante producción separada (es decir, no derivada de la PCCE), el factor de emisión EF_{El} se calcula utilizando la mezcla de combustibles específica y la siguiente ecuación:

$$EF_{El} = [(\sum AD_i \cdot NCV_i \cdot EF_i + Em_{FGC})] / El_{prod} \text{ (Ecuación 47)}$$

Donde:

AD_i son los datos anuales de la actividad (es decir, las cantidades consumidas) de los combustibles i utilizados para la producción de electricidad, expresados en toneladas o Nm^3 ,

NCV_i son los valores caloríficos netos de los combustibles i expresados en TJ/t o TJ/Nm^3 ,

EF_i es el factor de emisión de los combustibles i expresado en $t CO_2/TJ$,

Em_{FGC} son las emisiones de proceso procedentes de la limpieza de gases de combustión expresadas en $t CO_2$,

El_{prod} es la cantidad neta de electricidad producida expresada en MWh. Podrá incluir cantidades de electricidad producida a partir de otras fuentes distintas a la combustión de combustibles.

Estos parámetros son fácilmente accesibles si se utiliza el enfoque basado en el cálculo para el seguimiento de las emisiones directas (véase la sección 6.5.1).

Cuando un gas residual (puede consultarse una definición en la sección 6.7.5) forme parte de la combinación de combustibles utilizada, para calcular EF_{El} debe utilizarse el factor de emisión estándar del gas natural indicado en el Reglamento de Ejecución, anexo VIII, en lugar del factor de emisión del gas residual (a menos que el factor de emisión del gas residual sea menor).

En el caso de la electricidad producida dentro de la instalación mediante PCCE, las emisiones de la entrada total de combustible a la unidad PCCE se distribuyen de conformidad con el método descrito en la sección 6.7.4 para obtener las emisiones correspondientes al calor y las emisiones correspondientes a la electricidad. El factor de emisión para la electricidad puede calcularse a partir de esos datos.

Si la electricidad no la produce la propia instalación, sino que es suministrada por una instalación «conectada directamente»¹⁰⁶, el factor de emisión de la electricidad se determina tal y como se indica más arriba (es decir, utilizando los mismos enfoques que si la electricidad se produjera en la instalación), pero los datos deben ser facilitados por el proveedor de la electricidad.

Factor de emisión para la electricidad recibida de la red:

¹⁰⁶ Puede suponerse que una instalación está conectada directamente si está situada en el mismo emplazamiento, o tiene el mismo titular, y, en particular, si tiene una línea directa de transporte de electricidad con la instalación que produce las mercancías incluidas en el MAFC.

- El enfoque por defecto consiste en utilizar un **factor por defecto** proporcionado por la Comisión en el Registro Transitorio MAFC, que es un factor de emisión medio de la red eléctrica del país de origen, sobre la base de datos de la Agencia Internacional de la Energía (AIE).
- Si usted, como titular, lo encuentra más apropiado, puede utilizar cualquier otro factor de emisión de la red eléctrica del país de origen, sobre la base de los **datos disponibles públicamente** que represente el factor de emisión medio¹⁰⁷ o el factor de emisión de CO₂¹⁰⁸.
- **En el caso de los contratos de adquisición de energía pueden utilizarse factores de emisión reales**, siempre que el factor de emisión se determine como se describe más arriba.

La determinación de los factores de emisión específicos utilizando instrumentos de mercado como «garantías de origen» o «certificados verdes» para las fuentes de energía renovables, etc., no está permitida.

6.7.4 Normas aplicables a la producción combinada de calor y electricidad

La producción combinada de calor y electricidad (PCCE), también denominada «cogeneración», es la generación simultánea de calor y electricidad en un único proceso integrado.

El calor producido a partir de la PCCE se recupera con fines de consumo de calor útil¹⁰⁹ en forma de agua caliente, vapor o aire caliente, mientras que la potencia de salida es normalmente electricidad (puede ser potencia mecánica). Al tratarse de un único proceso combinado, la distribución de las emisiones entre calor y electricidad debe calcularse utilizando determinadas hipótesis, con el fin de asignar emisiones a cada producción.

En el cuadro de texto que figura a continuación se ofrecen las referencias a las secciones pertinentes del anexo.

Referencias del Reglamento de Ejecución:

Anexo III, sección C. Flujos de calor; C.1: Normas para determinar el calor medible neto, y C.2.2: Factor de emisión del calor medible producido en la instalación por cogeneración

Anexo III, sección D. Electricidad; D.3: Normas para la determinación de las cantidades de electricidad, y D.4.2: Factor de emisión de la electricidad producida en la instalación por cogeneración.

¹⁰⁷ El Reglamento MAFC establece lo siguiente: «Factor de emisión para la electricidad»: *el valor por defecto, expresado en CO₂e, que representa la intensidad de las emisiones de electricidad consumida en la producción de mercancías.*

¹⁰⁸ El Reglamento MAFC establece lo siguiente: «□ “Factor de emisión de CO₂”: la media ponderada de la intensidad de CO₂ de la electricidad producida a partir de combustibles fósiles dentro de una zona geográfica; el factor de emisión de CO₂ es el resultado de la división de los datos de emisión de CO₂ del sector de la electricidad por la producción bruta de electricidad basada en combustibles fósiles en la zona geográfica correspondiente; se expresa en toneladas de CO₂ por megavatio/hora».

¹⁰⁹ Cuando se utilice calor para refrigerar mediante un proceso de refrigeración por absorción, ese proceso de refrigeración se considerará un proceso consumidor de calor.

El Reglamento de Ejecución establece un enfoque para la atribución de las emisiones relacionadas con la PCCE a los procesos de producción, que se basa en el cálculo de los factores de emisión específicos para las salidas de calor y electricidad¹¹⁰ mediante PCCE. Este enfoque se resume más abajo, junto con la información necesaria para dichos cálculos.

Información necesaria para atribuir las emisiones relativas a la producción combinada de calor y electricidad a los procesos de producción

Con el fin de calcular la distribución de las emisiones entre las salidas de calor y electricidad resultantes de la PCCE, debe recopilar la siguiente información, según proceda:

- a) Cantidad total de la entrada de combustible en la PCCE en el período de notificación:

$$E_{In} = \sum_i AD_i \cdot NCV_i \quad (\text{Ecuación 33})$$

Donde:

E_{In} es la entrada de energía procedente de los combustibles

AD_i son los datos de la actividad (es decir, las cantidades consumidas) de los combustibles i [toneladas o Nm^3]

NCV_i es el valor calorífico neto [TJ/t o TJ/m^3] de los combustibles i

Estos parámetros son fácilmente accesibles si se utiliza el enfoque basado en el cálculo para el seguimiento de las emisiones directas (véase la sección 6.5.1).

- b) Calor producido mediante PCCE: en este caso, el nivel de actividad es la cantidad neta de calor medible Q_{net} producida mediante producción combinada de calor y electricidad expresada en TJ durante el período de notificación. Las normas para determinar los flujos de calor pueden consultarse en la sección 6.7.2.

- c) Electricidad producida mediante PCCE: en este caso, el nivel de actividad es la cantidad neta de electricidad (o energía mecánica, cuando proceda) expresada en TJ producida mediante PCCE durante el período de notificación. La cantidad neta de electricidad es la cantidad de electricidad exportada (que sale de los límites del sistema) de la unidad PCCE, después de restar la electricidad consumida internamente («carga parásita»).

- d) Total de emisiones de la producción combinada de calor y electricidad: que comprende las emisiones de la entrada de combustible en la producción combinada de calor y electricidad, así como la cantidad de emisiones derivadas de la limpieza de gases de

¹¹⁰ Las normas relativas a la electricidad también se aplican a la producción de energía mecánica, en su caso.

combustión, en toneladas de CO₂ al año. La cantidad total de emisiones expresadas en t CO₂ se calcula mediante la siguiente ecuación.

$$Em_{CHP} = \sum_i AD_i \cdot NCV_i \cdot EF_i + Em_{FGC} \quad (\text{Ecuación 37})$$

Donde:

Em_{CHP} son las emisiones de la PCCE en el período de notificación [t CO₂]

Em_{FGC} son las emisiones de proceso procedentes de la limpieza de gases de combustión [t CO₂]

AD_i , NCV_i y EF_i tienen el mismo significado que el descrito anteriormente, en la letra a)

e) Eficiencia media para el calor y para la electricidad durante el período de notificación: estos valores adimensionales se calculan a partir de las entradas de a), b) y c), de acuerdo con las siguientes ecuaciones. No obstante, si las entradas de a), b) y c) no están disponibles, se utilizará la eficiencia presentada en f).

$$\eta_{heat} = \frac{Q_{net}}{E_{In}} \quad y \quad \eta_{el} = \frac{E_{el}}{E_{In}} \quad (\text{Ecuaciones 38 y 39})$$

Donde:

η_{heat} es la eficiencia térmica media durante el período de notificación

Q_{net} es la cantidad neta de calor [TJ] producido durante el período de notificación

E_{In} es la entrada de energía [TJ] calculada a partir de a)

η_{el} es la eficiencia eléctrica media durante el período de notificación

E_{el} es la cantidad neta de electricidad [TJ] producida durante el período de notificación, a partir de c)

f) Eficiencia estándar y de diseño: si a usted, como titular, no le resulta viable técnicamente determinar la eficiencia térmica y eléctrica por separado, o si ello le generaría costes irrazonables, debe utilizar los valores basados en la **documentación técnica del fabricante** (es decir, los **valores de diseño**). Si tampoco puede acceder a ellos, puede utilizar unos valores estándar de la eficiencia de **55 % para el calor y 25 % para la electricidad** en los siguientes cálculos:

g) Eficiencias de referencia: se utilizan en el cálculo de los factores de atribución para las emisiones. Los valores de eficiencia de referencia se utilizan para la producción de calor en una caldera autónoma, y para la producción de electricidad sin cogeneración. Usted, como titular, debe seleccionar el valor adecuado de eficiencia de referencia para la electricidad y el calor específico del combustible de los cuadros 1 y 2 del anexo IX del Reglamento de Ejecución. Dichos factores se incluyen también en el Annex D de este documento de orientación.

h) Los factores de atribución para el calor y la electricidad se calculan a continuación, como sigue.

$$F_{CHP,Heat} = \frac{\eta_{heat}/\eta_{ref,heat}}{\eta_{heat}/\eta_{ref,heat} + \eta_{el}/\eta_{ref,el}} \quad (\text{Ecuación 40})$$

$$F_{CHP,El} = \frac{\eta_{el}/\eta_{ref,el}}{\eta_{heat}/\eta_{ref,heat} + \eta_{el}/\eta_{ref,el}} \quad (\text{Ecuación 41})$$

Donde:

$F_{CHP,Heat}$ es el factor de atribución para el calor

$F_{CHP,El}$ es el factor de atribución para la electricidad (o la energía mecánica, en su caso)

$\eta_{ref,heat}$ es la eficiencia de referencia para la producción de calor en una caldera autónoma

$\eta_{ref,el}$ es la eficiencia de referencia de la producción de electricidad sin cogeneración

i) Factores de emisión específicos para el calor medible y la electricidad relativos a la PCCE: Los factores que deben utilizarse para la atribución de las emisiones (directas e indirectas) relacionadas a los procesos de producción se calculan como se indica a continuación:

$$EF_{CHP,Heat} = Em_{CHP} \cdot F_{CHP,Heat} / Q_{net} \quad (\text{Ecuación 42})$$

$$EF_{CHP,El} = Em_{CHP} \cdot F_{CHP,El} / E_{El,prod} \quad (\text{Ecuación 43})$$

Donde:

$EF_{CHP,heat}$ es el factor de emisión para la producción de calor medible en la unidad PCCE expresado en t CO₂/TJ

$EF_{CHP,El}$ es el factor de emisión para la producción de electricidad en la unidad PCCE expresado en t CO₂/TJ

Q_{net} es el calor neto producido por la unidad de cogeneración expresado en TJ

$E_{El,prod}$ es la electricidad producida por la unidad PCCE expresada en TJ

6.7.5 Normas aplicables a la energía y las emisiones de gases residuales

Los gases residuales son el resultado de la combustión incompleta o las reacciones químicas que se producen en determinados procesos de producción, en particular en el sector de la fundición, el hierro y el acero; por ejemplo, el gas de coquería (COG), el gas de alto horno (BFG) y el gas de horno de oxígeno básico (BOFG), también conocido como «gas de convertidor».

Estos gases residuales son una mezcla de CO₂ y carbono parcialmente oxidado, normalmente monóxido de carbono (CO), y en ocasiones hidrógeno (H₂) y otros gases, por lo tanto, tienen un contenido energético recuperable a través de su uso como combustible, además de contener emisiones «inherentes» resultantes del proceso de producción.

En el cuadro de texto que figura a continuación se ofrecen las referencias a las secciones pertinentes del anexo.

Referencias del Reglamento de Ejecución:

Anexo III, secciones B4, Requisitos de los datos de la actividad; B.5, Requisitos de los factores de cálculo para el CO₂; B.8, Requisitos aplicables al seguimiento de las transferencias de CO₂ entre instalaciones; F, Normas para la atribución de las emisiones de una instalación a las mercancías.

Anexo VIII. Factores estándar utilizados en el seguimiento de las emisiones directas a nivel de instalación.

Se prefieren la recuperación y el uso de los gases residuales como combustible para la producción de electricidad o calor al purgado o la combustión en antorcha, porque es eficiente en materia de energía y evita emisiones que, de otro modo, se producirían mediante la combustión de otro combustible para producir esta energía.

En las siguientes secciones se aborda la cuantificación de la energía y la atribución de las emisiones directas de los gases residuales a los procesos de producción. También se aborda el tratamiento de las antorchas, como caso especial.

6.7.5.1 Determinación de los datos de la actividad para los gases residuales

De acuerdo con la definición que figura en el Reglamento de Ejecución, un gas residual debe cumplir las tres condiciones siguientes:

- Contener carbono parcialmente oxidado (normalmente en forma de CO).
- Presentar un estado gaseoso en condiciones normales (conviene señalar que es posible que alguna de las fracciones orgánicas del flujo del gas residual pueda condensarse en estas condiciones).
- Producirse como resultado de uno de los procesos enumerados en la definición de «emisiones de proceso», en particular: a) la reducción química, electrolítica o pirometalúrgica de compuestos metálicos presentes en minerales, concentrados y materiales secundarios; b) la eliminación de impurezas de los metales y compuestos metálicos; d) la síntesis química de productos y productos intermedios, cuando el material que contiene carbono participa en la reacción; e) el uso de aditivos o materias primas que contienen carbono; f) la reducción química o electrolítica de óxidos de metaloides o de no-metales, tales como óxidos de silicio y fosfatos.

Los gases residuales incluidos se utilizan en el proceso de producción o en la instalación en la que se originan, o bien son transferidos a un proceso de producción o instalación distintos; por ejemplo, en las acerías integradas, el gas de alto horno y el gas de convertidor pueden utilizarse tanto para los procesos anteriores (por ejemplo, fabricación de coque) como para los procesos posteriores (por ejemplo, laminado), así como para la producción de electricidad.

Los procesos industriales no dependen únicamente de los gases residuales y también deben funcionar en configuraciones autónomas y, por lo tanto, utilizan gas residual indistintamente con otros combustibles, por ejemplo, gas natural.

Para determinar la cantidad de electricidad consumida o producida por un proceso de producción deben medirse los suministros de gas.

6.7.5.2 Requisitos de seguimiento aplicables a los gases residuales y las chimeneas

Para los gases residuales, debe realizarse el seguimiento tanto los factores de cálculo (VCN y factor de emisión o contenido de carbono) como el volumen en metros cúbicos normales del gas residual en cuestión tal y como se establece en el Reglamento de Ejecución, anexo III, secciones B.4 y B.5. Puede consultarse una explicación de los requisitos pertinentes en las secciones 6.5.1.3 y 6.5.1.4, respectivamente. Además, deben tenerse en cuenta las normas relativas a la selección de las mejores fuentes de datos disponibles (sección 6.4.4).

Antorchas

En el caso de las antorchas, el seguimiento debe cubrir tanto la combustión en antorchas habituales como en la relacionada con operaciones (disparo, arranque y parada, así como descargas de emergencia) en procesos de producción que utilicen gas residual.

Al calcular las emisiones de los gases quemados, debe incluir:

- Las emisiones de los gases de antorcha quemados;
- Las emisiones de la combustión de los combustibles necesarios para el funcionamiento de la antorcha, es decir, llama piloto y combustibles para la combustión del gas de antorcha, y
- **El CO₂ inherente¹¹¹** en el flujo fuente del gas quemado.

Si un seguimiento más exacto es técnicamente inviable o generaría costes irrazonables, debe utilizarse un factor de emisión de referencia de **0,00393 t CO₂/Nm³**¹¹².

6.7.5.3 Atribución de emisiones directas

Los gases residuales pueden ser utilizados íntegramente dentro del mismo proceso de producción en el que hayan sido producidos, o pueden ser transferidos más allá de los límites del sistema del proceso de producción que produzca la mercancía. En las situaciones en las que no se utilicen dentro del mismo proceso de producción, se utilizan las fórmulas indicadas en la sección 6.2.2.2 para calcular las emisiones atribuidas del proceso de producción.

6.8 Cálculo de las emisiones implícitas de las mercancías complejas

En la sección 6.2.2 se describe el enfoque para la atribución de las emisiones a nivel de instalación a los procesos de producción, y en la sección 6.2.2.3 se indica la fórmula para el cálculo de las emisiones implícitas de las mercancías a partir de esas emisiones atribuidas. De ello se desprende que, para determinar las emisiones implícitas de las mercancías, es necesario determinar otros parámetros. Estos últimos constituyen el tema de esta sección:

¹¹¹ Es CO₂ que ya forma parte del flujo fuente, véase la sección 6.5.6.1.

¹¹² El factor de emisión de referencia corresponde a la combustión de etano puro y se utiliza como valor sustitutivo prudente para los gases de la antorcha.

- Las normas para el seguimiento del tipo y la cantidad de mercancías MAFC con el fin de determinar el «nivel de actividad» del proceso de producción pueden consultarse en la sección 6.8.1;
- En la sección 6.8.2 se ofrecen orientaciones sobre el seguimiento de los datos relativos a los precursores.

6.8.1 Normas aplicables a las mercancías producidas

De conformidad con lo establecido en la sección 6.2.2.3, usted, como titular, debe determinar el nivel de actividad de cada proceso de producción, es decir, la cantidad de mercancías producidas en su instalación, para un período de notificación dado. Como se explica en la sección relativa a las definiciones (6.1.1), para obtener el nivel de actividad se suman las cantidades de mercancías de la misma «categoría de mercancías agregadas».

6.8.1.1 Cantidad de mercancías producidas

El nivel de actividad (cantidad producida) de una mercancía producida por su instalación se calcula como la masa total de las mercancías que salgan del proceso de producción que cumplan la especificación de producto correspondiente a una categoría de mercancías agregadas correspondientes a un código NC enumerada en el Reglamento MAFC. Puede incluir tanto productos acabados como precursores utilizados para la producción de otras mercancías.

Prevención de la «doble contabilización»

Con el fin de evitar la **doble contabilización** de la producción, en el nivel de actividad de una categoría de mercancías agregadas solamente se contabiliza la cantidad de producto acabado que salga de los límites del sistema del proceso de producción. Únicamente se tienen en cuenta los productos que cumplen las especificaciones exigidas, es decir, productos vendibles o productos que se utilicen como precursores dentro de la misma instalación. Por tanto, quedan excluidos del nivel de actividad notificado, los siguientes:

- Producto que no cumpla la calidad o especificaciones deseadas y se devuelva al mismo proceso de producción para su reprocesamiento.
- Chatarra, subproducto o residuos del proceso de producción, también cuando se envíen a una instalación distinta para su reprocesamiento o eliminación.

Como consecuencia de ello, para los productos vendibles se contabilizan todas las emisiones atribuidas del proceso de producción, mientras que la chatarra y los residuos tienen cero emisiones implícitas, es decir, se evita efectivamente la doble contabilización. Desde un punto de vista medioambiental, esto incentiva la reducción del consumo de materiales, o la evitación de chatarra y residuos, ya que un proceso que produzca poca chatarra tendrá menos emisiones implícitas.

6.8.1.2 Requisitos de seguimiento

Usted, como titular, debe identificar en primer lugar todas las mercancías que se produzcan en su instalación, así como sus códigos NC aplicables. Deben establecerse procedimientos para el seguimiento de la lista de mercancías y para determinar la cantidad de mercancías producidas por cada proceso de producción. Estos procedimientos deben documentarse en

la documentación relativa a la metodología de seguimiento de la instalación. A continuación se analizan los aspectos más importantes.

Seguimiento de las mercancías

Debe establecerse y revisarse periódicamente una lista exhaustiva de productos (y precursores) producidos en la instalación, que incluya lo siguiente:

- Las especificaciones de producto de las mercancías incluidas en la lista deben revisarse con el fin de garantizar que coincidan con los códigos NC que figuran en el anexo I del Reglamento MAFC, así como en el cuadro 1, sección 2, del anexo II del Reglamento de Ejecución (véase la sección 5 de este documento de orientación).
- Las mercancías incluidas en la lista deben atribuirse correctamente a las rutas de producción pertinentes para los procesos de producción de la instalación.
- La lista de mercancías debe actualizarse con el fin de incluir cualquier mercancía nueva que se produzca por primera vez. Debe identificarse el código NC del nuevo producto.
- Si el nuevo producto pertenece a una categoría de mercancías agregadas que anteriormente no perteneciera a la instalación, usted, como titular, tendrá que definir un proceso de producción adicional para el seguimiento por separado de las emisiones implícitas de esa mercancía, salvo que el «enfoque de burbuja» le permita incluir la nueva mercancía en un proceso existente (véase la sección 6.3).
- Todas las entradas, salidas y emisiones relacionadas correspondientes a la nueva mercancía producida deben atribuirse al proceso de producción pertinente.

La inclusión de un nuevo tipo de mercancía puede cambiar la atribución existente de las entradas, salidas y emisiones a los productos y precursores existentes de una instalación y, por lo tanto, la revisión también debe tener esto en cuenta. La documentación escrita relativa a la metodología de seguimiento debe actualizarse sin demora indebida y el seguimiento debe iniciarse de inmediato utilizando la metodología actualizada.

Métodos para determinar la cantidad de mercancías

En principio, para la cuantificación de las mercancías producidas se aplican los mismos métodos que para el seguimiento de los datos de la actividad para los flujos fuente. Puede consultarse información detallada en la sección 6.5.1.3. Son aplicables las normas para seleccionar las mejores fuentes de datos disponibles (sección 6.4.4).

Dado que, habitualmente, las cantidades de mercancías producidas y vendidas son elementos esenciales del informe financiero de una empresa, dichos datos deben estar disponibles para el MAFC sin ningún esfuerzo adicional. Los titulares deben garantizar la coherencia de sus datos relativos al MAFC con los informes sujetos a auditorías financieras, y utilizar dichos informes para corroborar el cálculo de sus emisiones implícitas.

Seguimiento de la calidad de las mercancías

Dependiendo del sector industrial y de las mercancías producidas, el importador de la UE notificará otros parámetros en el informe MAFC trimestral. Por tanto, usted, como titular, debe poder proporcionar la información pertinente al importador. Estos requisitos de

notificación adicionales se indican en la sección 7 en relación con cada sector. Algunos de estos parámetros requieren información de calidad de sus productos, como, por ejemplo, el contenido en *clinker* del cemento, el contenido de determinados elementos de aleación en el acero, la cantidad de chatarra utilizada para la producción de acero y aluminio, la concentración de ácido nítrico y amoníaco hidratado, y el contenido de distintas formas de nitrógeno en los abonos mezclados.

Al tratarse de información cualitativa, en principio, son aplicables las normas establecidas para los factores de cálculo en la sección 6.5.1.4. Esto quiere decir que —cuando proceda— puede que tengan que realizarse análisis de laboratorio. Sin embargo, en muchos casos, dichos análisis se realizarán de todas formas como parte del control de calidad de la producción, con el fin de garantizar el cumplimiento de las especificaciones del cliente. En algunos casos podrá resultar más adecuado calcular los parámetros necesarios sobre la base de un balance de masas de los insumos del proceso, pero se supone que será posible determinar los parámetros necesarios sin tener que realizar un esfuerzo irrazonable. Los métodos utilizados deben figurar en la documentación relativa a la metodología de seguimiento y revisarse periódicamente.

Conviene señalar que existe la posibilidad de diferenciar las mercancías por su calidad y la notificación brinda a los titulares la oportunidad de proporcionar datos a los importadores con un nivel de detalle mayor que los meros códigos NC. Por ejemplo, si usted vende tres calidades distintas de abonos mezclados, podría indicar tres mercancías distintas con el mismo código NC y con emisiones implícitas y datos de composición distintos en la plantilla de comunicación que pone a disposición de los importadores de la UE. Por norma general, los titulares pueden utilizar la media anual de la medición de la calidad correspondiente a todo el proceso de producción a efectos de notificación en el mismo código NC. Alternativamente, si el titular puede acceder a posibilidades de seguimiento más completas, se alienta a utilizar un seguimiento «por producto».

6.8.2 Normas para el seguimiento de los datos relativos a los precursores

Para realizar el cálculo de las emisiones implícitas de las mercancías complejas como se establece en la sección 6.2.2.3, es necesario añadir las emisiones implícitas de los materiales precursores a las emisiones indirectas atribuidas al proceso de producción. Serán de aplicación las siguientes normas:

- Cuando los precursores pertinentes se produzcan en la misma instalación y en el mismo proceso de producción utilizando un «enfoque de burbuja» (véase la sección 6.3) no es necesario realizar el seguimiento ni el cálculo por separado. Solamente deben ser objeto de seguimiento los precursores de otros procesos de producción u obtenidos de otras instalaciones.
- Cuando un precursor pertinente se produzca dentro de la misma instalación, utilizando un proceso de producción distinto al de la producción de la mercancía compleja:
 - Debe determinarse la cantidad del precursor pertinente consumido por cada proceso de producción de la mercancía compleja.
 - Las emisiones directas e indirectas implícitas específicas del precursor deben calcularse por separado, y deben corresponder a la media del período de notificación.
- Para los precursores pertinentes obtenidos de otras instalaciones:

- La cantidad del precursor consumida y las emisiones directas e indirectas implícitas deben determinarse o contabilizarse por separado para cada instalación de la que se obtenga el precursor pertinente.
- Las emisiones directas e indirectas implícitas específicas del precursor deben ser comunicadas por el titular de la instalación que suministre el precursor. Con el fin de garantizar la exhaustividad de los datos, los productores de precursores deben utilizar la plantilla de comunicación voluntaria indicada en la sección 6.11 para notificar los datos sobre el precursor suministrado.
- No obstante, si estos no son concluyentes, podrán utilizarse valores por defecto para calcular las emisiones implícitas totales resultantes de la cantidad de precursor consumida, pero solamente cuando la contribución de los precursores no supere el 20 % del total de las emisiones implícitas (véase la sección 6.9).



Si se obtienen materiales precursores de otras instalaciones, la sección E del anexo III del Reglamento de Ejecución le obliga, como titular que produce una mercancía compleja, a solicitar los siguientes datos al productor del material precursor:

- El país de origen de las mercancías importadas.
- La instalación en la que fue producido, identificada mediante
 - el identificador único de la instalación, si está disponible;
 - el Código de Localidades de las Naciones Unidas a efectos de comercio y transporte aplicable de la localidad;
 - una dirección exacta y su transcripción en lengua inglesa; y
 - las coordenadas geográficas de la instalación.
- La ruta de producción utilizada conforme a lo establecido en la sección 3 del anexo II del Reglamento de Ejecución.
- Los valores de los parámetros específicos aplicables requeridos para la determinación de las emisiones implícitas, como se indica en la sección 2 del anexo IV del Reglamento de Ejecución.
- Las emisiones directas e indirectas implícitas específicas del precursor como la media del período de notificación más reciente disponible, expresadas en toneladas de CO₂e por tonelada del precursor. Cuando los materiales precursores obtenidos de otra instalación se produjeron en períodos de notificación diferentes, deben utilizarse los valores medios de las emisiones implícitas específicas correspondientes al período de notificación más reciente disponible.
- La fecha de inicio y finalización del período de notificación utilizada por la instalación de la que se haya obtenido el precursor.
- La información sobre el precio del carbono pagadero por el precursor, si procede.

Si se utiliza la plantilla de comunicación de la Comisión, se garantizará automáticamente que dichos datos estén completos.

6.9 Utilización de factores por defecto y otros métodos

Cuando usted, como titular, no tenga disponibles todos los datos necesarios para el cálculo de las emisiones implícitas, debe suplir las lagunas de datos mediante los mejores datos disponibles o un método de estimación. En el caso de lagunas de datos menores en los datos de su instalación (por ejemplo, si falta un análisis de una partida de combustible), debe disponer de un método de estimación adecuado en su documentación relativa a la metodología de seguimiento (véase la sección 6.9.3).

Para las demás situaciones, existen **«valores por defecto»** para las **emisiones directas e indirectas específicas** de las mercancías y los precursores, que usted, como titular, puede utilizar para sus precursores adquiridos en determinadas condiciones (véase la sección 6.9.1), y que también pueden utilizar los declarantes de la UE durante un tiempo limitado al comienzo del período transitorio. Además, la Comisión facilita valores por defecto correspondientes a los **factores de emisión de la electricidad** para el cálculo de las emisiones indirectas (véase la sección 6.9.2).

Por otro lado, puede darse el caso de que usted ya tenga establecido algún sistema para el seguimiento y la notificación de las emisiones de GEI, y tenga que preparar la transición a la plena aplicación de la metodología MAFC establecida en el Reglamento de Ejecución MAFC (es decir, al cumplimiento de los métodos descritos en la sección 6 del presente documento). Puede consultar orientaciones al respecto en la sección 6.9.4.

6.9.1 *Valores por defecto para las emisiones implícitas específicas*

Los valores de los factores de emisión por defecto han sido calculados por la Comisión Europea (tanto para las emisiones directas como para las indirectas, en su caso) por código NC, y están disponibles en el sitio web de la Comisión Europea específico para el MAFC:

- Los valores por defecto que se proporcionan en el nivel de cuatro dígitos del código NC son aplicables a todas las mercancías que se incluyan en esta categoría de cuatro dígitos del código NC (es decir, independientemente de los dígitos que figuren a continuación de estos cuatro primeros dígitos).
- Los valores por defecto facilitados en el nivel de seis dígitos del código NC se aplican a todas las mercancías que se incluyen en la categoría de seis dígitos del código NC.
- Los valores por defecto suministrados en el nivel de ocho dígitos del código NC solamente son aplicables a las mercancías específicas de dicho código NC de ocho dígitos —en la mayoría de los casos, estos códigos de ocho dígitos corresponden a la industria del acero—, lo que refleja la variedad de rutas de producción y elementos de aleación utilizados.
- En muchos casos, un mismo valor por defecto es aplicable a varios códigos NC.

Estos valores por defecto se pueden utilizar como las emisiones directas implícitas o indirectas específicas de las mercancías precursoras que se utilicen como insumos y se consuman en el proceso de producción de otras mercancías MAFC, cuando las intensidades de las emisiones reales de esas mercancías precursoras no estén disponibles. Esto suele suceder cuando el proveedor de su precursor no comunica los datos pertinentes en el plazo establecido.

El artículo 4, apartado 3, y el artículo 5 del Reglamento de Ejecución MAFC **limitan el uso de valores por defecto**:

- Sin límites cuantitativos hasta el 31 de julio de 2024 (es decir, para ser utilizados en los tres primeros informes MAFC trimestrales). Por consiguiente, a los importadores de la UE se les permite utilizar estos valores para garantizar el cumplimiento de los requisitos del MAFC, si no reciben a tiempo los datos pertinentes de los titulares de las instalaciones en las que se producen mercancías MAFC. A usted, como titular, esto le permite suplir las lagunas de datos relativas a los datos de sus precursores adquiridos que comunique a sus importadores con respecto al mismo período.
- Sin límites temporales, pero con límites cuantitativos: en el caso de las mercancías complejas, hasta el 20 % del total de las emisiones implícitas puede determinarse con estimaciones. La utilización de los valores por defecto proporcionados por la Comisión se consideraría una «estimación». A usted, como titular, esto le brinda dos opciones de simplificación con respecto a su seguimiento:
 - Si produce mercancías complejas y compra precursores que contribuyen a menos del 20 % del total de las emisiones implícitas, podrá utilizar los valores por defecto en lugar de solicitar al proveedor que le facilite los datos pertinentes.
 - Si los precursores contribuyen a la mayor parte de las emisiones implícitas de su producto (por ejemplo, si compra alambres de acero con los que producir tuercas y tornillos), podrá aplicar «estimaciones» a sus propios procesos de producción, siempre que reciba datos fiables sobre las emisiones implícitas de los precursores de sus productores, y que la contribución de sus propios procesos de producción no exceda el 20 % del total de las emisiones implícitas. En este caso, la «estimación» para sus propias emisiones puede conllevar el uso de enfoques de seguimiento de otros sistemas de seguimiento, notificación y verificación, si los métodos indicados en el anexo III del Reglamento de Ejecución resultan demasiado gravosos para su instalación.

Los participantes que deseen utilizar los valores por defecto determinados por la Comisión deben tener en cuenta que estos se establecen con un nivel de intensidad de las emisiones relativamente elevado y, por consiguiente, puede resultar más favorable utilizar los valores reales correspondientes a las mercancías precursoras cuando se disponga de ellos. Por otra parte, los valores por defecto pueden servirle de herramienta para comprobar la verosimilitud de sus datos reales, ya que los valores por defecto se determinan como valores medios globales sobre la base de puentes disponibles públicamente.

6.9.2 Factores de emisión por defecto para la electricidad de la red

En la sección 6.7.3.2 puede consultar las normas aplicables al uso de valores por defecto para el factor de emisión de red eléctrica con fines de cálculo de las emisiones indirectas implícitas.

6.9.3 *Lagunas de datos menores en los datos de seguimiento de la instalación*

Cuando se produzcan lagunas de datos en las actividades diarias de seguimiento de las emisiones en la instalación, el Reglamento de Ejecución exige que los datos de sustitución consistan en estimaciones prudentes, es decir, en datos que garanticen que no se infravaloren las emisiones y que no se sobrevaloren los niveles de actividad (datos relativos a la producción). Pueden aplicarse las siguientes directrices:

- Si falta un factor de cálculo en una metodología basada en el cálculo (por ejemplo, porque no se ha tomado a tiempo una muestra o no se ha realizado un análisis de laboratorio), será fácil sustituirlo por un valor estándar (véase la sección 6.5.1.4).
- Si faltan datos de la actividad (sección 6.5.1.3) (por ejemplo, porque no se pesó un camión), puede ser buena idea utilizar la masa media de cargas de camiones similares en el mismo período de notificación, añadiendo algún suplemento (por ejemplo, una desviación típica) a los datos para garantizar que la estimación sea prudente.
- Si un instrumento de medición no funciona correctamente, se reemplazará tan pronto como sea posible. Entretanto, podrá utilizarse un instrumento que presente un mayor grado de incertidumbre, de estar disponible. Si no hay ningún otro instrumento disponible, los datos que falten deben estimarse de forma prudente. Para los caudalímetros, podrá utilizarse un caudal medio determinado durante el mismo período de notificación, añadiendo algún suplemento (por ejemplo, una desviación típica) a los datos para garantizar que la estimación sea prudente. En otros casos, por ejemplo, para las mediciones del calor, la estimación podría basarse en la eficiencia energética del proceso determinada a lo largo del período de notificación, añadiendo algún suplemento.
- El enfoque seleccionado para suplir la carencia de datos debe registrarse por escrito en la documentación relativa a la metodología de seguimiento de cara a futuros usos. Por otro lado, debe realizarse una revisión periódica para identificar opciones encaminadas a evitar lagunas de datos similares en el futuro (por ejemplo, asegurándose de que haya existencias de unidades de reserva de los instrumentos de medición críticos).

6.9.4 *Uso transitorio de otros sistemas de seguimiento y notificación de las emisiones de GEI*

En el momento de introducción del MAFC, numerosos titulares e instalaciones a escala mundial han establecido ya sistemas de seguimiento y notificación de sus emisiones de GEI para distintos fines, como la determinación de la huella de carbono de su empresa o producto, varios regímenes de notificación de responsabilidad corporativa, o para sistemas de fijación del precio del carbono tales como impuestos sobre el CO₂, regímenes de comercio de derechos de emisión o mercados voluntarios de carbono. Si bien estos sistemas de notificación presentan algunos principios comunes¹¹³, difieren en numerosos

¹¹³ Las normas para determinar las emisiones implícitas de las mercancías MAFC se basan en normas del RCDE de la UE con el fin de garantizar un precio del carbono equivalente. El RCDE de la UE, a su vez, ha basado su sistema de seguimiento, notificación y verificación en las directrices del IPCC y en normas industriales disponibles en el momento en que se desarrolló. Por tanto, existe un grado de compatibilidad considerable entre muchos sistemas de fijación del precio del carbono y de seguimiento, notificación y

detalles técnicos. Sin embargo, la legislación MAFC los considera un punto de partida útil para preparar a los titulares para la aplicación de las normas de seguimiento detalladas del MAFC después de un período transitorio. El Reglamento de Ejecución MAFC establece los siguientes límites para el uso de otros sistemas de seguimiento, notificación y verificación:

- **Hasta el 31 de julio de 2024** (es decir, para los tres primeros informes MAFC trimestrales) podrán utilizarse «otros métodos para determinar las emisiones», por ejemplo, como se ha mencionado en la sección 6.9.2, el uso de valores por defecto, aunque esta no es la única posibilidad. Son aplicables otros sistemas de seguimiento, notificación y verificación de otros regímenes de comercio de derechos de emisión y sistemas de notificación tales como el Protocolo de GEI (a nivel de instalación o de producto) y la notificación conforme a las normas ISO 14065 o ISO 14404. Para garantizar la misma cobertura de las emisiones implícitas que con el MAFC, puede que sea necesario realizar ajustes en los datos de las emisiones, y dichos ajustes son recomendables (véase más abajo).
- **Hasta el 31 de diciembre de 2024**, podrán utilizarse los siguientes métodos de seguimiento y notificación, siempre que **garanticen una cobertura y una exactitud de los datos sobre emisiones** similares a los de las normas de seguimiento del Reglamento de Ejecución MAFC:
 - a) un sistema de fijación del precio del carbono en el lugar en el que se encuentre la instalación, o
 - b) un sistema obligatorio de seguimiento de las emisiones en el lugar donde se encuentre la instalación, o
 - c) un sistema de seguimiento de las emisiones en la instalación que pueda incluir la verificación por un verificador acreditado.
- **A partir del 1 de enero de 2025**, el único enfoque permitido para las desviaciones con respecto a las normas de seguimiento del MAFC es el uso de «estimaciones» de hasta el 20 % del total de las emisiones implícitas de una mercancía MAFC. Esto incluye el uso de valores por defecto, pero también de otras estimaciones o sistemas de seguimiento, notificación y verificación conforme a lo indicado para el período previo al 1 de enero de 2025, siempre que se respete el límite del 20 %.

El punto a) se refiere en particular a los impuestos sobre el carbono y los regímenes de comercio de derechos de emisión (RCDE) regulados por organismos gubernamentales como el RCDE del Reino Unido, el RCDE de Corea y otros regímenes de comercio de derechos de emisión (obligatorios) nacionales o regionales actuales o futuros. El punto b) se refiere a las obligaciones jurídicas de notificación de datos de emisiones, tales como el programa de notificación de GEI de la Agencia para la Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos, o los sistemas de seguimiento, notificación y verificación que se utilizan como preparación para el establecimiento de un régimen de comercio de derechos de emisión. El punto c) incluye proyectos a nivel de instalación, como proyectos relacionados con el Mecanismo de Desarrollo Limpio en las instalaciones.

Si usted (como titular) opta por utilizar alguna de dichas metodologías de seguimiento, debe facilitar al importador información acerca del sistema de seguimiento, notificación y

verificación. Sin embargo, para que ofrezca la misma cobertura de las emisiones que con el RCDE de la UE, las normas aplicables al MAFC establecen límites del sistema específicos, que no son plenamente compatibles con otros códigos normativos sobre el seguimiento, la notificación y la verificación, tales como el Protocolo de GEI o determinadas normas ISO.

verificación utilizado, ya que el declarante notificador tiene que facilitar «información adicional y una descripción de la base metodológica de las normas utilizadas para determinar las emisiones implícitas» en el informe MAFC trimestral.

Ajuste del alcance de las emisiones de GEI de otros sistemas de seguimiento

Como se muestra en el Cuadro 6-1 (página 98), los sistemas de seguimiento de las emisiones de GEI pueden tener alcances distintos y con desviaciones con respecto al MAFC. En particular, cuando un titular utilice las normas de un sistema de seguimiento distinto del establecido en el Reglamento de Ejecución MAFC, podrá ser necesario realizar los siguientes ajustes:

- Si el sistema de seguimiento utilizado se aplica únicamente a datos de emisiones a nivel de instalación, los datos resultantes cubren tan solo las necesidades de la sección B del anexo III del Reglamento de Ejecución (analizada en la sección 6.5 de este documento para las emisiones directas) y de la sección D de dicho anexo (sección 6.6 de este documento) para las emisiones indirectas. Por tanto, se requieren datos adicionales para determinar las emisiones atribuidas a nivel de proceso de producción de conformidad con la sección F del anexo III del Reglamento de Ejecución (secciones 6.2.2 y 6.7 de este documento).
- Si el sistema de seguimiento utilizado arroja las emisiones de GEI específicas por tonelada de producto, puede que sea necesario sumar las emisiones del precursor, o restar las emisiones determinadas como parte de una huella de carbono pero no cubiertas por el MAFC (por ejemplo, las emisiones del transporte). Esto puede resultar complicado cuando el sistema de seguimiento en cuestión conlleve el uso de bases de datos de evaluación del ciclo de vida o valores bibliográficos que no ofrezcan información transparente sobre los límites del sistema de las emisiones de GEI.
- El MAFC exige que las emisiones directas e indirectas implícitas se notifiquen por separado en la fase transitoria. Cuando un sistema de seguimiento ofrezca únicamente emisiones de GEI agregadas de ambos tipos, los datos no pueden ser utilizados para el MAFC salvo si los datos subyacentes son suficientemente detallados como para poder distribuirlas entre emisiones directas e indirectas.

6.10 Notificación del precio efectivo del carbono pagadero

Con el fin de garantizar un tratamiento justo de las mercancías producidas en distintas instalaciones en distintos países o territorios, es necesario que usted, como titular de la instalación, informe al titular del **precio efectivo del carbono**¹¹⁴ pagadero en el lugar donde se produzcan las mercancías, antes de poder determinar la obligación MAFC relativa a las mercancías MAFC.

¹¹⁴ El Reglamento MAFC establece lo siguiente: «precio del carbono»: *el importe monetario pagado en un tercer país, en el marco de un mecanismo de reducción de las emisiones de carbono, en forma de impuesto, tasa o canon o en forma de derechos de emisión en el marco de un régimen de comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero, calculado sobre los gases de efecto invernadero contemplados por dicha medida y liberados en la producción de mercancías.*

El «**precio efectivo del carbono**» es el precio real por tonelada pagadero aplicable a los procesos de producción de la instalación y también a los insumos precursores pertinentes utilizados en la producción y debe tener en cuenta los siguientes elementos:

- El precio real de una tonelada de CO₂e en el sistema de fijación del precio del carbono del país o territorio;
- La cobertura de las emisiones de los procesos de producción en el sistema de fijación del precio del carbono (directas, indirectas, tipos de GEI, etc.)
- Cualquier «descuento»¹¹⁵ aplicable, es decir, la cantidad de asignación gratuita (en el caso de un régimen de comercio de derechos de emisión) o cualquier otra ayuda financiera, compensación o descuento de otro tipo recibido en dicho país o territorio, por tonelada del producto pertinente para el MAFC; y
- En el caso de las mercancías complejas, el precio del carbono pagadero (después de los descuentos aplicados) de cualquier insumo precursor pertinente consumido en el proceso de producción.

En el período transitorio, constituye una obligación de presentación de informes de los importadores; sin embargo, en el período definitivo, la divulgación de esta información supondrá para los importadores **un descuento en la cantidad que, de lo contrario, deberá abonar** la persona sobre quien recaiga la obligación MAFC.



Si su instalación está sujeta a un precio del carbono, tendrá que recabar información sobre el precio del carbono pagadero antes de que entre en vigor la obligación MAFC, de modo que pueda atribuirlo a los procesos de producción y a las categorías de mercancías MAFC de manera similar a cuando atribuye las emisiones a las mercancías.

Si existe un sistema de fijación del precio del carbono vigente en el país (o región o territorio más reducido) en el que esté situada su instalación, es necesario realizar un seguimiento del precio real por tonelada de CO₂e que ya se ha pagado y comunicar la información pertinente a los importadores para su informe MAFC trimestral.

El procedimiento para el seguimiento y el cálculo del precio efectivo del carbono debe incluirse en la documentación relativa a la metodología de seguimiento; además, si en el proceso de producción se utilizan precursores pertinentes de otra instalación, también debe obtener la misma información del proveedor correspondiente a cada mercancía precursora suministrada.

El precio del carbono pagadero puede atribuirse a un proceso de producción y una categoría de mercancías agregadas de un modo similar al empleado para calcular las emisiones implícitas específicas, y debe **expresarse en euros por tonelada de mercancía MAFC**. Se calcula como sigue:

- Establezca la cantidad total de emisiones producidas y el precio del carbono, y, a partir de dicha información, calcule el precio total del carbono pagadero en el

¹¹⁵ El Reglamento MAFC establece lo siguiente: «descuento»: *cualquier importe que reduzca el importe adeudado o pagado por una persona responsable del pago de un precio del carbono, antes de su pago o después, en forma monetaria o en cualquier otra forma.*

período de notificación. Este cálculo debe realizarse a nivel de proceso de producción¹¹⁶.

- Divida el precio total del carbono pagadero por las toneladas de mercancía MAFC producidas por proceso de producción para obtener el precio por tonelada de mercancía MAFC.

En el caso de las mercancías complejas, cuando los precursores pertinentes sean consumidos por el proceso de producción, debe añadirse el precio del carbono pagadero por el proveedor al asignado a la mercancía MAFC compleja, y calcularse el precio del carbono resultante.

Si el proveedor del precursor no suministra la información necesaria, usted debe asumir que el precio del carbono pagadero correspondiente al precursor es cero.

Los dos tipos de sistemas de fijación del precio del carbono en vigor son un **régimen de comercio de derechos de emisión** o un **precio del carbono en forma de impuesto, tasa o canon**. En estos casos, el tipo de información que deben notificar los titulares es:

- **Precio del carbono en el marco de un régimen de comercio de derechos de emisión:**
 - El precio medio anual de los derechos de emisión / certificados relativos a una tonelada métrica de CO₂e en la moneda correspondiente.
 - Datos sobre las normas del régimen de comercio de derechos de emisión¹¹⁷, por ejemplo, si es aplicable a las emisiones directas o indirectas.
 - Las emisiones totales con respecto a las que tiene que entregar derechos de emisión o certificados.
 - El número total de derechos de emisión o certificados que recibe gratuitamente, como una «asignación gratuita».
 - La diferencia resultante entre las emisiones y la asignación gratuita. Si esta última es superior a las emisiones, el precio del carbono pagadero debe notificarse como cero.
- **El precio del carbono en forma de impuesto, tasa o canon:**
 - El importe medio anual del impuesto, tasa o canon relativo a una tonelada métrica de CO₂e en la moneda correspondiente. Si el importe es distinto, por ejemplo, porque se utilizan combustibles distintos, debe determinarse una tasa media ponderada correspondiente a la mezcla de combustibles de su instalación para cada período de notificación.

¹¹⁶ Si se asume que todas las emisiones cubiertas por el MAFC también están cubiertas por el precio del carbono, solo tiene que distribuir el precio del carbono pagadero a nivel de instalación proporcionalmente a la distribución de las emisiones entre los procesos de producción. Sin embargo, si el precio del carbono solo es aplicable a una parte de las emisiones incluidas en el MAFC (por ejemplo, si las emisiones de proceso no están cubiertas por un impuesto sobre el combustible únicamente), podrá ser necesario aplicar un enfoque más apropiado, como la distribución por flujo fuente.

¹¹⁷ Los importadores tendrán que facilitar una descripción e indicación del acto jurídico, es decir, facilitar la referencia normativa, preferiblemente un enlace web. Por consiguiente, también debe facilitar esta información.

- Datos sobre las normas aplicables¹¹⁷ al impuesto, tasa o canon, por ejemplo, si es aplicable a las emisiones directas o indirectas o a procesos o combustibles concretos, etc.
- Las emisiones totales con respecto a las cuales tuvo que pagar el precio del carbono mediante el impuesto, tasa o canon.
- Cualquier descuento que estuviera autorizado a aplicar a su pago del impuesto, tasa o canon sobre el carbono.
- El impuesto total resultante pagado sobre el carbono. Si el descuento es superior al tipo impositivo antes de la aplicación del descuento (o reembolso), el precio del carbono pagadero debe notificarse como cero.

Es posible recurrir a otros tipos de sistemas de precios del carbono, como la financiación de la lucha contra el cambio climático basada en resultados, pero no son habituales en los sectores industriales ni tampoco admisibles con arreglo a la legislación MAFC.

En el Registro Transitorio MAFC se aplicará automáticamente el tipo de cambio entre la moneda correspondiente al precio del carbono pagadero y el euro, utilizando el tipo de cambio medio anual del año anterior, cuando el declarante notificante introduzca el informe MAFC.

Durante el período transitorio, los importadores notifican datos tanto del **precio del carbono pagadero** como de los **productos MAFC cubiertos por el precio pagadero**, conforme a lo notificado por los titulares productores de las mercancías MAFC.

6.11 Plantilla de presentación de información

En esta sección se explica cómo usted, como titular, debe contabilizar y notificar las emisiones implícitas y de la producción durante el período transitorio MAFC. Conviene señalar que, a diferencia de lo que sucede en otros sistemas de fijación del precio del carbono, no recae sobre usted, como titular, ninguna obligación formal de presentación de informes, tan solo la necesidad de *comunicar* los datos de las emisiones a los importadores de la UE de sus mercancías. En el cuadro de texto que figura a continuación se señalan las secciones clave del Reglamento de Ejecución relativas a la notificación que resultan pertinentes para el período transitorio MAFC.

Referencias del Reglamento de Ejecución:

Anexo II, sección 1. Definiciones.

Anexo III, sección F. Normas para la atribución de las emisiones de una instalación a las mercancías.

Anexo III, sección I. Comunicación del titular de los datos para ser utilizados por el declarante notificante en el informe MAFC.

Valores por defecto para el cálculo de las emisiones implícitas, determinados por la Comisión Europea y publicados en su sitio web específico para el MAFC.

Los titulares de las instalaciones son responsables del seguimiento de las emisiones implícitas de las mercancías que producen y exportan a la UE, y de notificarlas a los importadores de dichas mercancías. Los importadores o «declarantes notificantes» deben

notificar las emisiones implícitas de las mercancías importadas trimestralmente durante el período transitorio.

El contenido de la «**comunicación de los datos relativos a las emisiones**» recomendada para los declarantes notificantes puede consultarse en el anexo IV del Reglamento de Ejecución. Los declarantes notificantes utilizan la información de esta comunicación para cumplimentar sus informes MAFC en el Registro Transitorio MAFC. La estructura del informe MAFC puede consultarse en el anexo I del Reglamento de Ejecución.

La Comisión Europea ha desarrollado una **versión electrónica**, en formato de hoja de cálculo, del modelo para la **comunicación de los datos relativos a las emisiones** con el fin de ayudarle a usted, como titular, a **compartir los datos relativos a las emisiones implícitas necesarios con los declarantes notificantes**. Este modelo se presenta en el *Gráfico 6-6* y la hoja de cálculo está disponible en el sitio web de la Comisión Europea específico para el MAFC.

Gráfico 6-6: *Plantilla electrónica de comunicación voluntaria de datos. Índice*

B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
2			Navigation Area:		Table of contents				Further Guidance		Summary Processes	
3						Table of contents						Summary Products
4												
Sheet "Table of contents"												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												
21												
22												
23												
24												
25												
26												
27												
28												
29												
30												
31												
32												
33												
34												
35												
36												
37												
38												
39												
40												
41												
42												
43												
44												
45												
46												
47												
48												
49												
50												
51												
52												
53												
54												
55												
56												
57												
58												
59												
60												
The following two sheets summarise the results at process and product level, respectively:												
Summary of production processes												
Summary of products												
The following sheet summarises the main information to be communicated to the reporting declarant:												
Communication with reporting declarant												
54	Language version:		English Version (Original)									
55	Reference filename:		CBAM SEE Communication_UBA_en_200723.xls									
56												
57												
58												
59												
60												
Information about this file:												
61	Installation name:		Test installation									
62	Reference period:		from: 01.01.2023									
63			to: 31.12.2023									

Algunas de sus características más importantes son:

- Facilidad de navegación y cálculo automático de los datos relativos a las emisiones implícitas a los efectos del MAFC a partir de las entradas de datos, mostrando el modo en que se han calculado las emisiones atribuidas correspondientes a cada proceso de producción.

- Incluye información tanto de la parte 1 como de la parte 2 del informe del titular, determina qué datos necesitan los declarantes notificantes para cumplimentar el informe MAFC y qué datos son opcionales, y ofrece orientación acerca de cómo utilizar la plantilla y sobre los distintos cálculos llevados a cabo.
- Herramientas para facilitar la presentación de información, para atribuir las emisiones entre el calor y la electricidad para la PCCE y electricidad / la cogeneración y para calcular el precio del carbono pagadero.
- Fichas resumen con la información principal sobre los procesos de producción y los productos que debe comunicarse al declarante notificante para sus informes MAFC.

6.11.1 *Para los titulares*

La plantilla para la comunicación de los datos relativos a las emisiones por parte del titular consta de dos partes. En la primera figura toda la información necesaria que requiere el declarante notificante para compilar su informe MAFC, y, la segunda, es una sección opcional que constituye una medida de **mejora recomendada** para aportar **mayor transparencia** con respecto a los datos notificados en la parte 1. El contenido se resume a continuación, en el *Cuadro 6-3*:

Cuadro 6-3: Contenido de la «comunicación de los datos relativos a las emisiones» recomendada por parte del titular a los importadores

Plantilla	Resumen de la información necesaria para el período transitorio
Parte Información general	<p>1. Incluye los datos que deben comunicarse al declarante notificante.</p> <ul style="list-style-type: none"> – Datos de la instalación, que comprenden datos de identificación y ubicación de la instalación del titular, así como los datos de contacto del representante autorizado del titular. – Los procesos y las rutas de producción incluidos en cada categoría de mercancías agregadas en la instalación. – Para cada categoría de mercancías agregadas o por separado para cada mercancía por código NC: <ul style="list-style-type: none"> – Las emisiones directas e indirectas implícitas específicas de cada mercancía. Para las emisiones indirectas implícitas específicas, información sobre cómo se determinó el factor de emisión y la fuente de información utilizada. – Información sobre la calidad de los datos y los métodos (basado en el cálculo, basado en la medición u otros) utilizados para determinar las emisiones implícitas, y si se basaron íntegramente en el seguimiento o se utilizaron valores por defecto. – Si se utilizaron valores por defecto, una breve descripción de los motivos por los que se utilizaron en lugar de utilizar datos reales.

Plantilla	Resumen de la información necesaria para el período transitorio
	<ul style="list-style-type: none"> – Información sobre parámetros de notificación específicos sectoriales adicionales correspondientes a las mercancías producidas, si procede. – Si procede, información sobre un precio del carbono pagadero, y por separado para cualquier precursor obtenido de otras instalaciones, por país de origen del precursor.
Parte Información opcional	<p>2. Aporta mayor transparencia con respecto a los datos incluidos en la parte 1 y permite al declarante notificante llevar a cabo controles de calidad de la parte 1.</p> <ul style="list-style-type: none"> – Las emisiones totales de la instalación, con inclusión de los siguientes elementos: datos de la actividad y factores de cálculo para cada flujo fuente utilizado; emisiones de cada fuente de emisiones que sea objeto de seguimiento utilizando una metodología basada en la medición, y emisiones determinadas mediante otros métodos; y, si es aplicable, toda importación o exportación de CO₂ a otras instalaciones, por los motivos arriba indicados. – Un «balance térmico» del calor medible importado, producido, consumido y exportado, e igualmente, balances de los gases residuales o la electricidad. – Una lista de todas las mercancías pertinentes producidas por la instalación, por código NC, incluidos los precursores que no estén cubiertos por procesos de producción separados. – Para las mercancías precursoras: <ul style="list-style-type: none"> – La cantidad recibida de cualquier otro lugar. – Sus emisiones directas e indirectas implícitas específicas (notificadas por otros titulares). – La cantidad utilizada en cada proceso de producción, excluidas las mercancías precursoras producidas en la misma instalación. – Para las emisiones directas e indirectas atribuidas: información sobre la forma en que se han calculado las emisiones atribuidas de cada proceso de producción; el nivel de actividad y las emisiones atribuidas de cada proceso de producción. – Una breve descripción de la instalación que incluya los procesos de producción pertinentes y no pertinentes (que queden fuera del ámbito de aplicación): <ul style="list-style-type: none"> – Los principales procesos de producción que se lleven a cabo en la instalación, así como todo proceso de producción que no esté cubierto a efectos del MAFC. – Los principales elementos de la metodología de seguimiento utilizada.

Plantilla

Resumen de la información necesaria para el período transitorio

- Qué medidas de mejora de la calidad de los datos se han tomado, en particular, si se ha aplicado alguna forma de verificación (en el período definitivo).
- Información sobre el factor de emisión de electricidad en el contrato de adquisición de electricidad, cuando proceda.

Fuente: Anexo I del Reglamento de Ejecución.

Para suministrar los datos opcionales recomendados en la parte 2, puede que usted, como titular, tenga que suministrar al declarante notificador archivos complementarios con esta información.

6.11.2 Para los declarantes notificantes

Durante el período transitorio, los declarantes notificantes deben presentar informes MAFC en el Registro Transitorio MAFC, utilizando la estructura establecida en el Reglamento de Ejecución, anexo I, «Información que debe presentarse en los informes MAFC». La información sobre las emisiones implícitas pertinente para el informe MAFC se facilita en la parte 1 de la comunicación de los datos relativos a las emisiones por parte del titular, como se indica en el *Cuadro 6-3*.

Si el titular utiliza la plantilla electrónica para la comunicación voluntaria de datos para comunicarle la información relativa a las emisiones implícitas a usted, como declarante notificador, la información necesaria para el informe MAFC trimestral puede consultarse en la «ficha resumen de comunicación» que figura al dorso de la hoja de cálculo.

Gráfico 6-7: Ficha resumen de comunicación, plantilla electrónica de comunicación voluntaria de datos

C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
Communication with reporting declarant																	
This sheet summarises the main information from sheets "Summary_Processes" and "Summary_Products" to be communicated to the reporting declarant importing the goods into the European Union.																	
1 Summary of the installation and production processes																	
1 Installation details																	
11	Name of the installation (English name):	Test installation															
12	Street, Number:																
13	Business activity:																
14	Country:	Test country															
15	UNLOCODE:																
16	Coordinates of the main emission source (latitude):																
17	Coordinates of the main emission source (longitude):																
18	Reporting period start:	01.01.2023															
19	Reporting period end:	31.12.2023															
20	Total direct emissions during reporting period:	1 281 058															
21	Total indirect emissions during reporting period:	1 281 058															
22	Total emissions during reporting period:	1 450 083															
2 Summary of the production processes and production routes, where relevant																	
23	Production process (b) (a) Aggregated good (b) (a) Aggregated good	Route 1	Route 2	Route 3	Route 4	Route 5	Route 6										
24	(b) (a) Process A	Crude steel	Basic oxygen														
25	(b) (a) Process B	Iron or steel prod															
26	(b) (a) P1	Sintered Ore															
27	2 Summary of products																
28	Production process from which the products arise	Type of aggregated good or precursor	CN Codes	CN Name	Product name (used for communication with reporting declarant, e.g. on invoices)	SEE (direct)	SEE (indirect)	SEE (total)	Unit	Source for electricity EF	Embedded electricity (MWh/t)	The main reduction factor of the precursor, if known	Steel mill identification number	% Mn	% Cr	% Ni	% other alloy
29	Process A	Iron or steel products	7208	Flat-rolled products of iron or non-alloy steel, of a width > 600 mm, hot-rolled, not clad, planed or coated	test	1.020	0.072	1.092	tCO2e/t	D.2.1	0.110	Coal or coke	623708	34,00%	2,00%	3,00%	1,00%
30																	
31																	
32																	
33																	
34																	
35																	

Algunos parámetros pertinentes calculados para fines de notificación en esta hoja de cálculo son:

- Importe del precio del carbono pagadero;
- Electricidad consumida;
- Emisiones (directas) implícitas específicas;

- Emisiones (indirectas) implícitas específicas;
- Parámetros específicos sectoriales, por ejemplo, contenido de aleación.

Aunque el uso de la hoja de cálculo es voluntario, los declarantes notificantes pueden solicitar a los titulares que presenten la comunicación sobre sus emisiones en esta plantilla.

7 SEGUIMIENTO Y NOTIFICACIÓN ESPECÍFICOS SECTORIALES

La sección 5 aborda la especificación de los productos incluidos en el MAFC y las rutas de producción pertinentes. Esta sección representa una continuación en la que se ofrece información específica sectorial detallada, en particular mediante la incorporación de requisitos de seguimiento y notificación específicos sectoriales, y la inclusión de ejemplos detallados para cada sector.

Si bien este documento de orientación se ha concebido fundamentalmente para que sea utilizado por titulares que producen mercancías tangibles incluidas en el MAFC, la sección 7.6 también contiene información dirigida los importadores de electricidad como mercancía a efectos del MAFC.

Nota sobre los ejemplos: si bien los ejemplos se han concebido fundamentalmente para lectores de los sectores específicos, también se invita a los lectores a aprender de los demás ejemplos, ya que cada ejemplo contiene también conceptos que pueden resultar de interés para otros sectores. En particular:

- La sección 7.1.2 (sector del cemento) ofrece un ejemplo de un enfoque paso a paso para dividir una instalación en procesos de producción.
- Dicho ejemplo se desarrolla con más detalle en la sección 7.1.3, donde se describe de un modo alternativo utilizando el «enfoque de burbuja». Además, demuestra que una mezcla de materiales (piedra caliza y otros minerales) puede someterse a un seguimiento conjunto como «mezcla sin refinar», que resulta más adecuada para la situación actual de la instalación.
- En el primer ejemplo del sector del acero (7.2.2.1) se aborda una acería integrada. Aquí se demuestra el «enfoque de burbuja» para definir los procesos de producción con vistas a reducir al mínimo los esfuerzos de seguimiento. Además, se demuestra la generación de electricidad a partir de gases residuales y el factor de emisión de la propia electricidad de la planta para las emisiones indirectas (donde una parte de la electricidad también procede de la red).
- El segundo ejemplo sobre el acero (sección 7.2.2.2) aborda la producción de acero de alta aleación utilizando la ruta de producción del horno de arco eléctrico. Aquí se compran precursores adicionales y se añaden a las emisiones propias de la instalación. Además, se analizan requisitos de notificación adicionales de conformidad con el código NC. Como característica adicional, el cálculo de las emisiones implícitas de las mercancías complejas se realiza de dos formas distintas: en el primer caso, se calcula el total de las emisiones implícitas antes de dividir por el nivel de actividad; en el segundo caso, el cálculo se realiza utilizando emisiones implícitas específicas de los precursores.
- Ambos ejemplos relativos al acero utilizan un cálculo de balance de masas, ya que los productos de acero y las escorias contienen carbono que no se emite como CO₂.
- El ejemplo del abono (sección 7.3.2) muestra una situación en la que casi todas las emisiones implícitas proceden de los dos precursores adquiridos: amoniaco y urea. Conviene señalar que, en el ejemplo, todas las emisiones son únicamente de CO₂, aunque las emisiones de N₂O también resultarían pertinentes en este sector. En el caso de que la instalación utilizase ácido nítrico como precursor (por ejemplo, para sustituir al ácido sulfúrico del ejemplo) las emisiones de N₂O implícitas en el ácido nítrico se añadirían como cualesquiera otras emisiones implícitas.

- El ejemplo del aluminio (sección 7.4.2) muestra una situación en la que una parte de la instalación (la producción de ánodos precocidos) no está sujeta al MAFC, y los flujos fuente relacionados deben separarse adecuadamente.
- El ejemplo número 1 relativo al hidrógeno (sección 7.5.2.1, ruta de producción: reformado con vapor de metano) demuestra cómo debe tenerse en cuenta el calor exportado para atribuir las emisiones.
- El ejemplo número 2 relativo al hidrógeno (sección 7.5.2.2, electrólisis de los cloruros alcalinos) es un proceso donde solamente son aplicables las emisiones directas. Se distribuyen entre los tres productos principales del proceso tal y como exige el Reglamento de Ejecución.

A través de todos los ejemplos, se formulan distintas hipótesis con respecto a la electricidad recibida de la red, lo que da lugar a distintos factores de emisión para la electricidad. Esos valores distintos pueden servir para aprender sobre los órdenes de magnitud de dichos factores.

7.1 Sector del cemento

En el cuadro de texto que figura a continuación se señalan las secciones específicas sectoriales del Reglamento de Ejecución que resultan pertinentes para el período transitorio MAFC.

Referencias del Reglamento de Ejecución:

- **Anexo II, sección 3. Disposiciones especiales y requisitos de seguimiento de las emisiones por ruta de producción.** Subsecciones 3.2 a 3.5 (categorías de mercancías agregadas del sector del cemento).
 - **Anexo III, sección B. Seguimiento de las emisiones directas a nivel de instalación, subsección B.9.2:** Requisitos específicos sectoriales, normas adicionales aplicables a las emisiones de proceso del sector del cemento, que incluyen: **B.9.2.1: Normas adicionales aplicables al método A (basado en los materiales de entrada); B.9.2.2: Normas adicionales aplicables al método B (basado en la producción); B.9.2.3: Norma adicional aplicable a las emisiones relacionadas con el polvo del horno de cemento desechado / el polvo desviado.**
 - **Anexo IV, sección 2: Parámetros específicos sectoriales para las mercancías MAFC que deben notificar los productores de las mercancías a los importadores, en la comunicación de los datos relativos a las emisiones.**
-

7.1.1 *Requisitos específicos sectoriales para el seguimiento y la notificación*

Las emisiones directas e indirectas implícitas deben ser objeto de seguimiento de conformidad con la metodología establecida en el Reglamento de Ejecución y descrita más arriba.

7.1.1.1 *Emisiones cubiertas*

Las emisiones directas pertinentes que deben ser objeto de seguimiento y notificadas para el sector del cemento son:

- Emisiones (directas) de dióxido de carbono del proceso de combustión del combustible¹¹⁸ de instalaciones fijas únicamente (excluye las emisiones de instalaciones móviles como vehículos).
- Emisiones (directas) de dióxido de carbono del proceso, resultantes de:
 - La descomposición térmica de materias primas que contienen carbonatos (como la piedra caliza, la dolomita, etc.).
 - El contenido de carbono no carbonatado de las materias primas (como la arcilla carbonosa, la piedra caliza, la pizarra).
 - Materias primas alternativas (como cenizas volantes utilizadas en la mezcla sin refinar) o procedentes de cualquier aditivo fósil / de biomasa utilizado.
 - Polvo del horno de cemento desechado o polvo desviado.
- Emisiones (directas) de dióxido de carbono resultantes de la producción de calor medible (por ejemplo, vapor) y refrigeración que se consuman dentro de los límites del sistema del proceso de producción, independientemente de la ubicación de la producción del calor (es decir, de generación *in situ* o de importaciones del exterior).
- Emisiones (directas) de dióxido de carbono resultantes del control de las emisiones (por ejemplo, de materias primas carbonatadas tales como el carbonato sódico utilizado para la limpieza de gases de combustión con ácido). Se incluye para cualquier mercancía para la que sea aplicable.

Las emisiones directas resultantes de los distintos flujos fuente mencionados más arriba no se notifican por separado sino que se suman para obtener las emisiones directas totales de la instalación o el proceso de producción.

Las emisiones indirectas procedentes de la electricidad consumida deben notificarse por separado con respecto a las emisiones directas.

7.1.1.2 Normas adicionales

Determinación de las emisiones de proceso

Para determinar las emisiones directas procedentes de la producción de cemento sin pulverizar (*clinker*), también son aplicables una serie de normas adicionales relativas al seguimiento de las emisiones de proceso procedentes de los componentes de la mezcla sin refinar dependiendo de si los **datos de la actividad** se refieren a:

- Material de **entrada** del proceso (por ejemplo, piedra caliza), basándose en:

¹¹⁸ Tanto para combustibles para el horno como combustibles no utilizados para el horno. Los combustibles para horno de cemento incluyen combustibles fósiles convencionales tales como el gas natural y el carbón, combustibles fósiles tales como el coque de petróleo o los neumáticos de vehículos triturados, así como combustibles de biomasa (residuos de biomasa). Los combustibles no utilizados para el horno son combustibles utilizados fuera de los hornos, es decir, para calcinar arcillas en hornos de calcinación *flash*, y donde se procede al secado de los materiales de cemento.

- el contenido de carbonato de los materiales de entrada del proceso (**método** de cálculo A); y
- la realización de un ajuste para el polvo del horno de cemento o el polvo desviado que salga del sistema de horno.
- Material de **salida** del proceso, por ejemplo, la cantidad de *clinker* producido (**método** de cálculo B).

Conviene señalar que ambos métodos se consideran equivalentes, es decir, usted, como titular, debe elegir el que arroje los datos más fiables, que resulte más apropiado para sus equipos, y que evite costes irrazonables. Los métodos de cálculo A y B se describen más detalladamente en la sección 6.5.1.1 del presente documento de orientación.

Cálculo de las emisiones relacionadas con el polvo del horno de cemento desecharo o el polvo desviado

Como titular, usted deberá añadir las emisiones de CO₂ de proceso, generadas por el polvo desviado o por el polvo del horno de cemento que sale del sistema del horno, corregidas para tener en cuenta la proporción de la calcinación parcial de polvo del horno de cemento.

- Requisitos mínimos: se aplicará un factor de emisión de 0,525 t CO₂/t de polvo.

Mejora recomendada: el factor de emisión (FE) se determinará al menos una vez al año según lo dispuesto en la sección B.5.4 del anexo III del Reglamento de Ejecución en relación con los requisitos de los análisis de laboratorio¹¹⁹ y utilizando **la siguiente fórmula**:

$$EF_{CKD} = \left(\frac{EF_{cli}}{1+EF_{cli}} \cdot d \right) / \left(1 - \frac{EF_{cli}}{1+EF_{cli}} \cdot d \right) \quad (\text{Ecuación 28})$$

Donde:

EF_{CKD} es el factor de emisión del polvo del horno de cemento parcialmente calcinado [t CO₂/t CKD];

EF_{cli} es el factor de emisión del *clinker* específico de la instalación [CO₂/t *clinker*];

D ... es el grado de calcinación del CKD (CO₂ liberado como porcentaje del CO₂ de carbonato total de la mezcla bruta).



Método B - basado en la producción de *clinker*

El Reglamento de Ejecución recoge una norma específica sectorial para este método:

Los **datos de la actividad** *AD_j* para la producción de *clinker* [t] durante el período de notificación podrán determinarse mediante una de las siguientes opciones:

- Pesando directamente el *clinker* (si resulta viable técnicamente); o
- Utilizando el siguiente cálculo para el ajuste de las existencias, basado en las entregas de cemento (balance de materiales):



¹¹⁹ Pueden consultarse orientaciones sobre los requisitos de los análisis de laboratorio en la sección 6.5.1.4.

$$Cli_{prod} = (Cem_{deliv} - Cem_{SV}) \cdot CCR - Cli_s + Cli_d - Cli_{SV} \quad (\text{Ecuación 27})$$

Donde:

Cli_{prod} es la cantidad de *clinker* producido expresada en toneladas;

Cem_{deliv} es la cantidad de entregas de cemento expresada en toneladas;

Cem_{SV} son las variaciones de las existencias de cemento expresadas en toneladas;

CCR es la relación *clinker/cemento* (toneladas de *clinker* por tonelada de cemento);

Cli_s es la cantidad de *clinker* suministrado expresada en toneladas;

Cli_d es la cantidad de *clinker* expedido, y

Cli_{SV} es la cantidad de variaciones de las existencias de *clinker* expresada en toneladas.

Como requisito mínimo, para los **factores de emisión estándar** Ef_j se aplica un valor estándar de 0,525 t CO₂/t de *clinker*. Una mejora recomendada consistiría en la realización de análisis del *clinker* para determinar el factor de emisión.

Para el **factor de conversión** Cf_j se permite utilizar siempre la hipótesis prudente de que $CF_j = 1$ para reducir los esfuerzos de seguimiento.

Relación *clinker/cemento* (CCR)

En el cálculo de las emisiones implícitas de las mercancías de cemento, la mayor parte de las emisiones proceden del cemento sin pulverizar (*clinker*). Por tanto, debe tenerse en cuenta la relación *clinker/cemento*, que es la relación de masa de las toneladas de cemento sin pulverizar (*clinker*) consumidas por tonelada de cemento producida (lo que también se conoce como «factor *iclinker*»).

La relación *clinker/cemento* debe obtenerse mediante una de las siguientes opciones:

- Por separado para cada uno de los diferentes productos de cemento sobre la base de análisis de laboratorio de conformidad con las disposiciones de la sección B.5.4, o
- Mediante un cálculo, como la relación derivada de la diferencia de las entregas de cemento, de los cambios de las existencias y de todos los materiales utilizados como aditivos del cemento, en particular el polvo desviado y el polvo del horno de cemento.

La relación *clinker/cemento* se expresa como un valor porcentual (%) que habitualmente oscila entre el 80 y el 95 % para el cemento Portland. La relación *clinker/cemento* resulta especialmente pertinente para el cálculo de las emisiones implícitas pertinentes para cementos combinados o compuestos que se produzcan, donde el contenido de *clinker* puede variar ampliamente en función de los distintos tipos de cemento compuesto¹²⁰ y el

¹²⁰ La norma europea EN 197-1 define cinco tipos de cemento principales, CEM I (cemento Portland) a V (cemento compuesto), y 27 tipos de productos distintos, en los que el contenido de clinker en los cementos combinados y compuestos (CEM II a V) puede variar del 95 % hasta un porcentaje tal reducido como del 5 al 20 %.

balance se compensa con otros componentes tales como aditivos minerales¹²¹, con cero emisiones.

7.1.1.3 Parámetros de notificación adicionales

En el Cuadro 7-1 se ofrece un listado de la información adicional que debe facilitar usted, como titular, a los importadores en su comunicación de los datos relativos a las emisiones.

Cuadro 7-1: Parámetros adicionales del sector del cemento solicitados en el informe MAFC

Categoría de mercancías agregadas	Parámetro de notificación
Arcilla calcinada ¹²²	– Si la arcilla está calcinada o no.
Cemento sin pulverizar (<i>clinker</i>)	– Ninguno.
Cemento	<ul style="list-style-type: none">– Contenido de <i>clinker</i> del cemento. A saber:<ul style="list-style-type: none">– Relación de masa de las toneladas de cemento sin pulverizar (<i>clinker</i>) consumido por tonelada de cemento producida (relación <i>clinker/cemento o CCR</i>);– Se expresa como porcentaje.
Cementos aluminosos	– Ninguno.

Debe asegurarse de recabar todos los parámetros necesarios para sus mercancías MAFC y de comunicárselos a los importadores de sus mercancías. El importador deberá notificar los parámetros adicionales cuando las mercancías sean importadas en la UE con arreglo al MAFC.

7.1.2 Ejemplo para dividir una instalación de cemento en distintos procesos de producción

A la hora de definir el límite del sistema de un proceso de producción, usted, como titular, deberá decidir qué unidades físicas de producción pertenecen al proceso o los procesos de producción y qué materiales de entrada, materiales de salida y emisiones son pertinentes. El enfoque para hacerlo se aborda en la sección 6.3, y en el Cuadro 7-2 se ofrece un ejemplo para el sector del cemento.

Para una planta cementera ficticia que produce y exporta cemento sin pulverizar o *clinker* (NC 2523 10 00) y cemento (CN 2523 29 00), el titular tendría que seguir los siguientes

¹²¹ Los aditivos minerales (fundamentalmente el yeso) y los aditivos minerales secundarios (escoria de alto horno y ceniza volante) no se tienen en cuenta a efectos del MAFC y, por consiguiente, tienen cero emisiones implícitas.

¹²² Conviene señalar que a las arcillas clasificadas con el código NC 2507 00 80 que no estén calcinadas se les asignan cero emisiones implícitas. Se siguen teniendo que notificar, pero no es necesario obtener información adicional del productor de la arcilla.

pasos para dividir la planta cementera en procesos de producción independientes con arreglo al MAFC:

Paso 1: enumere todas las mercancías, unidades físicas, entradas, salidas y emisiones de la instalación

En este primer paso, el titular utiliza la información existente disponible sobre su instalación, como listas de equipos industriales y planos para identificar los siguientes elementos:

- Las unidades físicas que llevan a cabo los procesos de producción en su instalación, como hornos, calderas, secadoras, limpieza de gases de combustión, molinos de bolas, ensacadora.
- Los materiales de entrada del proceso necesarios para fabricar las mercancías, por ejemplo, materias primas, combustible, electricidad.
- Los materiales de salida del proceso, por ejemplo, mercancías producidas, subproductos, calor, gases residuales.
- Las emisiones del proceso.

Todos ellos se enumeran en el Cuadro 7-2.

Cuadro 7-2: Lista de verificación para las entradas, unidades físicas, salidas y emisiones de una instalación cementera de ejemplo.

Entradas	Unidades físicas	Salidas	Emisiones pertinentes para el MAFC
Horno – combustibles fósiles ¹²³ por ejemplo, carbón, fuelóleo pesado	Sistema del horno y equipos asociados, por ejemplo, para la preparación de la mezcla sin refinar Molino – equipos de molturación (incluida la secadora) e instalación asociada por ejemplo, para el ensacado del cemento	Horno – cemento clinker ¹²⁶ Molino – mercancías de cemento, por tipo ¹²⁷	Horno – emisiones directas de la combustión de combustibles Horno – emisiones directas de los combustibles alternativos y de residuos

¹²³ Combustibles quemados para generar calor para ser utilizado en el proceso objeto de consideración o en otra parte. Tanto la cantidad de combustible (y en particular su contenido de carbono / factor de emisión) como su contenido energético son pertinentes para su atribución a distintos procesos de producción.

¹²⁶ Mercancía o producto precursores o intermedios: cuando el proceso de producción también incluye una mercancía «terminada». El producto precursor también puede ser un material de salida de la instalación; por ejemplo, si el titular exportó tanto cemento clinker como cemento de la instalación.

¹²⁷ Mercancía terminada de cemento – cantidad física producida de la instalación / el proceso de producción objeto de seguimiento.

Entradas	Unidades físicas	Salidas	Emisiones pertinentes para el MAFC
<p>Horno – combustibles alternativos y de residuos (que entran en el horno de cemento pulverizado o <i>clinker</i>) por ejemplo, fracción de alto valor calorífico de RSU¹²⁴</p> <p>Horno – electricidad consumida por el cemento pulverizado o <i>clinker</i> y los equipos asociados</p> <p>Molino – combustibles fósiles que entran en la secadora de cemento</p> <p>Molino – electricidad consumida por la instalación amoladora de cemento y los equipos asociados</p> <p>Horno – materias primas¹²⁵: piedra caliza, arcillas</p> <p>Horno – materias primas alternativas: por ejemplo, cenizas volantes</p> <p>Molino – cemento <i>clinker</i> procedente del horno</p>	<p>Otros equipos industriales que no guarden relación con la producción del cemento (que se excluirán de los límites del sistema).</p> <p>Intercambiador de calor para la calefacción urbana</p> <p>Equipo de limpieza de gases de combustión (para el tratamiento de emisiones gaseosas y de polvo)</p>	<p>Horno – otros materiales de salida¹²⁸: por ejemplo, polvo del horno de cemento</p> <p>Calefacción urbana (o refrigeración o electricidad)¹²⁹</p>	<p>Horno – emisiones indirectas de la electricidad consumida.</p> <p>Horno – emisiones directas de proceso de los carbonatos</p> <p>Molino – emisiones indirectas de la electricidad consumida.</p>

¹²⁴ Fracción de alto valor calorífico de residuos sólidos urbanos.

¹²⁵ Las materias primas son materiales que intervienen en otras reacciones químicas o que se modifican físicamente en el proceso para generar el producto.

¹²⁸ Otros productos (subproductos) y residuos: solo deben ser objeto de seguimiento si son pertinentes en cuanto al contenido de carbono para la determinación de las emisiones del proceso, y en cuanto al contenido energético para fines de corroboración.

¹²⁹ El calor medible (o refrigeración o electricidad, si se utilizan combustibles en su generación) exportado de una instalación o proceso de producción MAFC debe tratarse como un segundo producto, es decir, una determinada cantidad de emisiones debe restarse de las emisiones de ese proceso de producción.

Entradas	Unidades físicas	Salidas	Emisiones pertinentes para el MAFC
Molino – aditivos utilizados en la fabricación del cemento			

Paso 2: determine los procesos de producción y las rutas de producción pertinentes.

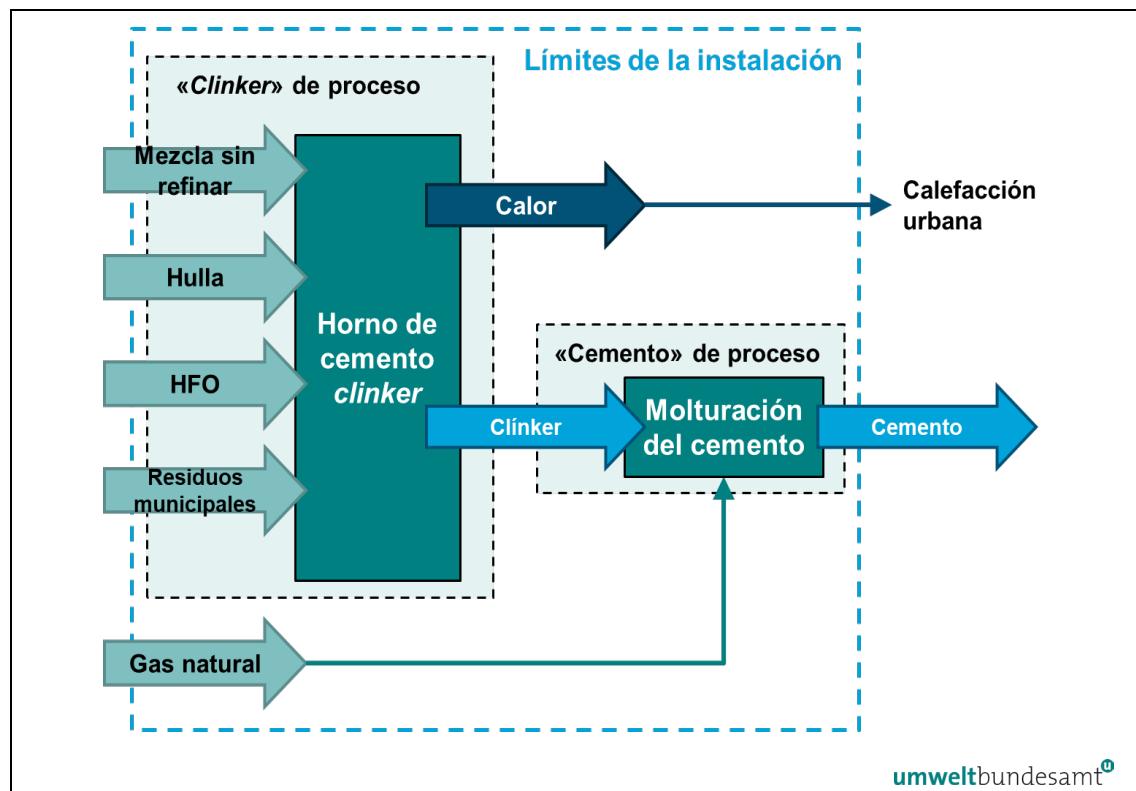
En este paso, el titular determina que la instalación produce cemento *clinker* y cemento, cada uno de los cuales representa una categoría de mercancías agregadas enumerada en el cuadro 1 de la sección 2 del anexo II del Reglamento de Ejecución (y en la sección 5 de este documento de orientación):

Cada categoría de mercancías agregadas se define como un proceso de producción único. El titular utiliza el Cuadro 7-2 como lista de verificación para asignar las entradas, salidas y emisiones pertinentes a cada proceso de producción. En la mayoría de los casos, se trata de una tarea relativamente sencilla, por ejemplo:

- Proceso de producción del cemento sin pulverizar (*clinker*):
 - Unidades físicas: horno de cemento, incluidos los precalentadores, el precalcinador, el enfriador de *clinker* y los equipos auxiliares tales como los de limpieza de gases de combustión.
 - Entradas / flujos fuente: combustibles, electricidad, materias primas y materias primas alternativas para el proceso.
 - Salidas (mercancías): cemento sin pulverizar (*clinker*), polvo del horno (que se vuelve a introducir en el proceso de producción de *clinker*).
 - Otras salidas: calor medible exportado a la red de calefacción urbana.
 - Fuentes de emisión: emisiones directas (combustión y proceso) y emisiones indirectas (electricidad consumida) relacionadas con el sistema del horno.
- Proceso de producción del cemento:
 - Unidades físicas: instalación de molturación, secadora de calentamiento directo y equipos auxiliares asociados, por ejemplo, instalación de ensacado de cemento.
 - Entradas / flujos fuente: cementos sin pulverizar (*clinker*), electricidad, combustibles para la secadora, materiales aditivos utilizados para la fabricación del cemento tales como el yeso.
 - Salidas (mercancías): cemento.
 - Fuentes de emisión: emisiones directas (de la secadora de cemento, si procede) y emisiones indirectas (de la electricidad consumida) relacionadas con el proceso de molienda.

La utilización de un esquema ayuda a visualizar los límites del sistema respectivos de cada proceso de producción y ruta de producción, así como a asignar las entradas, salidas y emisiones en consecuencia.

Gráfico 7-1: *Esquema para definir los límites del sistema de un ejemplo de procesos de cemento sin pulverizar (clinker) y cemento*



En el caso de la instalación cementera anterior, tanto el sistema del horno como la instalación de molienda son partes relativamente autónomas de la instalación, sin equipos compartidos, y no existen dudas sobre los límites del sistema de cada proceso de producción. El único elemento que no se observa ampliamente en esta industria es la recuperación de calor del horno de *clinker* para fines de calefacción urbana. En la práctica, no sería un proceso de producción separado, sino que al calcular las emisiones atribuidas del proceso de producción del *clinker*, el calor se tendría en cuenta como se indica en las secciones 6.2.2.2 y 6.7.2.

En el siguiente ejemplo práctico del sector del cemento se muestra, para el proceso de producción definido, cómo se calculan las emisiones pertinentes y se asignan a los procesos de producción, y se calculan las emisiones implícitas específicas. Por motivos de simplificación, en el ejemplo se omiten la calefacción urbana y las emisiones directas adicionales de la secadora antes de la molienda del cemento.

7.1.3 Ejemplo práctico del sector del cemento

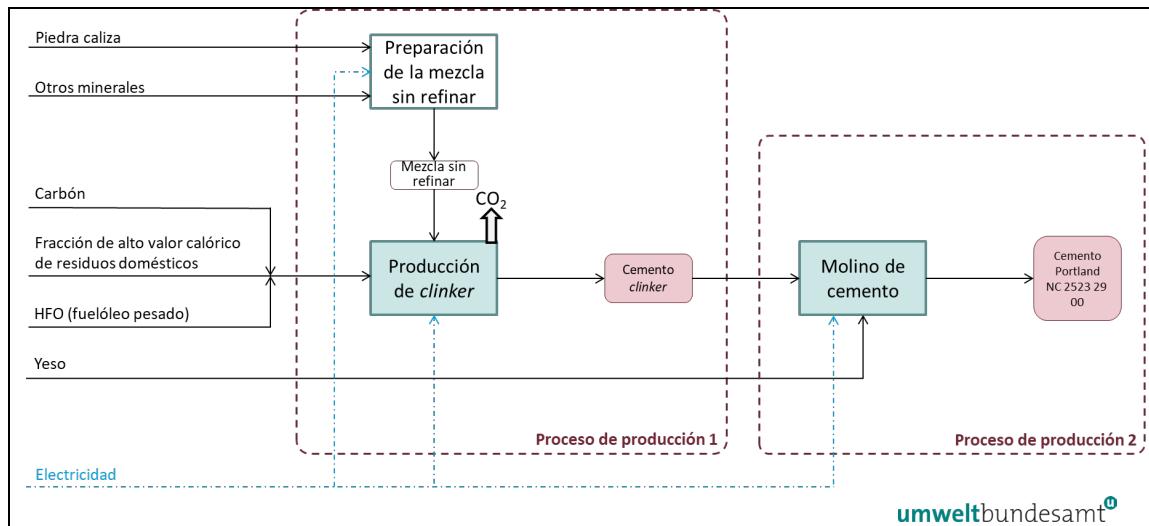
En el siguiente ejemplo práctico se muestra cómo se obtienen las emisiones implícitas específicas para las mercancías del sector del cemento. Seguidamente, al final del ejemplo,

se calculan las emisiones implícitas resultantes de las importaciones en la UE para su notificación en el período transitorio.

En este ejemplo, la instalación produce dos productos, cementos sin pulverizar (*clinker*) y cemento, y cada uno de ellos se define como un proceso de producción único, ya que cada uno de ellos pertenece a una categoría distinta de mercancías agregadas MAFC.

El Gráfico 7-2 ofrece una visión resumida de la instalación y muestra los límites del sistema como una línea discontinua para cada proceso de producción. Las unidades físicas en las que se lleva a cabo cada proceso de producción se han agrupado bajo los conceptos de «producción de *clinker*» y «molino de cemento» y se han identificado las distintas entradas, salidas y fuentes de emisión de cada proceso de producción.

Gráfico 7-2: Ejemplo del cemento, visión general.

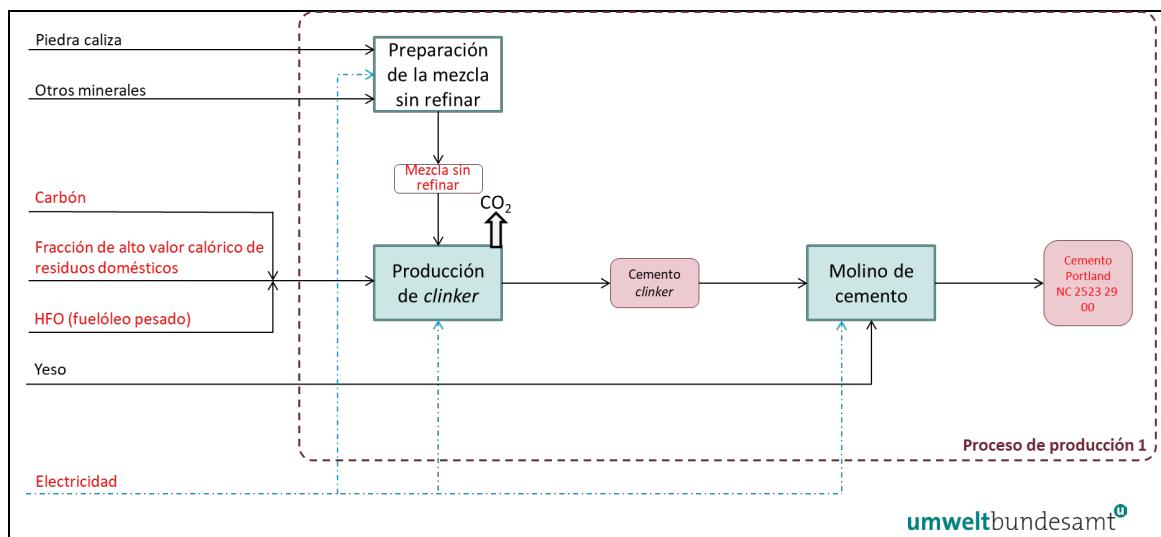


Los dos procesos de producción pertinentes definidos más arriba son los siguientes:

- Proceso de producción 1: cemento *clinker* producido en un horno de cemento. En la definición de los límites del sistema de este proceso de producción se han incluido como materiales de entrada las materias primas (piedra caliza y otros minerales), los combustibles [carbón, fuelóleo pesado (HFO) y fracciones de residuos domésticos] y la energía eléctrica. El material de salida del proceso es cemento *clinker*, que es un precursor pertinente para el proceso de producción 2.
- Proceso de producción 2: cemento producido en un molino de cemento. En la definición de los límites del sistema de este proceso de producción se han incluido como materiales de entrada el yeso (que como materia prima no tiene emisiones implícitas), el cemento *clinker* como precursor (que tiene emisiones implícitas) y la energía eléctrica. El material de salida de este proceso es cemento.

En este caso, como todo el cemento *clinker* que sale del proceso de producción 1 se utiliza directamente como precursor del proceso de producción 2, es posible definir un proceso de producción conjunto o «de burbuja», con lo cual, se han unido los límites del sistema del proceso de producción, como se muestra en el Gráfico 7-3.

Gráfico 7-3: Ejemplo del cemento, proceso de producción conjunto («enfoque de burbuja») y enfoque de seguimiento completo (se debe hacer un seguimiento de todos los elementos en rojo),



Se ha redefinido el límite del sistema para englobar los dos procesos de producción definidos previamente para cada mercancía agregada MAFC.

Los materiales de entrada y de salida destacados en rojo son los parámetros que sería necesario que el titular sometiera a seguimiento con el fin de atribuir las emisiones y determinar las emisiones directas e indirectas implícitas específicas de ambos procesos de producción.

Las emisiones directas e indirectas que son objeto de seguimiento en este ejemplo proceden de:

- Las emisiones directas de la combustión del combustible, combustibles fósiles (carbón y fuelóleo pesado) y de un combustible fósil / de biomasa mezclado derivado de los residuos domésticos (un combustible alternativo).
- Las emisiones directas del proceso, resultantes de la descomposición térmica de carbonatos en la mezcla sin refinar (producida a partir de piedra caliza y otros minerales) que entra en el sistema del horno de cemento.
- Las emisiones indirectas de la energía eléctrica consumida por el proceso de producción conjunto.

También debe realizarse un seguimiento del nivel de actividad del cemento. Como se puede ver, el seguimiento se convierte en una tarea relativamente más sencilla con este «enfoque de burbuja». En particular, no es necesario realizar un seguimiento por separado de la cantidad de *clinker* de las emisiones implícitas asociadas ni distribuir las cantidades de energía eléctrica consumida de acuerdo con los dos procesos.

En los siguientes cuadros se resumen las aportaciones de combustible, energía eléctrica y materias primas objeto de seguimiento para la determinación de las emisiones implícitas específicas. El cálculo de los valores de las emisiones implícitas específicas se divide en dos pasos:

- En el paso 1 se obtienen los valores de las emisiones implícitas específicas para el cemento *clinker* como precursor pertinente. y
- En el paso 2 se obtienen los valores del cemento teniendo en cuenta i) las emisiones implícitas del precursor, y ii) la relación *clinker/cemento*, así como cualquier emisión adicional que se genere durante el proceso.

Conviene señalar que si se fuera a desviar cemento *clinker* producido por la instalación para venderlo por separado, el titular también tendría que comunicar las emisiones implícitas calculadas en el paso 1 al comprador de las mercancías de cemento *clinker*. El «enfoque de burbuja» no estaría permitido en ese caso.

Cuadro 7-3: Cálculo de las emisiones directas e indirectas, y de los valores de las emisiones implícitas específicas para el cemento clinker

Emisiones directas	AD (t)	NCV (GJ/t)	EF (t CO ₂ /t o t CO ₂ /TJ)	Biomasa %	Emisiones de origen fósil (t CO)	Emisiones de biomasa (t CO ₂)
Emisiones de proceso						
Mezcla sin refinar (factor estándar) ¹³⁰	1 255 000		0,525		658 875	
Emisiones de combustión						
Carbón	88 000	25	95		209 000	0
Residuos domésticos con un VCN elevado ¹³¹ .	25 000	20	83	15 %	35 275	6 225
Fuelóleo pesado	43 000	40	78		134 160	0
Emisiones directas totales					1 037 310	
Emisiones indirectas	AD (MWh)		EF (t CO₂ / MWh)		Emisiones (t CO₂)	
Electricidad consumida	81 575		0,833		67 953	
Producción de clinker (toneladas)	1 255 000					
Paso 1: los valores correspondientes a las emisiones implícitas específicas se obtienen utilizando las emisiones directas e indirectas y los datos de la actividad para el cemento clinker.						
Cemento clinker	Directas	Indirectas				
Emisiones implícitas específicas	0,8265	0,0541	t CO₂ / t			

El paso 1 del Cuadro 7-3 consiste en calcular y atribuir las emisiones directas e indirectas asociadas a la producción de cemento *clinker* en el período de notificación y obtener los

¹³⁰ Factor de emisión estándar para el cemento clinker indicado en el Reglamento de Ejecución, anexo III, sección B.9.2.2, que establece que como requisito mínimo para determinar el factor de emisión se aplicará un valor estándar de 0,525 t CO₂/t de clinker.

¹³¹ La fracción biodegradable de los residuos municipales es la biomasa. Si se desconocen el factor de emisión o el VCN de los residuos municipales, deben utilizarse los valores estándar indicados en el Reglamento de Ejecución, anexo VIII, cuadro 2, que son 11,6 GJ/t y 100 t CO₂/TJ.

valores correspondientes a las emisiones implícitas específicas para la cantidad de *clinker* producida.

Conviene señalar que el factor de emisión utilizado para la mezcla sin refinar es un factor de emisión estándar indicado en el Reglamento de Ejecución (UE) 2023/1773, anexo III, sección B.9.2.2, que establece que como requisito mínimo para determinar el factor de emisión se aplicará un valor estándar de 0,525 t CO₂/t de *clinker*.

También conviene señalar que las emisiones directas asociadas al contenido de biomasa de los residuos domésticos se calculan por separado y se deduce de las emisiones directas totales. Esto se debe a que la fracción biodegradable de los residuos municipales (establecida en un 15 %) se trata como biomasa y sus emisiones totales reciben una calificación efectiva de cero, dado que los criterios establecidos en la DFER II no son aplicables a los residuos domésticos / municipales.

Cuadro 7-4: Cálculo de los valores de las emisiones implícitas específicas directas e indirectas para el producto de cemento acabado (paso 2)

Producción de cemento Portland			Observaciones
relación toneladas de <i>clinker</i> / toneladas de cemento	0,95		Es la relación <i>clinker</i> / cemento por tonelada de cemento. La relación <i>clinker</i> / cemento es específica del producto de cemento producido.
	MWh/t	t CO ₂ /t	
Consumo adicional de electricidad	0,085	0,0708	Para el proceso de producción de molturación del cemento. Se calcula como MWh/t x EF para la electricidad.

Paso 2: los valores de las emisiones implícitas específicas obtenidas para el producto de cemento acabado, incluidas las emisiones implícitas del cemento *clinker* precursor pertinente

Cemento	Emisiones implícitas específicas directas	Emisiones implícitas específicas indirectas	
	t CO ₂ / t cemento	t CO ₂ / t cemento	
Contribución del precursor (<i>clinker</i>)	0,7852	0,0514	Calculada utilizando la relación <i>clinker</i> / cemento, por ejemplo, para las emisiones implícitas específicas directas, como 0,8265 t CO ₂ / t x 0,95 = 0,7852 t CO ₂ / t
Proceso de producción		0,0708	Como en la fila anterior
Emisiones implícitas específicas totales	0,7852	0,1222	Suma de las emisiones implícitas específicas

De este modo, el total de emisiones implícitas que deberá notificar el declarante autorizado (importador de la UE) para la importación de cemento Portland en la UE durante el período transitorio podrá determinarse, por ejemplo, para la importación de 100 toneladas de cemento Portland:

- **Período transitorio (informe solamente):**

- Emisiones directas implícitas = 100 t x 0,7852 t CO₂ / t = 78,52 t CO₂

- Emisiones indirectas implícitas = $100 \text{ t} \times 0,1222 \text{ t CO}_2 / \text{t} = 12,22 \text{ t CO}_2$

Total 90,74 t CO₂

7.2 Sector de la fundición, el hierro y el acero

En el cuadro de texto que figura a continuación se señalan las secciones específicas sectoriales del Reglamento de Ejecución que resultan pertinentes para el período transitorio MAFC.

Referencias del Reglamento de Ejecución:

- **Anexo II, sección 3. Disposiciones especiales y requisitos de seguimiento de las emisiones por ruta de producción.** Subsecciones 3.11 a 3.16 (categorías de mercancías agregadas del sector de la fundición, el hierro y el acero)
 - **Anexo IV, sección 2. Parámetros específicos sectoriales para las mercancías MAFC que deben notificar los productores de las mercancías a los importadores, en la comunicación de los datos relativos a las emisiones.**
- Anexo VIII, secciones 1 y 2. Factores de emisión estándar utilizados en el seguimiento de las emisiones directas a nivel de instalación, con inclusión de:** cuadro 1: factores de emisión del combustible incluidos los gases residuales; cuadro 3: emisiones de proceso de los carbonatos; cuadro 5: emisiones de proceso de otros materiales de proceso utilizados en la producción de hierro y acero.
-

7.2.1 Requisitos específicos sectoriales para el seguimiento y la notificación

Las emisiones directas e indirectas implícitas deben ser objeto de seguimiento de conformidad con la metodología establecida en el Reglamento de Ejecución y descrita en la sección 6 de este documento de orientación.

7.2.1.1 Seguimiento de las emisiones

Las emisiones pertinentes que deben someterse a seguimiento y notificarse para el sector de la fundición, el hierro y el acero son:

- Emisiones (directas) de dióxido de carbono del proceso de combustión del combustible, con inclusión de los gases residuales o de escape tales como el gas de alto horno (BFG), de unidades fijas únicamente (se excluyen las emisiones de maquinaria móvil como vehículos).
- Emisiones (directas) de dióxido de carbono del proceso, resultantes de la reducción del hierro y el acero mediante agentes reductores tales como gas de coquería o gas natural, de la descomposición térmica de materias primas carbonatadas¹³², del

¹³² Tales como la piedra caliza, la dolomita y los minerales de hierro carbonatados, incluido el FeCO₃.

contenido de carbono de la chatarra o las aleaciones, el grafito¹³³ u otros materiales que contienen carbono que entran en el proceso.

- Emisiones (directas) de dióxido de carbono resultantes de la producción de calor medible (por ejemplo, vapor) y refrigeración que se consuman dentro de los límites del sistema del proceso de producción, independientemente de la ubicación de la producción del calor (es decir, de generación *in situ* o de importaciones del exterior).
- Emisiones (directas) de dióxido de carbono resultantes del control de las emisiones (por ejemplo, de materias primas carbonatadas tales como el carbonato sódico utilizado para la limpieza de gases de combustión con ácido). Se incluye para cualquier mercancía para la que sea aplicable.

Las emisiones directas resultantes de los distintos flujos fuente mencionados más arriba no se notifican por separado sino que se suman para obtener las emisiones directas totales de la instalación o el proceso de producción.

Para obtener las emisiones directas totales, el carbono que permanezca en las mercancías agregadas de hierro y acero, tales como fundición en bruto, hierro prerreducido, acero bruto o aleaciones de hierro, o en escorias o residuos, también se tendrá en cuenta mediante la utilización de un método de balance de masas.

Las emisiones indirectas procedentes de la electricidad consumida deben notificarse por separado con respecto a las emisiones directas. Conviene señalar que, en lo que respecta a este sector, las emisiones indirectas solamente se notifican durante el período transitorio (y no durante el período definitivo).

7.2.1.2 Normas adicionales

Atribución de emisiones

Dada la complejidad de los procesos de producción en el sector de la fundición, el hierro y el acero, **durante el período transitorio**, las instalaciones que produzcan dos o más mercancías de los grupos mineral sinterizado, fundición en bruto, FeMn, FeCr, FeNi, DRI, acero bruto, productos de hierro o acero podrán someter a seguimiento y notificar las emisiones implícitas definiendo **un proceso de producción conjunto**, o «**burbuja**», para todos los productos de dichos grupos que estén cubiertos, si no se vende por separado ninguno de los precursores producidos dentro de la instalación.

¡Más

7.2.1.3 Parámetros de notificación adicionales

En el Cuadro 7-5 se ofrece un listado de la información adicional que debe facilitar usted, como titular, a los importadores en su comunicación de los datos relativos a las emisiones.

Cuadro 7-5: Parámetros adicionales del sector de la fundición, el hierro y el acero solicitados en el informe MAFC

¹³³ Como los bloques de grafito utilizados en el interior del alto horno, o los electrodos o las pastas de electrodos.

Categoría de mercancías agregadas	Requisito de notificación
Mineral sinterizado	<ul style="list-style-type: none"> – Ninguno.
Fundición en bruto	<ul style="list-style-type: none"> – El agente reductor principal utilizado. – En % de masa de Mn, Cr, Ni, total de otros elementos de la aleación.
FeMn Ferromanganeso	<ul style="list-style-type: none"> – En % de masa de Mn y carbono.
FeCr – Ferrocromo	<ul style="list-style-type: none"> – En % de masa de Cr y carbono.
FeNi – Ferroníquel	<ul style="list-style-type: none"> – En % de masa de Ni y carbono.
DRI (hierro prerreducido)	<ul style="list-style-type: none"> – El agente reductor principal utilizado. – En % de masa de Mn, Cr, Ni, total de otros elementos de la aleación.
Acero bruto	<ul style="list-style-type: none"> – El agente reductor principal del precursor, si se conoce. – Contenido de aleaciones en el acero, expresado como sigue: <ul style="list-style-type: none"> – En % de masa de Mn, Cr, Ni, total de otros elementos de la aleación. – Toneladas de chatarra utilizadas para producir una tonelada de acero bruto. – % de chatarra que es chatarra de preconsumo.
Productos de hierro o acero	<ul style="list-style-type: none"> – El agente reductor principal utilizado en la producción del precursor, si se conoce. – Contenido de aleaciones en el acero, expresado como sigue: <ul style="list-style-type: none"> – En % de masa de Mn, Cr, Ni, total de otros elementos de la aleación. – En % de masa de los materiales contenidos que no son ni hierro ni acero si su masa está por encima del 1 al 5 % de la masa total de las mercancías. – Toneladas de chatarra utilizadas para producir una tonelada del producto. – % de chatarra que es chatarra de preconsumo.

Debe asegurarse de recabar todos los parámetros necesarios para sus mercancías MAFC y de comunicárselos a los importadores de sus mercancías. El importador deberá notificar los parámetros adicionales cuando las mercancías sean importadas en la UE con arreglo al MAFC.

7.2.2 Ejemplos prácticos para el sector de la fundición, el hierro y el acero

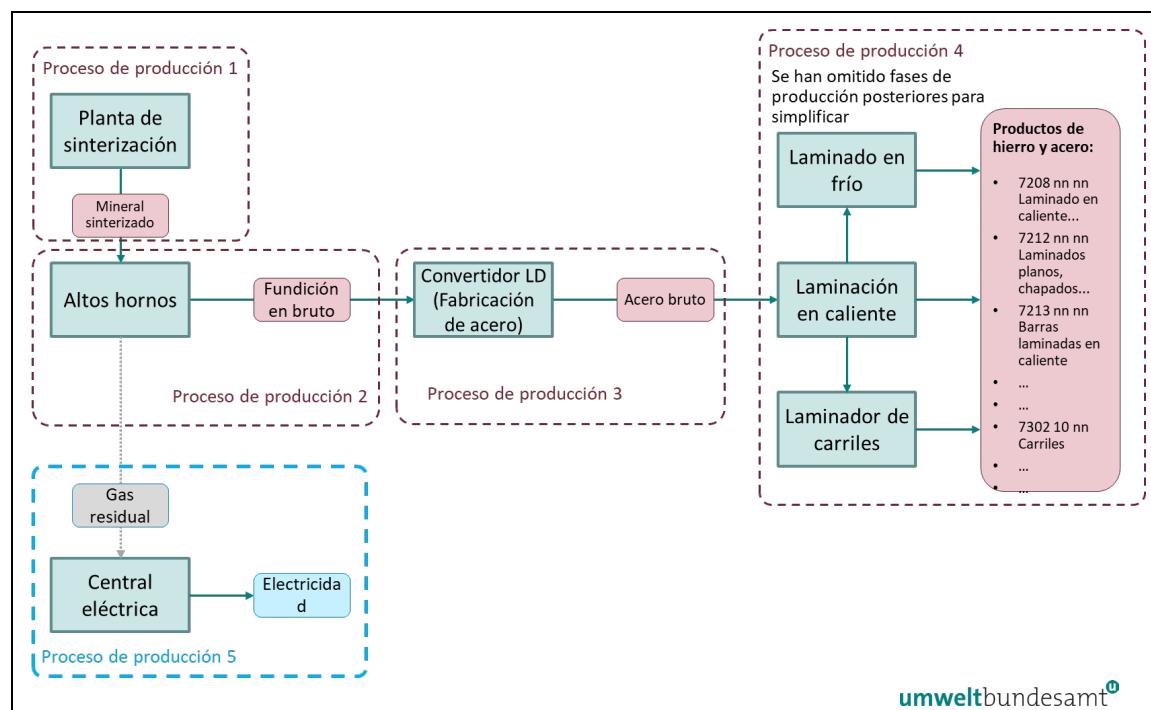
7.2.2.1 Ejemplo 1: acería integrada y conversión a productos de hierro o acero.

El siguiente ejemplo práctico muestra cómo se obtienen las emisiones implícitas específicas para las mercancías del sector de la fundición, el hierro y el acero, producidas mediante la ruta de altos hornos / horno de oxígeno básico. Seguidamente, al final del ejemplo, se calculan las emisiones implícitas resultantes de las importaciones en la UE para su notificación en el período transitorio.

En este ejemplo de fabricación de acero integrada, la instalación produce cinco productos, y cada uno de ellos se define como un proceso de producción único, ya que cada uno de ellos pertenece a una categoría de mercancías agregadas MAFC.

El diagrama que figura a continuación ofrece una visión resumida de la instalación y muestra los límites del sistema como una línea roja (y azul) discontinua para cada proceso de producción. Las unidades físicas en las que se lleva a cabo cada proceso de producción se han agrupado bajo los conceptos de «planta de sinterización», «alto horno», «convertidor LD» y, en relación con el conformado, bajo los conceptos de «laminado en frío, laminado en caliente, laminador de cariles» y «central eléctrica»; se han identificado los materiales de entrada y de salida pertinentes para cada proceso de producción.

Gráfico 7-4: Ejemplo para la producción de acero al carbono, ruta de altos hornos (visión general)

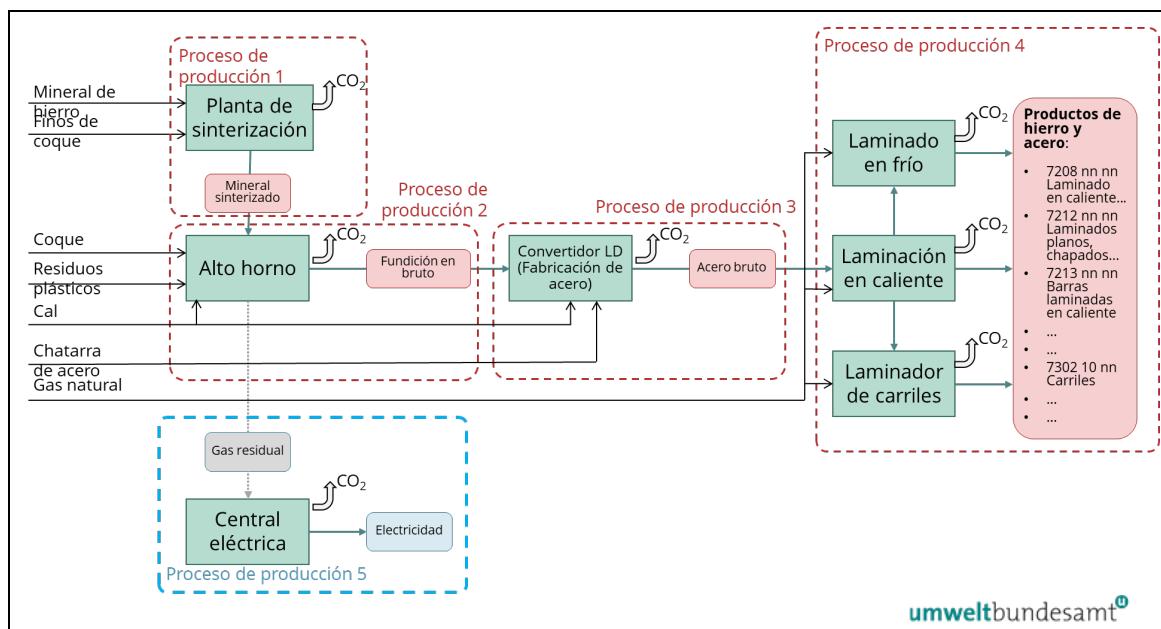


Los cinco procesos de producción definidos más arriba, y desarrollados con mayor detalle en los siguientes diagramas son:

- Proceso de producción 1: sínter (categoría de mercancías agregadas «mineral sinterizado») producido en una planta de sinterización. En la definición de los límites del sistema de este proceso de producción se han incluido como materiales de entrada las materias primas (mineral de hierro), los combustibles (finos de coque) y la energía eléctrica. El mineral sinterizado resultante del proceso es un precursor pertinente para el proceso de producción 2.
- Proceso de producción 2: fundición en bruto (metal caliente) producido por un alto horno. En la definición de los límites del sistema de este proceso de producción se han incluido como insumos de materias primas la cal, el coque (que no tiene emisiones implícitas), el mineral sinterizado precursor (que tiene emisiones implícitas), los combustibles / agentes reductores incluidos el coque y los residuos plásticos del sector doméstico (es decir, una fracción de residuos mixtos que contiene algo de biomasa), así como la energía eléctrica. La fundición en bruto resultante del proceso es un precursor pertinente para el proceso de producción 3.
- Proceso de producción 3: acero bruto producido mediante la ruta de fabricación de acero (básico al oxígeno) en convertidor LD. En la definición de los límites del sistema de este proceso de producción se han incluido como insumos de materias primas la cal y la chatarra de acero (que no tienen emisiones implícitas), la fundición en bruto como precursora (que tiene emisiones implícitas), los combustibles (gas natural) y la energía eléctrica. El acero bruto resultante del proceso es un precursor pertinente para el proceso de producción 4.
- Proceso de producción 4: productos de hierro o acero producidos mediante distintos procesos de conformado (laminado en caliente, laminado en frío y laminador de carriles) para obtener productos básicos como barras, carriles y otros productos laminados. En la definición de los límites del sistema de este proceso de producción se han incluido como insumos el acero bruto (que tiene emisiones implícitas), los combustibles (gas natural) y la energía eléctrica. Todos los materiales de salida resultantes del proceso de producción pertenecen a la misma categoría de mercancías agregadas «productos de hierro o acero» (mercancías complejas producidas a partir de los distintos precursores producidos) que se venden.
- Proceso de producción 5: electricidad producida a partir del gas residual del alto horno (proceso de producción 2). El gas de alto horno se transfiere del proceso de producción 2 al proceso de producción 5 y, mediante la generación de electricidad, se recupera energía para los procesos 1 a 4.

En el *segundo diagrama (Gráfico 7-5)* se identifican los distintos flujos fuente como entradas en los procesos de producción, que dan lugar a emisiones directas.

Gráfico 7-5: Ejemplo para la producción de acero al carbono, ruta de altos hornos; emisiones directas y flujos fuente relacionados.

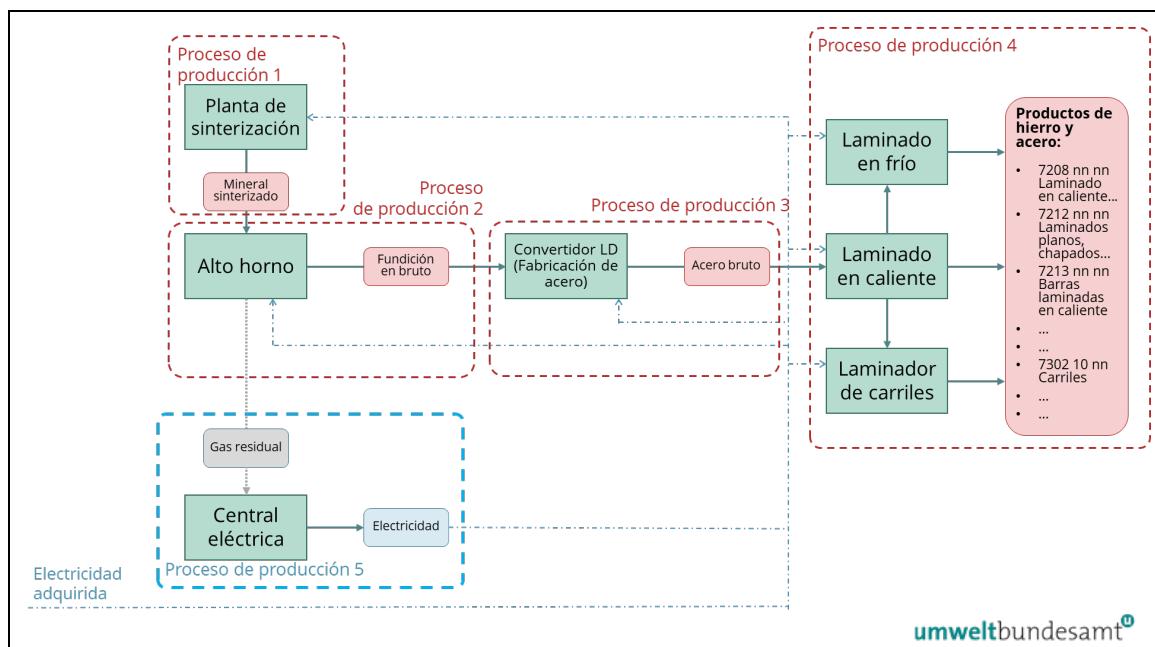


Las emisiones directas resultan de la combustión de los combustibles (finos de coque, residuos plásticos, gas natural) y del gas residual (gas de alto horno) utilizado para la generación de electricidad, así como de las emisiones de proceso del coque¹³⁴ como agente reductor y de la descomposición térmica de materiales que contienen carbonatos (como cal) y de la liberación de carbono contenido en los distintos materiales de hierro y acero.

El tercer diagrama (Gráfico 7-6) muestra, con una línea azul discontinua, qué flujos de electricidad es necesario someter a seguimiento a efectos de las emisiones indirectas, resultantes del consumo de electricidad producida en la instalación y adquirida de la red, consumida por los procesos de producción 1 a 4.

¹³⁴ El coque también puede ser tratado como un combustible, aunque se utiliza principalmente como agente reductor. Sin embargo, la ventaja de notificarlo como un combustible, es decir, incluyendo su VCN, es que puede incluirse en un balance de energía a efectos de comprobación de la coherencia.

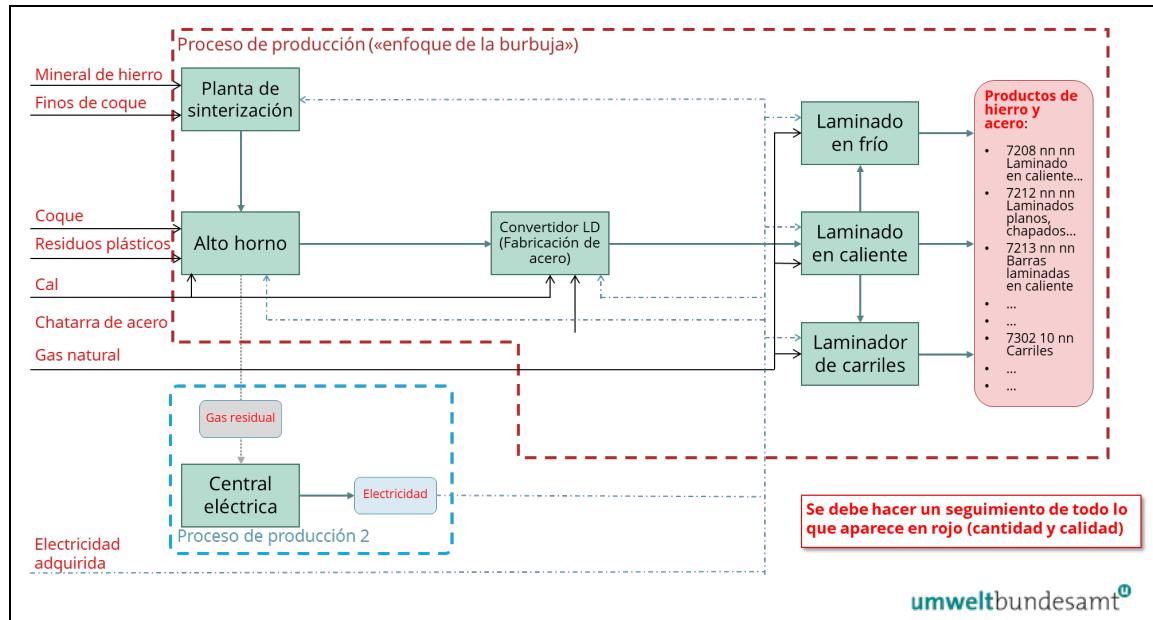
Gráfico 7-6: Ejemplo para la producción de acero al carbono, ruta de altos hornos; seguimiento de las emisiones indirectas (flujos de electricidad)



Parte del gas residual (gas de alto horno) producido en el proceso de producción 2 se recupera como combustible para generar electricidad en el proceso de producción 5. Esta electricidad se utiliza dentro de la instalación, con la consiguiente reducción de la cantidad de electricidad que es necesario importar de la red. Este ejemplo se basa en la hipótesis de que el 100 % de la electricidad producida se consume íntegramente dentro de la instalación, pero no cubre toda la demanda de electricidad de esta. Por tanto, para el cálculo de las emisiones indirectas, debe calcularse una media ponderada del factor de emisión de la electricidad autoproducida y la electricidad de la red.

Durante el **período transitorio**, dada la **complejidad** de los procesos de producción del sector de la fundición, el hierro y el acero, se permite que las instalaciones en las que se produzcan dos o más categorías de mercancías agregadas del sector (es decir, mineral sinterizado, fundición en bruto, hierro prerreducido, acero bruto y productos de hierro o acero) definan, para el seguimiento y la notificación de las emisiones implícitas, un proceso de producción conjunto o «**burbuja**» para todas las categorías de mercancías agregadas de la fundición, el hierro y el acero cubiertas, siempre que los precursores producidos se utilicen completamente para fabricar los productos de hierro o acero terminados (véase la sección 6.3).

Gráfico 7-7: Ejemplo para la producción de acero al carbono, ruta de altos hornos; enfoque de seguimiento completo. Todos los parámetros en rojo deben ser objeto de seguimiento.



El Gráfico 7-7 ofrece un enfoque de seguimiento completo para todos los flujos fuente, para la instalación del ejemplo. En este gráfico se ha establecido un único límite del sistema «en burbuja» con respecto a los procesos 1 a 4 para los productos de hierro o acero. Dentro de la burbuja, las emisiones directas e indirectas de esta ruta de producción proceden de:

- Combustión del combustible: emisiones directas de la combustión de combustibles fósiles y gases residuales.
- Emisiones de proceso: emisiones directas resultantes de la descomposición térmica de carbonatos, reductores (coque) y del contenido de carbono de los materiales de hierro y acero, incluida la chatarra.
- Las emisiones indirectas procedentes de la energía eléctrica consumida por el proceso de producción conjunto se someten a seguimiento y se notifican en el período transitorio.

Los materiales de entrada y de salida destacados en rojo son los parámetros que sería necesario que el titular sometiera a seguimiento con el fin de atribuir las emisiones y determinar las emisiones directas e indirectas implícitas específicas del proceso «en burbuja». El seguimiento conlleva ambos aspectos, el cuantitativo (datos de la actividad, véase la sección 6.5.1.3) y el cualitativo (factores de cálculo, véase la sección 6.5.1.4). También sería necesario realizar un seguimiento de los niveles de actividad de las distintas mercancías producidas. Sin embargo, al aplicar el enfoque de burbuja, no se requiere el seguimiento de los productos intermedios (precursores) —en este ejemplo, el material sinterizado, la fundición en bruto y el acero bruto—. Por otro lado, las cantidades de la electricidad y los combustibles que se utilicen en más de un proceso de producción no tienen que dividirse en niveles de uso en el proceso de producción.

Dada la complejidad de la instalación con sus distintos flujos fuente y flujos de materiales, se utiliza el método del balance de masas (véase la sección 6.5.1.2) para obtener un balance completo de la cantidad de carbono que entra en la instalación y sale de ella. Al aplicar

este método, las cantidades de CO₂ pertinentes para cada flujo fuente se calculan sobre la base del contenido de carbono de cada material, sin diferenciar entre combustibles y materiales de proceso. El carbono no emitido que salga de la instalación en los productos y residuos en vez de ser emitido también se tiene en cuenta, definiendo para ello flujos fuente de salida, que tienen datos de la actividad negativos (destacados en rojo en el Cuadro 7-6).

Cuadro 7-6: Cálculo de ejemplo para la producción de acero al carbono, ruta de altos hornos; balance de masas para las emisiones directas de la instalación. AD = datos de la actividad, CC = contenido de carbono.

Niveles de consumo	AD (t)	CC	Fracción de origen biológico	Emisiones (t CO ₂) ¹³⁵	Observaciones
Finos de coque	50 000	88,0 %		161 216,0	
Minerales de hierro	5 600 000	0,023 %		4 719,2	
Coque	2 200 000	88,0 %		7 093 504,0	
Residuos plásticos	70 000	68,4 %	16 %	147 270,8	Fracción de biomasa ¹³⁶ = 28 052 t CO ₂
Chatarra (externa)	800 000	0,210 %		6 155,5	
Chatarra (interna)	200 000	0,180 %		1 319,0	
Cal calcinada	280 000	0,273 %		2 800,0	
Gas natural	170 000	75,0 %		467 160,0	
Otros insumos	40 000	10,0 %		14 656,0	
Suma				7 898 800,6	
Carbono en los materiales de salida	AD (t)	CC		«Emisiones» (negativas) (t CO₂/TJ)	
Acero	– 4 800 000	0,180 %		– 31 657,0	
Escorias	– 1 000 000	0,030 %		– 1 099,0	
Suma				– 32 756,2	
Total de emisiones directas de la instalación				7 866 044,4	

En el Cuadro 7-6, el contenido de carbono de los distintos flujos fuente de entrada y de salida se convierte en su equivalente de CO₂, inclusive en el caso de la chatarra procedente de distintas fuentes. Las emisiones de biomasa en los residuos plásticos mezclados (asumiendo que procedan de residuos sólidos urbanos) reciben una calificación de cero (véase la sección 6.5.4). A continuación se calculan las emisiones directas totales, netas de carbono en los materiales de salida.

Seguidamente deben calcularse las emisiones indirectas totales, junto con una corrección para el gas residual de las emisiones directas que se ha utilizado para generar electricidad. A los efectos de este ejemplo se han formulado las hipótesis que se indican a continuación.

¹³⁵ Factor 3,664 t CO₂ / t C.

¹³⁶ Calculada más arriba como 70 000 x 68,4 % x 16 % x 3,664 t CO₂ / t de carbono = 28 052 t CO₂.

Cuadro 7-7: Acero al carbono, ruta de altos hornos; cálculo de las emisiones indirectas de la instalación

Emisiones indirectas de la instalación	
Hipótesis:	
–	El 40 % del gas residual producido se utiliza para producir electricidad (35 % de eficiencia).
–	Con ella se cubre el 75 % del consumo de electricidad, y el resto procede de la red.
–	El factor de emisión del gas residual se basa en el factor equivalente del gas natural, pero con menor eficiencia que en otras centrales eléctricas de gas (EF = 0,576 t CO ₂ /MWh).
–	Factor de emisión de la red = 0,628 t CO ₂ / MWh (Mezcla de 50 % carbón; 30 % gas natural; el resto, de fuentes renovables).
Factor de emisión ponderado de la electricidad consumida en la instalación:	0,589 t CO₂ / MWh.
Consumo total de electricidad de la instalación:	1 658 844 MWh / año.
Total de emisiones indirectas de la instalación:	977 059 t CO₂ / año.

Para evitar la doble contabilización de las emisiones del gas residual utilizado para generar electricidad, es necesario realizar una deducción de las emisiones directas. Los datos de la actividad para el gas residual se calculan sobre la base de la electricidad generada, utilizando la información sobre la entrada de combustible y la eficiencia de la generación indicadas anteriormente, como se muestra a continuación:

- Electricidad generada a partir del gas residual: 1 244 133 MWh (medidos)
- Entrada total de gas residual como combustible: 1 244 133 / 0,35 eficiencia = 3 554 666 MWh
- Convertido a TJ: 3 554 666 * 0,0036 = 12 800 TJ

La cantidad que debe deducirse de las emisiones directas para el gas residual utilizado para generar electricidad se calcula en el Cuadro 7-8, utilizando la ecuación que figura en la sección 6.2.2.2 para WG_{corr,exp}.

Cuadro 7-8: Cálculo de ejemplo, acero al carbono, ruta de altos hornos; total de emisiones directas de la instalación corregidas por la deducción del gas residual

				t CO ₂ / año	Observaciones
Total de emisiones directas de la instalación				7 866 044	Del Cuadro 7-6
	AD (TJ)	EF (gas nat.)	Factor de corrección		
Deducción por los gases residuales	-12 800	56,1	0667	- 478 959	Deducción por el gas residual utilizado para generar electricidad
Total de emisiones directas del proceso de producción para los productos de acero bruto				7 387 085	Emisiones directas totales revisadas

En el Cuadro 7-9 se ofrece un ejemplo de datos del nivel de actividad para las mercancías producidas en la instalación del ejemplo durante el período de notificación.

Cuadro 7-9: Ejemplo de niveles de actividad correspondientes a las mercancías producidas en el período de notificación

Productos	Niveles de actividad (AL)	Unidades
Precursores		
Fundición en bruto	4 000 000	t / año
Acero bruto	5 000 000	t / año
Productos de hierro o acero		
Chapas	3 500 000	t / año
Barras	800 000	t / año
Carriles	500 000	t / año
Total de mercancías producidas	4 800 000	t / año
Chatarra interna	200 000	t / año

A continuación se calculan las emisiones directas e indirectas implícitas específicas para los productos de hierro o acero, utilizando los datos de las emisiones directas e indirectas totales del Cuadro 7-7 y el Cuadro 7-8, así como los datos de producción del Cuadro 7-9, como se indica a continuación (Cuadro 7-10).

Cuadro 7-10: Ejemplo de cálculo, emisiones implícitas específicas conforme al enfoque simplificado / de burbuja para productos de hierro o acero

Cantidad total de mercancías producidas (productos de acero)	4 800 000	t / año
Total de emisiones directas del proceso de producción para productos de acero	7 387 085	t CO ₂ / año
Total de emisiones indirectas de la instalación	976 919	t CO ₂ / año
Emisiones directas implícitas específicas	1,539	t CO ₂ / producto de acero
Emisiones indirectas implícitas específicas	0,204	t CO ₂ / t productos de acero
Total de emisiones implícitas específicas	1,743	t CO₂ / t producto de acero

A continuación, como último paso, se puede determinar la **obligación de presentación de informes MAFC** para estos productos de hierro o acero en la UE. Por ejemplo, para la importación de 10 000 toneladas de productos de hierro o acero, por ejemplo, carriles:

- **Período transitorio (informe solamente):**

- Emisiones directas implícitas = 10 000 t x 1,539 t CO₂ / t = 15 390 t CO₂
- Emisiones indirectas implícitas = 10 000 t x 0,204 t CO₂ / t = 2 040 t CO₂

7.2.2.2 *Ejemplo 2: Horno de arco eléctrico y conversión a productos de hierro o acero*

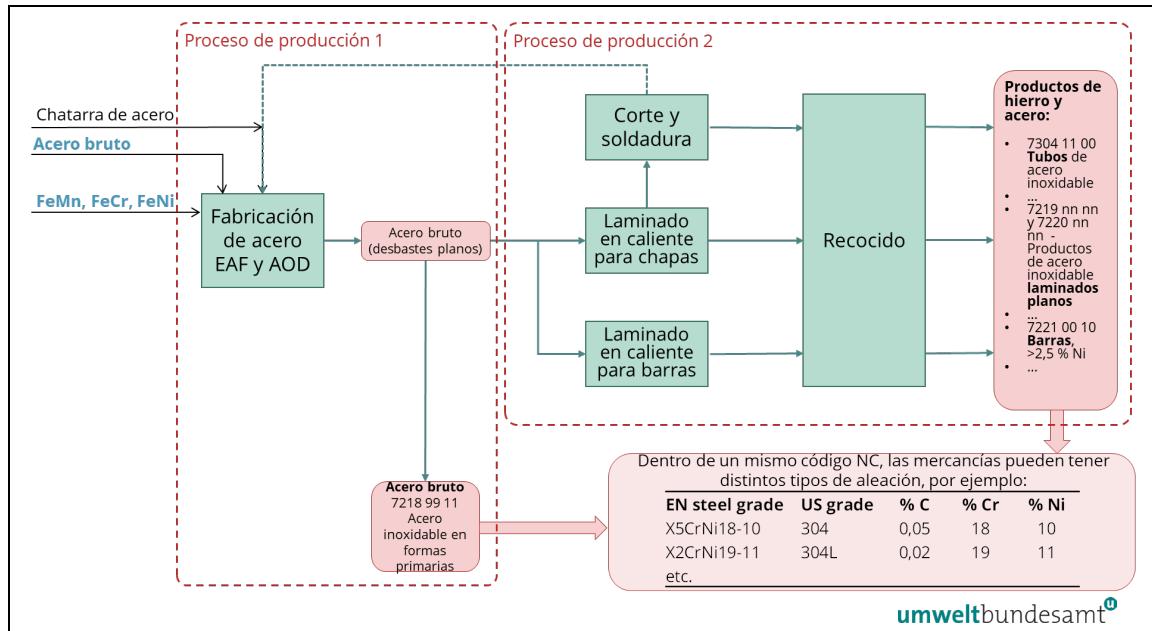
En el siguiente ejemplo se muestra cómo se obtienen las emisiones implícitas específicas para el acero bruto y los productos de hierro o acero producidos mediante la ruta de horno de arco eléctrico. Seguidamente, al final del ejemplo, se calculan las emisiones implícitas resultantes de las importaciones en la UE para su notificación en el período transitorio.

En este ejemplo de la ruta de horno de arco eléctrico, la instalación produce productos correspondientes a dos categorías de mercancías agregadas, y cada una de ellas se define como un proceso de producción único.

El Gráfico 7-8 ofrece una visión resumida de la instalación y muestra los límites del sistema como una línea roja discontinua para cada proceso de producción. Las unidades físicas en las que se lleva a cabo cada proceso de producción se han agrupado bajo los conceptos de «horno de arco eléctrico (EAF) y descarbonización por oxígeno y argón (AOD) para la fabricación del acero» y, en relación con el conformado, bajo los conceptos de «corte y soldadura», «laminado en caliente para chapas, para barras y recocido»; y se han identificado los materiales de entrada y de salida pertinentes para cada proceso de producción.

Conviene señalar que este ejemplo se producen aceros de alta aleación. Por tanto, las mercancías se definen no solo por códigos NC sino también por distintos tipos de aleación. Para la notificación a efectos del MAFC, en el período transitorio las normas de seguimiento suponen que se considera que todas las aleaciones distintas dentro de la misma categoría de mercancías agregadas a lo largo de todo el período de notificación tienen las mismas emisiones implícitas, es decir, se utiliza una media ponderada de los tipos de aleación para mantener una simplicidad razonable en las normas de seguimiento. Sin embargo, el tipo de aleación (el contenido de elementos de aleación Cr, Mn y Ni, así como el contenido de carbono) debe notificarse como información adicional cuando se importe. Por tanto, el importador tendrá que notificar cada par formado por el código NC / tipo de aleación por separado.

Gráfico 7-8: Ejemplo de una instalación que produce acero de alta aleación mediante la ruta de horno de arco eléctrico; visión general

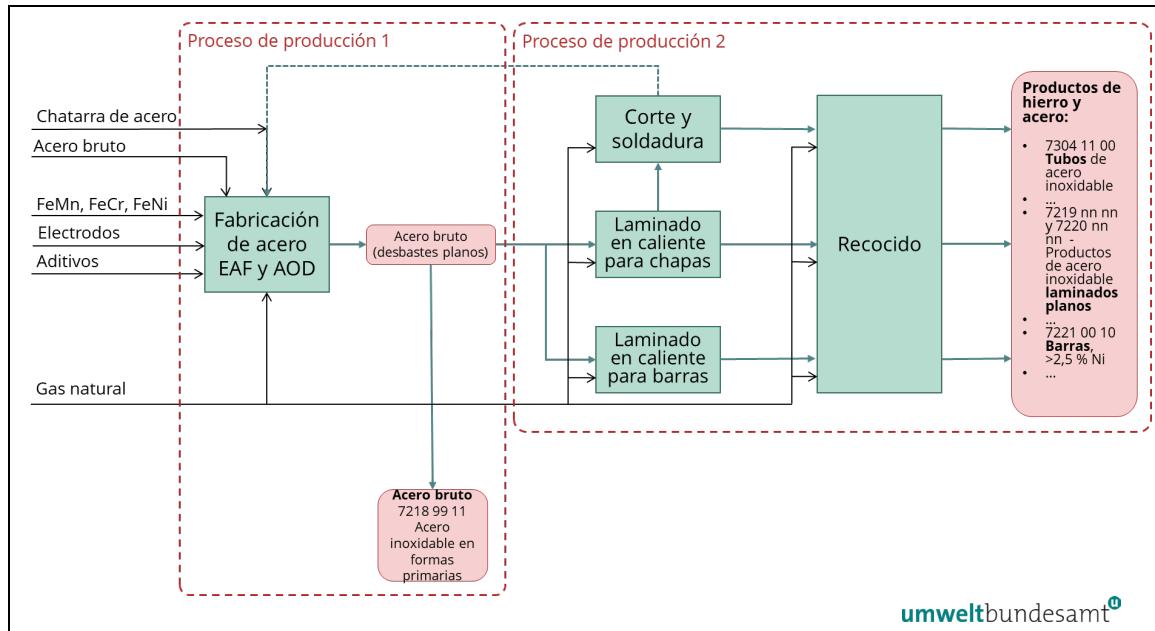


Los dos procesos de producción definidos más arriba, y desarrollados con mayor detalle en los siguientes diagramas son:

- Proceso de producción 1: acero bruto en desbastes planos de diferentes tipos de aleación producido mediante la ruta de fabricación de acero por horno de arco eléctrico / descarburación por oxígeno y argón. En la definición de los límites del sistema de este proceso de producción se han incluido como insumos la chatarra de acero del proceso de producción 2 (acero cortado durante la producción de tubos), el acero bruto y las aleaciones como precursores, los combustibles (gas natural), los electrodos de grafito y otros aditivos, y la energía eléctrica. El acero bruto resultante del proceso se vende y también es un precursor pertinente para el proceso de producción 2. Debido a la venta del precursor, el enfoque de burbuja no está permitido para la instalación de este ejemplo.
- Proceso de producción 2: productos de hierro o acero, de distintos tipos de aleación, producidos mediante distintos procesos de conformado de los que se obtienen productos básicos tales como tubos (corte, laminado y soldadura), barras (laminado en caliente y recocido) y chapas. En la definición de los límites del sistema de este proceso de producción se han incluido como insumos el acero bruto (que tiene emisiones implícitas), los combustibles (gas natural) y la energía eléctrica. Los materiales de salida del proceso de producción son productos de hierro o acero terminados destinados a la venta.

En el segundo diagrama (Gráfico 7-9) se identifican los distintos flujos fuente como entradas en los procesos de producción, que dan lugar a emisiones directas.

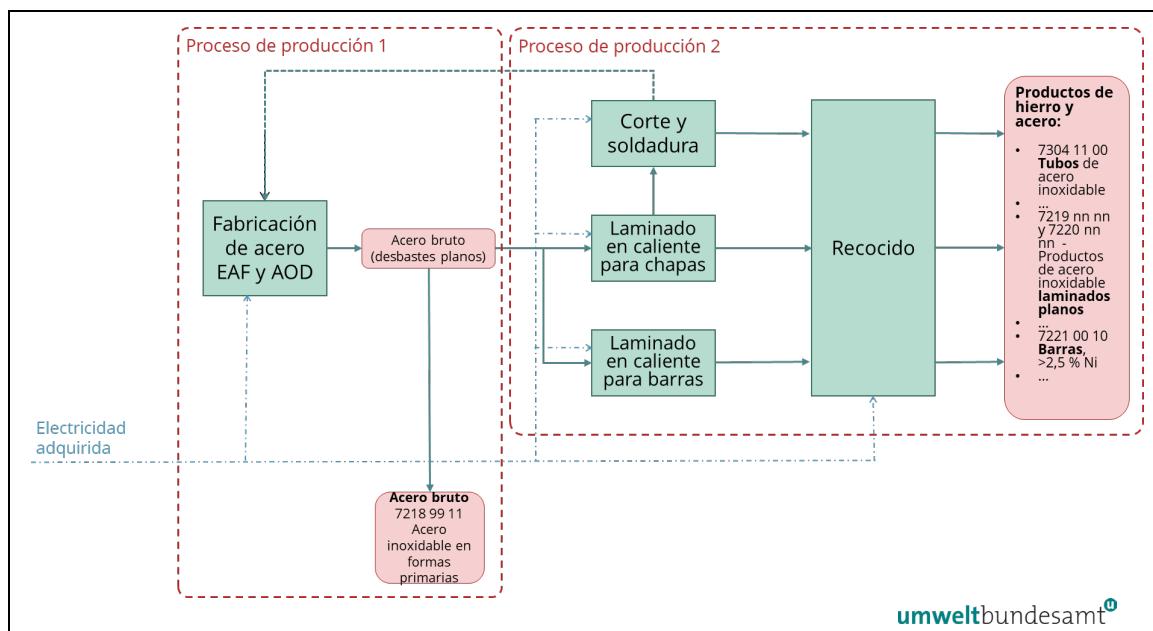
Gráfico 7-9: Ejemplo de una instalación que produce acero de alta aleación mediante la ruta de horno de arco eléctrico; flujos fuente pertinentes para el seguimiento de las emisiones directas con un enfoque basado en el cálculo



Las emisiones directas resultan de la combustión de los combustibles (gas natural) y de las emisiones de proceso de electrodos de grafito, otros aditivos y de la liberación de carbono contenido en los distintos materiales de hierro y acero.

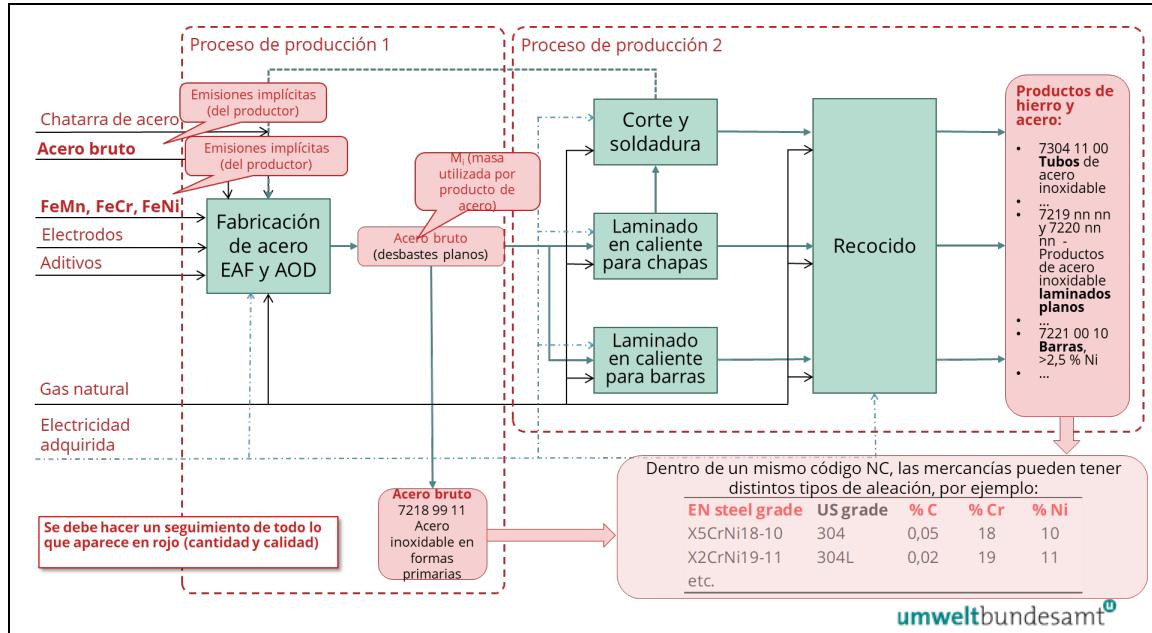
El tercer diagrama (Gráfico 7-10) muestra las emisiones indirectas resultantes del consumo de la electricidad consumida por los procesos de producción 1 y 2.

Gráfico 7-10: Ejemplo de una instalación que produce acero de alta aleación a partir de la ruta de horno de arco eléctrico; consumo de electricidad para el seguimiento de las emisiones indirectas.



El cuarto diagrama (Gráfico 7-11) ofrece un enfoque de seguimiento completo para todos los flujos fuente, para la instalación del ejemplo.

Gráfico 7-11: Ejemplo de una instalación que produce acero de alta aleación mediante la ruta de horno de arco eléctrico; enfoque de seguimiento completo. Toda la información en rojo debe ser objeto de seguimiento.



En el ejemplo 1 del hierro y el acero (sección 7.2.2.1), se ha utilizado un enfoque «de burbuja», debido a que todos los precursores producidos por la instalación se utilizan íntegramente en la producción de los productos de hierro y acero terminados. Sin embargo, el titular no puede recurrir a este enfoque en este ejemplo, ya que parte del acero inoxidable bruto precursor producido por el proceso de producción 1 se desvía y se vende antes de llegar al proceso de producción 2. Por tanto, en esta instalación, las emisiones implícitas específicas deben obtenerse por separado para cada proceso de producción.

Los materiales de entrada y de salida destacados en rojo en el Cuadro 7-11 son los parámetros que debe someter a seguimiento el titular con el fin de atribuir las emisiones y determinar las emisiones directas e indirectas implícitas específicas para ambos procesos. El seguimiento conlleva ambos aspectos, el cuantitativo (datos de la actividad, véase la sección 6.5.1.3) y el cualitativo (factores de cálculo, véase la sección 6.5.1.4). En el caso de los precursores adquiridos, incluye las emisiones implícitas específicas (véase la sección 6.8.2).

Al igual que en el ejemplo 1, dada la complejidad de la instalación y los distintos flujos fuente y flujos de materiales, se utiliza el método del balance de masas para obtener un balance completo de la cantidad de carbono que entra en la instalación y sale de ella. Al aplicar este método, las cantidades de CO₂ pertinentes para cada flujo fuente se calculan sobre la base del contenido de carbono de cada material, sin diferenciar entre combustibles y materiales de proceso. El carbono no emitido que salga de la instalación en los productos en vez de ser emitido también se tiene en cuenta, definiendo para ello los flujos fuente de salida, que tienen datos de la actividad negativos (destacados en rojo en el Cuadro 7-11).

Cuadro 7-11: Instalación de horno de arco eléctrico, ejemplo de niveles de consumo; método del balance de masas

Niveles de consumo	AD (t)	CC	EF	NCV (GJ/t)	Emisiones (tCO ₂) ¹³⁷	Hipótesis / comentarios
Chatarra de acero (mercado)	1 345 000	0,08 %			3 942,5	Convertida a CO ₂
Gas natural	163 806		56,1	48	441 096,9	Valores del IPCC; EF como t CO ₂ / TJ
Electrodos de grafito	4 468	81,9 %			13 407,6	Valores del IPCC
Varios aditivos	89 360		0,45		40 212,0	Piedra caliza; otros, omitidos; EF [tCO ₂ /t]
Acero bruto (adquirido)	80 540	0,15 %			442,6	
FeNi (28 % Ni)	346 773	1,5 %			19 058,6	
FeCr (52 % Cr)	331 213	5,2 %			63 105,4	
FeMn (31 % Mn)	60 595	2,8 %			6 216,6	
Suma					587 482,3	
Carbono en los materiales de salida	AD	CC			Emisiones (negativas)	
Acero	– 2 140 000	0,180 %			– 14 114	El nivel de actividad del acero es neto de chatarra ¹³⁸
Escorias	– 107 232	0,030 %			– 118	
Suma					– 14 232	
Total de emisiones directas de la instalación					573 251	t CO₂ / año
Emisiones indirectas	MWh	EF (tCO ₂ / MWh)	Emis. t CO ₂			
Consumo total de electricidad	1 888 460		0,833	1 573 087	t CO₂ / año	

En el Cuadro 7-11, el contenido de carbono de los distintos flujos fuente de entrada y de salida se convierte al equivalente de CO₂ y se calculan las emisiones directas totales, netas del carbono contenido en los materiales de salida (acero y escoria del proceso).

En ese mismo cuadro se han calculado también las emisiones indirectas totales.

En el siguiente cuadro (el Cuadro 7-12) se resumen, en primer lugar, los niveles de actividad de los dos procesos de producción. En segundo lugar, se muestra cómo se atribuyen el gas natural, la energía eléctrica y las emisiones al proceso 2. Los datos relativos a la energía y las emisiones se calculan utilizando los valores del consumo energético específico (SEC) para las barras, las chapas y los tubos. A continuación se atribuye el balance de las emisiones directas al proceso de producción 1, en la parte inferior del cuadro.

¹³⁷ Factor 3,664 t CO₂ / t carbono.

¹³⁸ es decir, después de deducir las cantidades de chatarra.

Cuadro 7-12: Instalación de horno de arco eléctrico, ejemplo de cálculo de las emisiones implícitas por proceso de producción y producto (Nota: SEC = consumo energético específico)

Niveles de producción	Toneladas	Consumo energético del EAF / la AOD y el laminado (en caliente)		Observaciones
		Gas natural GJ / t	Electricidad kWh / t	
Desbastes planos	2 234 000	0,31	700	Proceso 1: toneladas producidas, EAF
Desbastes planos para el mercado	1 007 000			
Barras para el mercado	456 000	5,4	180	Proceso 2: valores SEC utilizados para atribuir la energía y las emisiones.
Chapas	771 000	4,45	220	Proceso 2: valores SEC utilizados para atribuir la energía y las emisiones.
Chapas para el mercado	221 000			
Chapas para tubos	550 000			
Tubos	456 000	2,8	160	Proceso 2: valores SEC utilizados para atribuir la energía y las emisiones.
Chatarra (reciclaje interno)	94 000			Chatarra de la conversión de chapa a tubo (corte del acero).
Distribución de las emisiones		Emisiones directas (t CO₂)	Electr. consumida (MWh)	Emisiones indirectas (t CO₂)
Proceso 1 (EAF / AOD)		171 005	1 563 800	1 302 645
Proceso 2 (laminado, etc.)		402 245	324 660	270 442
Total		573 251	1 888 460	1 573 087

No se atribuyen emisiones implícitas a la chatarra de acero del proceso de producción 2, que se recicla internamente del proceso 1.

Utilizando los datos sobre la asignación de las emisiones atribuidas entre los dos procesos de producción, en el Cuadro 7-12, se procede a calcular las emisiones implícitas específicas para cada producto MAFC en los dos cuadros siguientes, tanto para las emisiones directas como para las indirectas. En esta fase deben añadirse las emisiones implícitas de los precursores (acero y aleaciones adquiridos en el proceso 1, y acero bruto en el proceso 2).

En el Cuadro 7-13 se calculan las emisiones directas e indirectas implícitas específicas para desbastes planos de acero bruto. Los datos utilizados en estos cálculos son los siguientes:

- Emisiones en la instalación para el proceso 1 (determinados más arriba).
- Emisiones implícitas de los precursores consumidos por el proceso 1 (calculadas más abajo para los precursores adquiridos acero bruto y aleaciones).
- El nivel de actividad de los desbastes planos de acero bruto en el período de notificación. El nivel de actividad es la suma de los desbastes planos vendidos y los desbastes planos utilizados en el proceso 2.

Cuadro 7-13: Instalación de horno de arco eléctrico, ejemplo de cálculo de las emisiones implícitas totales. Proceso 1 (acero bruto / desbastes planos)

Precursor(es)	SEE dir.	MWh / t	SEE indir.	Consumo (t)	Em. directas (t CO ₂)	MWh	Indirectas (t CO ₂)	Totales t CO ₂
Acero bruto	1,48	0,245	0,204	80 540	119 199	19 724	16 430	
FeNi (28 % Ni)	3,00	3,001	2,5	346 773	1 040 319	1 040 735	866 933	
FeCr (52 % Cr)	2,5	2,821	2,35	331 213	828 034	934 396	778 352	
FeMn (31 % Mn)	1,3	2,281	1,9	60 595	78 774	138 212	115 131	
Cálculo de las emisiones implícitas totales de los desbastes planos (proceso 1)								
Nivel de actividad del proceso 1 (desbastes planos)			2 234 000					
Emisiones en la instalación					171 005	1 563 800	1 302 645	
Emisiones implícitas de los precursores consumidos (a partir de los totales indicados más arriba)					2 066 325	2 133 067	1 776 845	
Emisiones implícitas totales					2 237 331	3 696 867	3 079 490	5 316 821
Emisiones implícitas específicas (t CO₂ / t desbaste plano) o MWh / t					1,001	1,655	1,378	2,380

El cálculo para el proceso 2 se puede realizar de forma similar al del proceso 1. Sin embargo, por motivos de orientación, en el Cuadro 7-14 se presenta el cálculo de las emisiones directas e indirectas implícitas específicas para las mercancías complejas (productos de hierro o acero) utilizando únicamente las emisiones implícitas específicas y las emisiones atribuidas del segundo proceso, es decir, omitiendo el nivel de actividad y las emisiones totales del segundo proceso de producción.

Cuadro 7-14: Instalación de horno de arco eléctrico, ejemplo de cálculo de las emisiones implícitas de las mercancías complejas. Proceso 2: productos de acero

Total de toneladas producidas:					
Barras para el mercado	456 000	t			
Chapas para el mercado	221 000	t			
Tubos	456 000	t			
Total de productos de acero	1 133 000	t			
Precursor de consumo (desbastes planos)	1 227 000	t			
Masa de desbastes planos (acero bruto) consumidos por t:	1,083	t / t			
			Directas (t CO₂)	MWh	Indirectas (t CO₂)
Relación de masa (M _i) del precursor	1,083				
SEE _i del precursor			1,001	1,655	1,378
Emisiones por tonelada de producto del proceso 2			0,355	0,287	0,239
Emisiones implícitas específicas (SEE) (t CO₂ / t producto de acero)			1,440	2,079	1,732
					3,171

Al calcular las emisiones implícitas totales de los productos de acero acabados del proceso 2, se tiene en cuenta la **relación de masa (M_i)** del precursor (véase información más detallada sobre el enfoque de cálculo en la sección 6.2.2.3). Se trata de la masa de los desbastes planos de acero bruto por tonelada de productos de acero producidos, y se calcula como se indica a continuación:

- Masa de los desbastes planos / masa de los productos de acero $1\,227\,000 / 1\,133\,000 = 1,083$ (como arriba). Los valores de SEE_i directas e indirectas del precursor se ajustan a continuación con este valor, es decir:
 - Para SEE_i directas (precursor): $1,001 \times 1,083 = 1,084$.

Después se calculan las emisiones directas e indirectas implícitas específicas del producto de acero complejo, como se indica más arriba.

Utilizando el enfoque anterior, ya puede determinarse la obligación de presentación de informes MAFC para la importación de desbastes planos de acero bruto y otros productos de acero en la UE durante el período transitorio; por ejemplo, para la importación de 100 toneladas de producto, por ejemplo, tubo de acero:

- **Período transitorio (informe solamente):**
 - Emisiones directas implícitas = $100 \times 1,440 = 144$ t CO₂
 - Emisiones indirectas implícitas = $100 \times 1,732 = 173,2$ t CO₂
- Total: 317,2 t CO₂

7.2.2.3 *Ejemplo 3: producción de tornillos y tuercas a partir de barras de acero adquiridas*

Este ejemplo es habitual en numerosas instalaciones no integradas de fabricación de productos de acero, y puede aplicarse igualmente a otros sectores tales como el de la producción de aluminio. En este ejemplo, la instalación adquiere los precursores que contribuyen a la mayor parte de las emisiones implícitas, mientras que la contribución de su propio proceso a este tipo de emisiones es muy reducida.

Para el ejemplo se asume que la instalación adquiere barras de acero de dos calidades (ambas cubiertas, a su vez, por el MAFC):

- Barras de acero al carbono con las emisiones implícitas determinadas en el ejemplo 1, y
- Barras de acero de alta aleación con las emisiones implícitas determinadas en el ejemplo 2.

El proceso de producción consta de las siguientes actividades:

- Laminado en caliente de las barras para obtener alambre de acero de distintos diámetros;

- Corte y forja de los alambres para obtener las tuercas;
- Corte y forja de los alambres seguidos de perforación / mecanizado para obtener las tuercas.

Estos procesos consumen gas natural y electricidad, por tanto, la propia instalación tiene emisiones directas e indirectas. Sin embargo, la mayoría de las emisiones implícitas se derivan de los precursores. Como el proceso conlleva operaciones de corte y mecanizado, se generan cantidades considerables de chatarra. De acuerdo con las normas del Reglamento de Ejecución, a la chatarra se le atribuyen cero emisiones implícitas. Debido a la generación de chatarra, el peso del precursor utilizado es superior al peso de los productos acabados. El factor m_i es > 1 (véase la fórmula en la sección 6.2.2.3).

En la instalación del ejemplo, solamente se produce una categoría de mercancías agregadas (tuercas y tornillos de distintos tipos de aleación). Por tanto, el titular podrá determinar tan solo un valor medio para las emisiones directas e indirectas anuales. Sin embargo, los porcentajes de chatarra son distintos para los dos grupos de productos principales, y como las cantidades producidas son distintas, el titular decide calcular voluntariamente las emisiones implícitas por separado para los productos de acero al carbono y los de alta aleación.

El Cuadro 7-15 muestra los datos de los que debe realizar un seguimiento el titular (cantidades de entrada y salida, consumo de energía, consumo de precursores, emisiones implícitas específicas de los precursores obtenidos de sus productores).

El Cuadro 7-16 presenta el cálculo de las emisiones implícitas específicas de los dos grupos de productos, por separado para las emisiones directas e indirectas, cuando las propias emisiones implícitas específicas de la instalación se añaden a las emisiones implícitas de los precursores.

Por último, el Cuadro 7-17 resume el cálculo de las emisiones implícitas totales por tonelada de los dos grupos de productos.

Cuadro 7-15: Ejemplo de instalación n.º 3, entradas y salidas principales

Precursos:	SEE directas (t CO ₂ / t)	SEE indirectas (t CO ₂ / t)		
Acero al carbono (véase el ejemplo 1)	1,539	0,204		
Acero de alta aleación (véase el ejemplo 2)	1,440	1,732		
Productos:	Nivel de actividad (t producto / año)	cantidad consumida (t acero / año)	chatarra producida (t / año)	m_i (t precursor / t producto)
Tornillos y tuercas de acero al carbono	17 000,00	20 000,00	3 000,00	1,176
Tornillos y tuercas de acero de alta aleación	8 200,00	10 000,00	1 800,00	1,220
Energía consumida (media de ambos productos)			Factor de emisión	
Gas natural (calentamiento, forjado...)	3,5	GJ / t producto	56,1	t CO ₂ / TJ
Electricidad	200	kWh / t producto	0,833	t CO ₂ / MWh

Cuadro 7-16: Ejemplo de instalación n.º 3, cálculo de las emisiones implícitas específicas (SEE)

Emisiones directas específicas	SEE (t CO ₂ / t)	m_i (t/t)	SEE (t CO ₂ / t producto)
Precursor: acero al carbono	1,539	1,176	1,810
Emisiones directas (gas natural)			0,196
SEE totales (tornillos y tuercas de acero al carbono)			2,006
Precursor: acero de alta aleación	1,440	1,220	1,757
Emisiones directas (gas natural)			0,196
SEE totales (tornillos y tuercas de acero de alta aleación)			1,953
Emisiones indirectas específicas	SEE (t CO ₂ / t)	m_i (t/t)	SEE (t CO ₂ / t producto)
Precursor: acero al carbono	0,204	1,176	0,240
Emisiones indirectas (electricidad)			0,167
SEE totales (tornillos y tuercas de acero al carbono)			0,407
Precursor: acero de alta aleación	1,732	1,220	2,113
Emisiones indirectas (electricidad)			0,167
SEE totales (tornillos y tuercas de acero de alta aleación)			2,280

Cuadro 7-17: Ejemplo de instalación n.º 3, cálculo de las emisiones implícitas específicas (SEE)

Totales:	SEE directas t CO ₂ / t	SEE indirectas t CO ₂ / t	SEE totales t CO ₂ / t
Tornillos y tuercas de acero al carbono	2,006	0,407	2,413
Tornillos y tuercas de acero de alta aleación	1,953	2,280	4,233

7.3 Sector de los abonos

En el cuadro de texto que figura a continuación se señalan las secciones específicas sectoriales del Reglamento de Ejecución que resultan pertinentes para el período transitorio MAFC.

Referencias del Reglamento de Ejecución:

- **Anexo II, sección 3. Disposiciones especiales y requisitos de seguimiento de las emisiones por ruta de producción.** Subsecciones 3.7 a 3.10 (categorías de mercancías agregadas del sector de los abonos)
- **Anexo IV, sección 2. Parámetros específicos sectoriales para las mercancías MAFC que deben notificar los productores de las mercancías a los importadores, en la comunicación de los datos relativos a las emisiones.**

-
- **Anexo III: sección B.6: Requisitos de la metodología basada en la medición para CO₂ y N₂O sección B.8:** Requisitos aplicables a las transferencias de CO₂ entre instalaciones. **sección B.9.3: Normas adicionales aplicables a las emisiones procedentes de la producción de ácido nítrico, incluidas las siguientes: B.9.3.1 Normas generales aplicables a la medición de las emisiones de N₂O; B.9.3.2 Determinación del flujo de gas de combustión; B.9.3.3 Concentración de oxígeno.**
-

7.3.1 Requisitos específicos sectoriales para el seguimiento y la notificación

Las emisiones directas e indirectas implícitas deben ser objeto de seguimiento de conformidad con la metodología establecida en el Reglamento de Ejecución y descrita en la sección 6 de este documento de orientación.

7.3.1.1 Seguimiento de las emisiones

Las emisiones pertinentes que deben ser objeto de seguimiento y notificarse para el sector de los abonos son:

- Emisiones (directas) de dióxido de carbono del proceso de combustión del combustible, de instalaciones fijas únicamente (excluye las emisiones de instalaciones móviles como vehículos).
- Emisiones (directas) de dióxido de carbono y óxido nitroso (N₂O) del proceso, en particular:
 - Emisiones de N₂O de la oxidación catalítica del amoniaco o de las unidades de reducción de emisiones de NO_X/N₂O (pero no de la combustión); y
 - En determinadas condiciones, CO₂ transferido del proceso de producción de amoniaco a otras instalaciones (véase la sección 6.5.6.2).
- Emisiones (directas) de dióxido de carbono resultantes de la producción de calor medible (por ejemplo, vapor) y refrigeración que se consuman dentro de los límites del sistema del proceso de producción, independientemente de la ubicación de la producción del calor (es decir, de generación *in situ* o de importaciones del exterior).
- Emisiones (directas) de dióxido de carbono resultantes del control de las emisiones (por ejemplo, de materias primas carbonatadas tales como el carbonato sódico utilizado para la limpieza de gases de combustión con ácido). Se incluye para cualquier mercancía para la que sea aplicable.

Las emisiones directas resultantes de los distintos flujos fuente mencionados más arriba no se notifican por separado sino que se suman para obtener las emisiones directas totales de la instalación o el proceso de producción.

Las emisiones indirectas procedentes de la electricidad consumida deben notificarse por separado con respecto a las emisiones directas.

Conviene señalar que las demás emisiones de N₂O resultantes de la combustión de combustibles quedan excluidas de los límites del sistema.

7.3.1.2 Normas adicionales

Atribución de emisiones para abonos mezclados

Para las instalaciones productoras de abono mezclado de distintas calidades, las emisiones directas e indirectas se atribuyen por separado con respecto a las emisiones implícitas consumidas por el proceso de producción, como se indica a continuación:

- Emisiones directas e indirectas:
 - Se calculan para todo el período de notificación.
 - Se atribuyen a cada una de las calidades de abonos de forma proporcional por tonelada de producto acabado producido.
- Determinación de las emisiones implícitas:
 - Se calculan por separado para cada calidad del abono, teniendo en cuenta la masa pertinente de cada precursor utilizado en la fabricación de cada calidad.
 - Para cada precursor, las emisiones implícitas son la media correspondiente a ese precursor a lo largo del período de notificación.

Sin embargo, dada la complejidad de los procesos de producción en el sector de los abonos, **durante el período transitorio**, las instalaciones que produzcan abonos mezclados podrán simplificar el seguimiento del proceso de producción correspondiente mediante la determinación de un valor uniforme de emisiones implícitas por tonelada de nitrógeno contenido en los abonos mezclados, independientemente de la forma química del nitrógeno (formas de amoniaco, nitrato o urea)¹³⁹.

¡Más

Calor medible producido a partir de procesos químicos exotérmicos

Cuando una instalación consuma calor medible producido a partir de procesos químicos exotérmicos distintos de la combustión o recuperado de estos, como en la producción de amoniaco o ácido nítrico, la cantidad de calor recuperado consumido se determina por separado con respecto a otro calor medible, y se le asignan cero emisiones de CO₂.

Producción de electricidad

Si se produce electricidad dentro del proceso de producción, debe realizarse una corrección en las emisiones atribuidas (véase la sección 6.2.2.2). Cuando la electricidad proceda de procesos sin combustión (por ejemplo, turbomanorreductores en la producción de amoniaco), el factor de emisión de esa electricidad se considera cero.

Transferencias de CO₂ entre procesos de producción

Cuando se capture CO₂ derivado de la producción de amoniaco y se transfiera a un emplazamiento de almacenamiento geológico de CO₂, las emisiones relacionadas podrían

¹³⁹ La legislación europea relativa a los abonos exige que, para la producción de abonos mezclados, el contenido de N [en sus distintas formas, como amoniaco (NH₄⁺) o nitrato (NO₃⁻), urea u otras formas (orgánicas)] se indique claramente en el embalaje o en la documentación de venta que lo acompañe al producto en el caso de las entregas a granel. Estos valores relativos al contenido podrán utilizarse para determinar las emisiones implícitas de cualquier abono mezclado.

deducirse, siempre que en la instalación receptora se realice un seguimiento conforme al MAFC o se disponga de un sistema de seguimiento, notificación y verificación equivalente (véase la sección 6.5.6.2). Con sujeción a los futuros cambios que se introduzcan en el marco legislativo del RCDE de la UE, que se tiene en cuenta a efectos del MAFC, el CO₂ utilizado como materia prima (insumo del proceso) en la producción de productos en los que el CO₂ quede químicamente fijado de forma permanente también podrá contabilizarse como una deducción en las emisiones directas implícitas del amoniaco. Sin embargo, de acuerdo con la legislación vigente, la urea no reúne los requisitos de tales productos, ya que se asume que el CO₂ se emite durante su uso como abono. Puede consultarse información detallada en la sección 6.5.6.2.

Enfoque basado en la medición para el seguimiento de las emisiones de N₂O

Cuando se produzcan emisiones de N₂O en el proceso (no en la combustión) en el sector de los abonos, usted, como titular, debe hacer un seguimiento de dichas emisiones utilizando un sistema de medición continua de emisiones (SMCE) instalado en un punto de medición¹⁴⁰ adecuado. Pueden consultarse orientaciones detalladas sobre los requisitos del Reglamento de Ejecución aplicables al SMCE en la sección 6.5.2 de este documento. Las emisiones de N₂O solamente se consideran pertinentes para el seguimiento en la producción de ácido nítrico. Sin embargo, cuando se utilicen ácido nítrico o los nitratos resultantes (abonos mezclados) como precursores, las emisiones de N₂O relacionadas para una parte integrante de las emisiones implícitas, que se expresan como t CO₂e:

$$CO_{2(e)}[t] = N_2O_{annual}[t] \times GWP_{N2O} \quad (\text{Ecuación 18})$$

Donde:

N_2O_{annual} son las emisiones totales anuales de N₂O, calculadas de acuerdo con la sección 6.5.2.

GWP_{N2O} es el potencial de calentamiento global del N₂O (t CO₂e / t N₂O). En el anexo VIII del Reglamento de Ejecución pueden consultarse los valores de los PCG pertinentes (también incluidos en el Annex D de este documento de orientación).

Para la determinación del caudal del gas de combustión, el Reglamento de Ejecución establece que se prefiere el método del balance de masas, mencionado en la sección 6.5.2, a las mediciones del caudal.

7.3.1.3 Requisitos de notificación adicionales

En el Cuadro 7-18 se ofrece un listado de la información adicional que debe facilitar usted, como titular, a los importadores en su comunicación de los datos relativos a las emisiones.

Cuadro 7-18: Parámetros adicionales del sector de los abonos solicitados en el informe MAFC

¹⁴⁰ Si existen múltiples puntos de emisión de los que no se puede realizar un seguimiento desde un único emplazamiento, el seguimiento de las emisiones de estos puntos diversos debe realizarse por separado y los resultados deben combinarse a efectos de la notificación.

Categoría de mercancías agregadas	Requisito de notificación en el informe trimestral
Amoniaco ¹⁴¹	– Concentración, si es una solución hidratada.
Ácido nítrico ¹⁴²	– Concentración (% en masa).
Urea	- Pureza (% en masa de urea, % N contenido).
Abonos mezclados ^{143,144}	Contenido de distintas formas de nitrógeno en un abono mezclado: <ul style="list-style-type: none"> - Contenido de N en forma de amoniaco (NH_4^+); - Contenido de N en forma de nitrato (NO_3^-); - Contenido de N en forma de urea; - Contenido de N en otras formas (orgánicas).

Debe asegurarse de recabar todos los parámetros necesarios para sus mercancías MAFC y de comunicárselos a los importadores de sus mercancías. El importador deberá notificar los parámetros adicionales cuando las mercancías sean importadas en la UE con arreglo al MAFC.

7.3.2 *Ejemplo práctico del sector de los abonos*

En el siguiente ejemplo práctico se muestra cómo se obtienen las emisiones implícitas específicas para una calidad concreta de abono mezclado, NPK 15-15-15, producido mediante mezcla y granulación.

Seguidamente, al final del ejemplo, se calculan las emisiones implícitas resultantes de las importaciones en la UE para su notificación en el período transitorio.

El Gráfico 7-12 ofrece una visión resumida de la instalación y muestra los límites del sistema como una línea discontinua para el único proceso de producción. Las unidades físicas en las que se lleva a cabo el proceso de producción se han agrupado bajo el concepto de «granulación con reactor tubular» (incluida una supuesta secadora que utiliza gas natural) y se han identificado las entradas, las salidas y las fuentes de emisión.

¹⁴¹ Tanto el amoniaco hidratado como el anhídrido se notificarán conjuntamente como 100 % amoniaco.

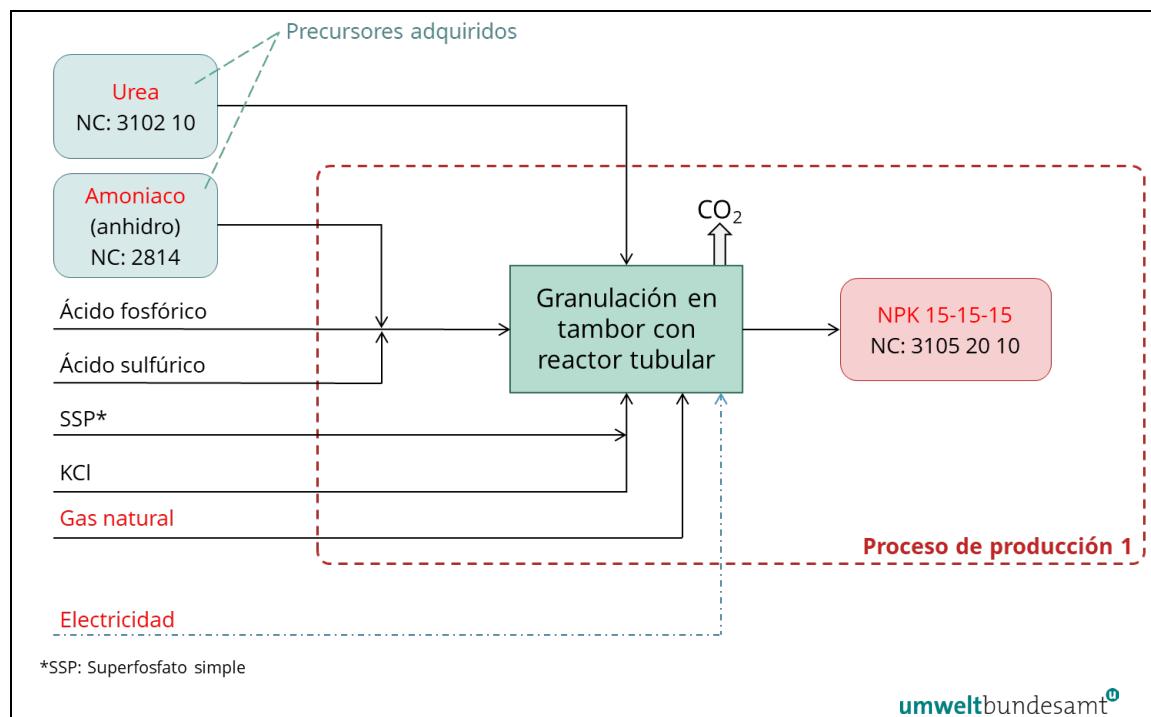
¹⁴² Se hará un seguimiento de las cantidades de ácido nítrico producido y se notificarán como 100 % ácido nítrico.

¹⁴³ Deben registrarse las cantidades de los distintos compuestos nitrogenados contenidos en el producto acabado de acuerdo con el Reglamento (UE) 2019/1009 por el que se establecen disposiciones relativas a la comercialización de los productos fertilizantes UE.

¹⁴⁴ Reglamento (UE) 2019/1009 del Parlamento Europeo y del Consejo por el que se establecen disposiciones relativas a la comercialización de los productos fertilizantes UE.

Véase: <http://data.europa.eu/eli/reg/2019/1009/2023-03-16>.

Gráfico 7-12: Ejemplo de un abono: visión general y enfoque de seguimiento completo para la producción de una calidad de abono mezclado.



Los materiales de entrada en el proceso son: materias primas, mercancías precursoras y amoniaco (anhidro), así como energía eléctrica. El material de salida es producto de abono mezclado.

Los materiales de entrada y de salida destacados en rojo son los parámetros que sería necesario que el titular sometiera a seguimiento con el fin de atribuir las emisiones y determinar las emisiones directas e indirectas implícitas específicas de ambos procesos de producción.

Las emisiones directas e indirectas que son objeto de seguimiento en este ejemplo proceden de:

- Emisiones directas del gas natural utilizado en la secadora.
- Emisiones indirectas de la energía eléctrica consumida por el proceso de producción.

También debe realizarse un seguimiento de los insumos de precursoros (con emisiones implícitas) y el nivel de actividad de las mercancías de abono mezclado producidas.

Conviene señalar que con un único proceso de producción de abono mezclado se puede fabricar una amplia gama de calidades de abono (o fórmulas) utilizando distintas cantidades del precursor. Por tanto, las emisiones implícitas específicas de cada calidad de abono deben determinarse por separado con respecto a otras calidades que también pueden producirse en la misma instalación en el transcurso del mismo período de notificación.

Esto es posible utilizando los siguientes elementos:

- La masa pertinente de cada precursor utilizado en cada calidad de abono mezclado; y
- Las emisiones implícitas específicas del precursor utilizado para fabricar abono mezclado de una calidad concreta.
- Asumiendo que el proceso de granulación y secado es similar para todas las calidades de abono producidas, se puede hacer un seguimiento de las emisiones directas e indirectas del proceso de producción a lo largo de todo el período de notificación para luego dividirlas entre el nivel de actividad total del proceso, es decir, la cantidad total de todos los abonos producidos en el período de notificación. De este modo, se obtiene un valor de energía por tonelada de abono como el utilizado en el cálculo del Cuadro 7-19.

El Cuadro 7-19 establece el proceso mediante el que se determinan las emisiones directas e indirectas específicas» del producto de abono mezclado NPK 15-15-15.

Cuadro 7-19: Ejemplo de cálculo de las emisiones directas e indirectas implícitas específicas totales del abono mezclado NPK.

Entradas	Masa de entrada (kg / t)	Emisiones implícitas del precursor (t CO ₂ /t)		Emisiones implícitas (t CO ₂ /t)	
		directas	indirectas	directas	indirectas
KCl	251,3	n/a	n/a	n/a	n/a
SSP ¹⁴⁵ 17 % P ₂ O ₅	200,0	n/a	n/a	n/a	n/a
Ácido fosfórico (40 % P ₂ O ₅)	300,0	n/a	n/a	n/a	n/a
Ácido sulfúrico (96 wt-%)	116,0	n/a	n/a	n/a	n/a
NH ₃	93,0	1,900	0,208	0,177	0,019
Urea	160,0	0,719	0,178	0,115	0,028
Energía necesaria para la granulación (media del período de notificación)				0,018	0,006
SEE total para el producto de abono mezclado NPK 15-15-15				0,310	0,054

Las emisiones directas e indirectas implícitas específicas del producto de abono mezclado se calculan mediante la combinación de los valores de las emisiones implícitas específicas de los precursores pertinentes y de la energía necesaria para la granulación, por tonelada de producto, como se indica más arriba (puede consultarse información detallada sobre el enfoque de cálculo en la sección 6.2.2.3).

Las mercancías precursoras pertinentes en el caso anterior son el NH₃ y la urea. Para determinar las emisiones implícitas totales del producto de abono mezclado, se tiene en cuenta la cantidad (kg) de cada precursor utilizado por tonelada de producto de abono mezclado, por ejemplo, para la urea, la masa total de entrada del precursor por tonelada de producto son 160 kg:

¹⁴⁵ Superfosfato simple.

- Emisiones directas implícitas de la urea: $0,160 \text{ t} / \text{t} \times 0,719 \text{ t CO}_2 / \text{t} = \mathbf{0,115 \text{ t CO}_2 / \text{t}}$ producto de abono mezclado.
- Emisiones indirectas implícitas de la urea: $0,160 \text{ t} / \text{t} \times 0,178 \text{ t CO}_2 / \text{t} = \mathbf{0,028 \text{ t CO}_2 / \text{t}}$ producto de abono mezclado.

También deben incluirse las emisiones directas e indirectas procedentes del proceso de producción consistente en la mezcla y la granulación, como se hace en el Cuadro 7-19 por tonelada de producto.

Otros insumos de materias primas químicas (KCl, SSP, ácidos fosfórico y sulfúrico) no tienen emisiones implícitas y no es necesario que se tengan en cuenta.

Utilizando el enfoque anterior, ya puede determinarse la obligación de presentación de informes MAFC para la importación del producto de abono mezclado en la UE durante el período transitorio; por ejemplo, para la importación de 100 toneladas de producto NPK 15-15-15:

- **Período transitorio (informe solamente):**
 - Emisiones directas implícitas = $100 \text{ t} \times 0,310 \text{ t CO}_2 / \text{t} = 31 \text{ t CO}_2$
 - Emisiones indirectas implícitas = $100 \text{ t} \times 0,054 \text{ t CO}_2 / \text{t} = 5,4 \text{ t CO}_2$

Total: 36,4 t CO₂

7.4 Sector del aluminio

En el cuadro de texto que figura a continuación se señalan las secciones específicas sectoriales del Reglamento de Ejecución que resultan pertinentes para el período transitorio MAFC.

Referencias del Reglamento de Ejecución:

- **Anexo II, sección 3. Disposiciones especiales y requisitos de seguimiento de las emisiones por ruta de producción.** Subsecciones 3.17 y 3.18 (categoría de mercancías agregadas del sector del aluminio).
 - **Anexo III, sección A.** Principios, subsección A.4: Enfoque para la división de las instalaciones en procesos de producción, subsección d);
 - **Anexo III, sección B. Seguimiento de las emisiones directas a nivel de instalación, subsección B.7:** Requisitos para la determinación de las emisiones de perfluorocarburos, incluidos: **B.7.1 Método de cálculo A – Método de la pendiente; B.7.2 Método de cálculo B – Método de la sobretensión; B.7.3** Norma para calcular las emisiones de CO₂e a partir de las emisiones de PFC utilizando los valores de los PCG.
 - **Anexo IV, sección 2. Parámetros específicos sectoriales para las mercancías MAFC que deben notificar los productores de las mercancías a los importadores, en la comunicación de los datos relativos a las emisiones.**
 - Anexo VIII, sección 3. cuadro de potenciales de calentamiento global para los perfluorocarburos.
-

7.4.1 Requisitos específicos sectoriales para el seguimiento y la notificación

Las emisiones directas e indirectas implícitas deben ser objeto de seguimiento de conformidad con la metodología establecida en el Reglamento de Ejecución y descrita en la sección 6 de este documento de orientación.

7.4.1.1 Seguimiento de las emisiones

Las emisiones pertinentes que deben ser objeto de seguimiento y notificarse para el sector del aluminio son:

- Emisiones (directas) de dióxido de carbono resultantes del consumo de ánodos de carbono precocidos o de pasta anódica durante la electrólisis: las emisiones resultan de la reacción del electrodo de carbono con el oxígeno procedente de la alúmina o de otras fuentes de oxígeno tales como el aire¹⁴⁶. También se producen emisiones asociadas a la autococción (coquización) de la pasta anódica *in situ* en el proceso de Söderberg.
- Emisiones (directas) de dióxido de carbono resultantes de los hornos (por ejemplo, de espera, precalentamiento, refusión y recocido), cuando se calienta mediante la combustión de los combustibles utilizados para los hornos, de instalaciones fijas únicamente (excluye las emisiones de instalaciones móviles como vehículos).
- Emisiones (directas) de dióxido de carbono resultantes de la producción de calor medible (por ejemplo, vapor) y la refrigeración, que se consuman dentro de los límites del sistema del proceso de producción, independientemente de la ubicación de la producción del calor y la refrigeración (es decir, de generación *in situ* o de importaciones del exterior).
- Emisiones (directas) de PFC para el CF₄ y el C₂F₆ únicamente, generadas durante breves condiciones de recalcado conocidas como «efecto de ánodo», cuando los niveles de alúmina bajan demasiado y se produce electrólisis en el propio baño electrolítico.
- Emisiones (directas) de dióxido de carbono resultantes del control de las emisiones (por ejemplo, de materias primas carbonatadas tales como el carbonato sódico utilizado para la limpieza de gases de combustión con ácido).

Conviene señalar que las emisiones relacionadas con la producción de ánodos de carbono precocidos (incluso si se producen en el mismo emplazamiento) y alúmina están excluidas del límite del sistema.

Las emisiones directas resultantes de los distintos flujos fuente mencionados más arriba no se notifican por separado sino que se suman para obtener las emisiones directas totales de la instalación o el proceso de producción.

Las emisiones indirectas procedentes de la electricidad consumida deben notificarse por separado con respecto a las emisiones directas. Conviene señalar que, en lo que respecta a este sector, las emisiones indirectas solamente se notifican durante el período transitorio (y no durante el período definitivo).

¹⁴⁶ Se asume que todo el monóxido de carbono (CO) que se produzca se convierte a CO₂.

7.4.1.2 Normas adicionales

Atribución de emisiones

Dada la complejidad de los procesos de producción en el sector del aluminio, **durante el período transitorio**, las instalaciones que produzcan dos o más mercancías de la categoría de mercancías agregadas «aluminio en bruto» o «productos de aluminio», podrán someter a seguimiento y notificar un proceso de producción conjunto para todos los productos de estos grupos incluidos, siempre que no se venda ningún producto intermedio (es decir, un precursor de uno de los procesos) ni sea transferido de otro modo fuera de la instalación.

¡Más

Determinación de las emisiones de proceso

También se aplican normas adicionales para la determinación de las emisiones de PFC (CF_4 y C_2F_6 únicamente) de la producción de aluminio primario. Sin embargo, cuando el aluminio primario se utilice como precursor, las emisiones de PFC relacionadas forman parte de las emisiones implícitas del producto acabado.

Existen dos métodos basados en el cálculo diferentes de conformidad con el Reglamento de Ejecución, anexo III, sección B.7. Ambos se consideran equivalentes, pero dado que cada uno de ellos requiere datos distintos, debe seleccionar el que sea más apropiado para los equipos de control de procesos de su instalación.

- «**Método de la pendiente**» (**método A**): basado en el registro de los «minutos de efecto de ánodo por celda-día». Los minutos de efecto de ánodo por celda-día se obtienen multiplicando la frecuencia de los efectos de ánodo (número de efectos de ánodo / celda-día) por la duración media de los efectos de ánodo (minutos de efecto de ánodo / número de efectos).
- «**Método de la sobretensión**» (**método B**): basado en el registro de la «sobretensión del efecto de ánodo» por celda [mV]. La sobretensión del efecto de ánodo se determina como la integral de (tiempo \times tensión por encima de la tensión objetivo) dividida por el tiempo (duración) de la recogida de datos.

Método de cálculo A – Método de la pendiente

Conforme al método A, para la determinación de las emisiones de PFC se utilizarán las siguientes ecuaciones:

$$CF_4 \text{ emissions } [t] = AEM \times (SEF_{CF_4}/1\ 000) \times Pr_{Al} \quad (\text{Ecuación 21})$$

$$C_2F_6 \text{ emissions } [t] = CF_4 \text{ emissions } \times F_{C_2F_6} \quad (\text{Ecuación 22})$$

Donde:

AEM son los minutos de efecto de ánodo / celda-día;

SEF_{CF_4} es el factor de emisión de pendiente ($\text{kg } CF_4 / \text{t Al producido} / (\text{minutos de efecto de ánodo / celda día})$). En caso de utilizar distintos tipos de celda se aplicarán distintos SEF , si procede;

Pr_{Al} es la producción de aluminio primario [t] durante el período de notificación, y F_{C2F6} es la fracción en peso de C_2F_6 [t C_2F_6 / t CF_4].

Los minutos de efecto de ánodo por celda-día se obtienen multiplicando la frecuencia de los efectos de ánodo (número de efectos de ánodo / celda-día) por la duración media de los efectos de ánodo (minutos de efecto de ánodo / número de efectos):

$$AEM = \text{frecuencia} \times \text{duración media} \text{ (Ecuación 23)}$$

Factor de emisión: El factor de emisión respecto al CF_4 (factor de emisión de pendiente SEF_{CF4}) expresa la cantidad [kg] de CF_4 emitida por tonelada de aluminio producido por minuto de efecto de ánodo por celda-día. El factor de emisión (fracción en peso de F_{C2F6}) del C_2F_6 expresa la cantidad [kg] de C_2F_6 emitida en proporción a la cantidad [kg] de CF_4 emitida.

Cuadro 7-20: Factores de emisión específicos de la tecnología, referidos a datos de la actividad para el método de la pendiente.

Tecnología	Factor de emisión para el CF_4 (SEF_{CF4}) [(kg CF_4 /t Al) / (min. Ef. án. / celda-día)]	Factor de emisión para el C_2F_6 (F_{C2F6}) [t C_2F_6 / t CF_4]
Precocción con tecnología de alimentación por puntos heredada (PFPB L)	0,122	0,097
Precocción con tecnología de alimentación por puntos moderna (PFPB M)	0,104	0,057
Precocción con tecnología de alimentación por puntos moderna sin estrategias de intervención con efectos de ánodo completamente automatizadas para las emisiones de PFC (PFPB MW)	– (*)	– (*)
Precocción centralizada (CWPB)	0,143	0,121
Precocción lateral (SWPB)	0,233	0,280
Søderberg de barra vertical (VSS)	0,058	0,086
Søderberg de barra horizontal (HSS)	0,165	0,077

(*) La instalación tiene que determinar el factor mediante sus propias mediciones. Si resulta técnicamente inviable o genera costes irrazonables, se utilizarán los valores correspondientes a la metodología CWPB.

Método de cálculo B – Método de la sobretensión

Para el método de la sobretensión se utilizarán las siguientes ecuaciones:

$$CF_4 \text{ emissions } [t] = OVC \times (AEO/CE) \times Pr_{Al} \times 0,001 \text{ (Ecuación 24)}$$

$$C_2F_6 \text{ emissions } [t] = CF_4 \text{ emissions } \times F_{C2F6} \text{ (Ecuación 25)}$$

Donde:

OVC es el coeficiente de sobretensión («factor de emisión») expresado como kg CF4 por tonelada de aluminio producido por mV de sobretensión;

AEO es la sobretensión de efecto de ánodo por celda [mV] como integral de (tiempo × tensión por encima de la tensión objetivo) dividida por el tiempo (duración) de la recogida de datos;

CE es el rendimiento de corriente medio de la producción de aluminio [%];

Pr_{Al} es la producción anual de aluminio primario[t], y

F_{C2F6} es la fracción de peso de C₂F₆ [t C₂F₆ / t CF₄].

El término *AEO/CE* (sobretensión del efecto de ánodo / rendimiento de corriente) expresa la sobretensión media del efecto de ánodo [mV de sobretensión], integrada respecto al tiempo, por rendimiento de corriente medio [%].

Cuadro 7-21: Factores de emisión específicos de la tecnología referidos a los datos de la actividad de sobretensión

Tecnología	Factor de emisión para el CF ₄ [(kg CF ₄ /t Al) / mV]	Factor de emisión para el C ₂ F ₆ [t C ₂ F ₆ / t CF ₄]
Precocción centralizada (CWPB)	1,16	0,121
Precocción lateral (SWPB)	3,65	0,252

- **Requisitos mínimos** para ambos métodos: se utilizarán los factores de emisión específicos de la tecnología indicados en el Reglamento de Ejecución, anexo III, sección B.7.
- **Mejora recomendada:** aplicación de factores de emisión específicos de la instalación correspondientes a CF₄ y C₂F₆ establecidos mediante mediciones de campo continuas o intermitentes al menos cada tres años o después de la introducción de cambios significativos en la instalación, teniendo en cuenta las directrices sobre buenas prácticas industriales¹⁴⁷.



Cálculo de las emisiones de CO₂(e) a partir de las emisiones de PFC

La siguiente fórmula (ecuación 26) puede utilizarse para calcular el CO₂(e) a partir de las emisiones de CF₄ y C₂F₆, utilizando el potencial de calentamiento global (PCG) de estos gases:

$$\text{PFC emissions [t CO}_{2(\text{e})}\text{]} = \text{CF}_4 \text{ emissions [t]} \times \text{GWP}_{\text{CF}_4} + \text{C}_2\text{F}_6 \text{ emissions [t]} \times \text{GWP}_{\text{C}_2\text{F}_6}$$

En el anexo VIII del Reglamento de Ejecución pueden consultarse los valores de los PCG pertinentes (también incluidos en el Annex D de este documento de orientación).

¹⁴⁷ Por ejemplo, las directrices sobre buenas prácticas del Instituto Internacional del Aluminio.

Además, se tienen en cuenta las emisiones fugitivas de PFC, calculadas a partir de las emisiones que puedan medirse en un conducto o chimenea («emisiones de fuentes puntuales»), aplicando como sigue el factor de eficiencia de la recogida del conducto:

$$\text{Emisiones de PFC (totales)} = \text{emisiones de PFC (conducto)} / \text{factor eficiencia de la recogida} \quad (\text{Ecuación 20})$$

El factor de eficiencia de la recogida se medirá al mismo tiempo que se determinan los factores de emisión específicos de la instalación.

7.4.1.3 Requisitos de notificación adicionales

En el Cuadro 7-22 se ofrece un listado de la información adicional que debe facilitar usted, como titular, a los importadores en su comunicación de los datos relativos a las emisiones.

Cuadro 7-22: Parámetros adicionales del sector del aluminio solicitados en el informe MAFC

Categoría de mercancías agregadas	Requisito de notificación en el informe trimestral
Aluminio en bruto	<ul style="list-style-type: none">– Toneladas de chatarra utilizadas para producir una tonelada de productos de aluminio en bruto.– % de chatarra que es chatarra de preconsumo.– Contenido de aleaciones en el aluminio: Si el contenido total de los elementos distintos del aluminio es superior al 1 %, el porcentaje total de dichos elementos.
Productos de aluminio	<ul style="list-style-type: none">– Toneladas de chatarra utilizadas para producir una tonelada de productos de aluminio en bruto.– % de chatarra que es chatarra de preconsumo.– Contenido de aleaciones en el aluminio: Si el contenido total de los elementos distintos del aluminio es superior al 1 %, el porcentaje total de dichos elementos.

Estos parámetros dependen de las mercancías producidas. Los elementos de aleación desempeñan un papel menor y no se reflejan en la clasificación NC de las mercancías de aluminio. Sin embargo, cuando el producto contenga **más del 5 % de elementos de aleación**, usted debe calcular las emisiones implícitas del producto como si la masa de los elementos de aleación fuera **aluminio en bruto procedente de la fusión primaria**.

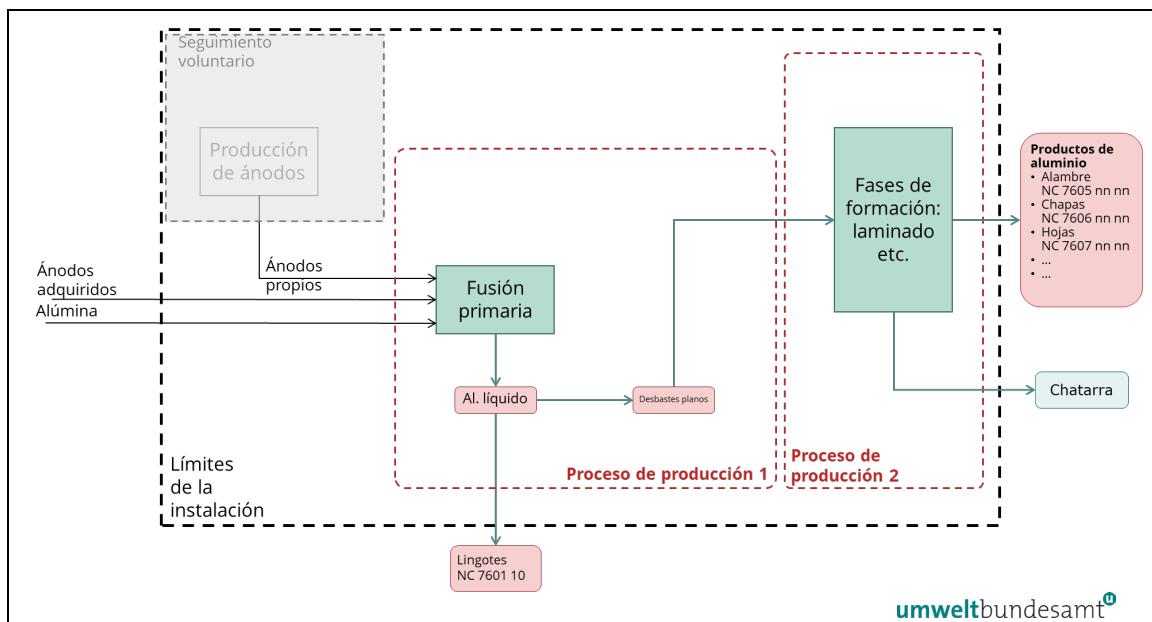
Debe asegurarse de recabar todos los parámetros necesarios para sus mercancías MAFC y de comunicárselos a los importadores de sus mercancías. El importador deberá notificar los parámetros adicionales cuando las mercancías sean importadas en la UE con arreglo al MAFC.

7.4.2 Ejemplo práctico del sector del aluminio

En el siguiente ejemplo práctico se muestra cómo se obtienen las emisiones implícitas específicas para las mercancías del sector del aluminio. Seguidamente, al final del ejemplo, se calculan las emisiones implícitas resultantes de las importaciones en la UE para su notificación en el período transitorio. En este ejemplo, la instalación produce productos a partir de dos categorías de mercancías agregadas: aluminio en bruto y productos de aluminio, y cada una de ellas se define como un proceso de producción único, ya que el producto intermedio se destina a la venta. Por lo tanto, no es posible aplicar un «enfoque de burbuja».

El Gráfico 7-13 ofrece una visión resumida de la instalación y muestra los límites del sistema como una línea discontinua para cada proceso de producción. Las unidades físicas en las que se lleva a cabo cada proceso de producción se han agrupado bajo los conceptos de « fusión primaria » y « pasos de formación » y se han identificado las distintas entradas, salidas y fuentes de emisión de cada proceso de producción.

Gráfico 7-13: Ejemplo del aluminio, visión general

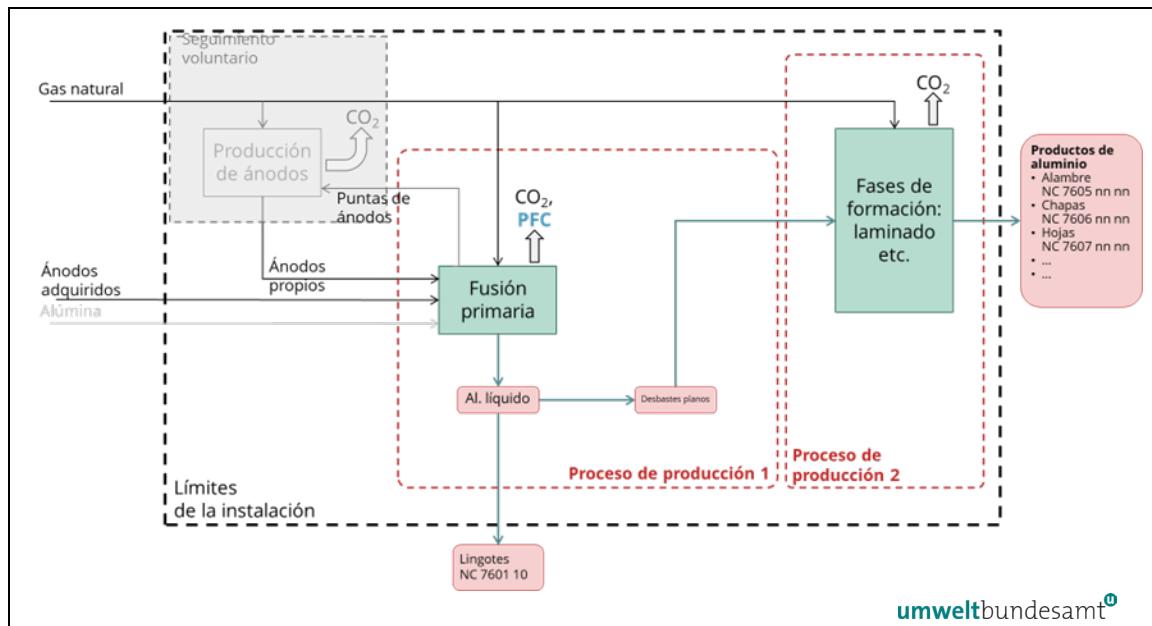


Los dos procesos de producción definidos más arriba son los siguientes:

- Proceso de producción 1: ruta de fusión primaria para la producción de aluminio en bruto como lingotes (que pueden destinarse a la venta) y desbastes planos, que se transfieren al proceso de producción 2. Los insumos de materias primas son ánodos, tanto fabricados *in situ* como adquiridos de otro lugar, y alúmina.
- Proceso de producción 2: distintos procesos de formación que producen una gama de productos de aluminio como alambre, chapas y hojas. Los insumos de materias primas son desbastes planos de aluminio en bruto transferidos del proceso de producción 1. En este proceso también se genera chatarra, que se envía fuera del emplazamiento para su reciclaje.

En el segundo diagrama (Gráfico 7-14) se determinan las fuentes de emisiones directas de la instalación.

Gráfico 7-14: Ejemplo del aluminio: identificación de los flujos fuente para el seguimiento de las emisiones directas



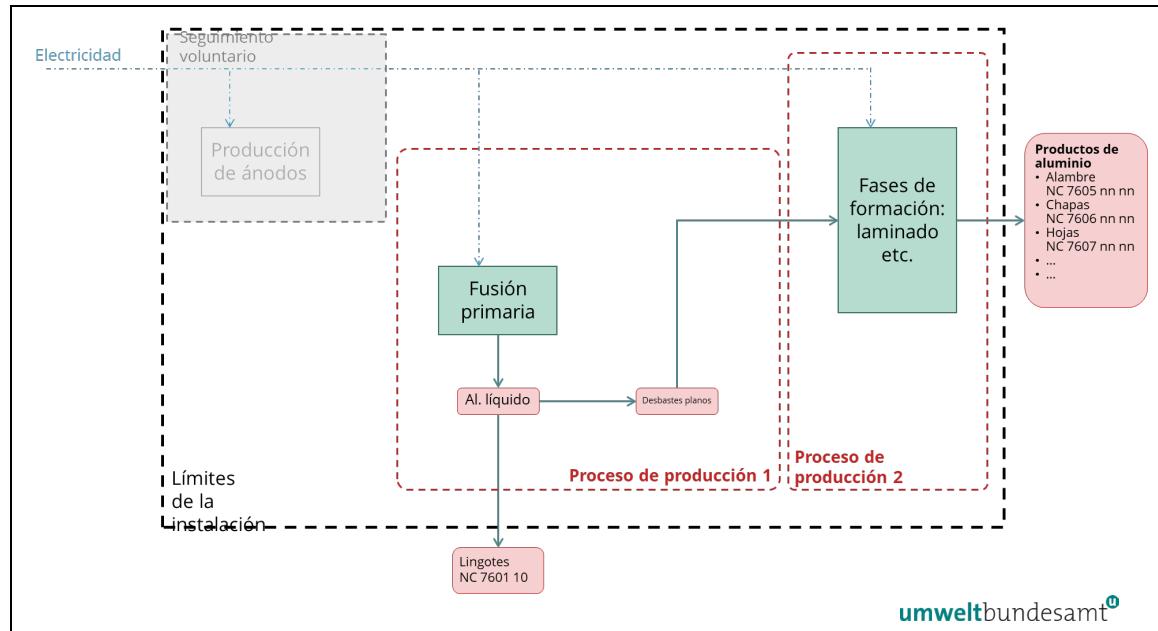
Las emisiones directas que se muestran más arriba proceden de la combustión de combustible en ambos procesos de producción, así como del proceso de fusión primaria, del consumo de ánodos de carbono y de la formación de PFC.

Conviene señalar que se ignora la producción de ánodos *in situ* debido a que estos son materias primas y, por tanto, se considera que tienen cero emisiones implícitas. Para el seguimiento del consumo de ánodos, la diferencia entre la aportación de ánodos y las puntas de ánodos recicladas da lugar a los datos de la actividad del consumo de ánodos.

Sin embargo, por razones de exhaustividad, puede que le interese realizar, de forma voluntaria, un seguimiento completo de todas las emisiones directas e indirectas, lo que, en este caso, incluiría un balance de masas completo de las materias primas y los combustibles adicionales consumidos en la producción de ánodos. No es necesario realizar un seguimiento del consumo de alúmina porque no contribuye ni a las emisiones directas ni a las emisiones implícitas.

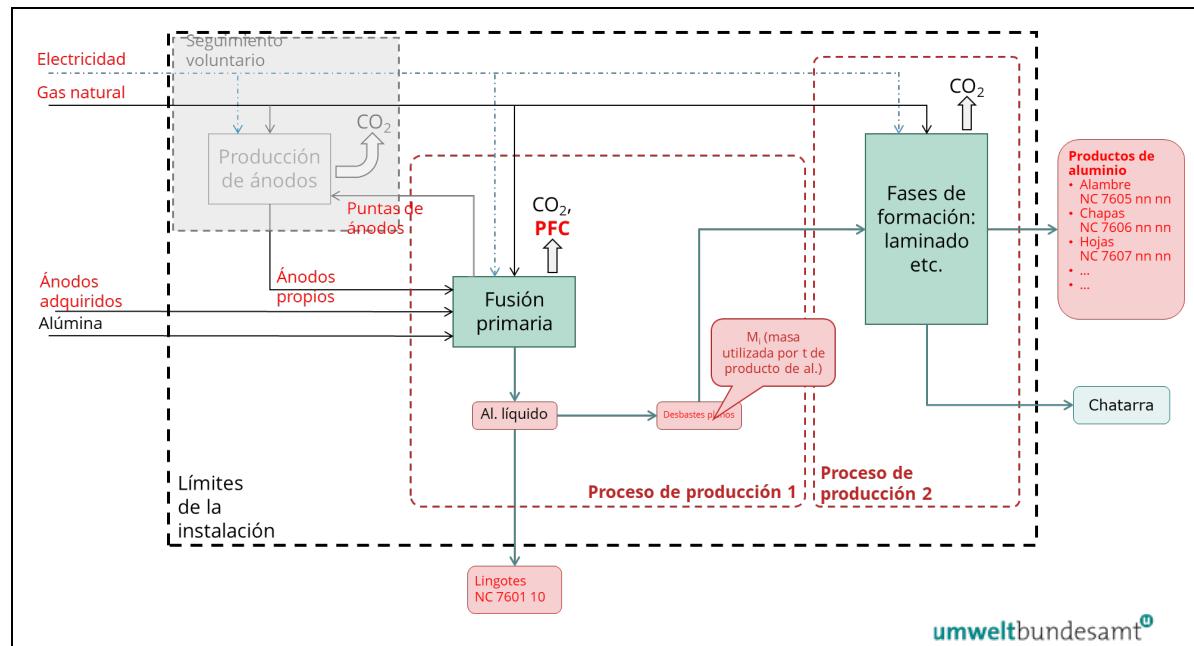
El tercer diagrama (Gráfico 7-15) muestra las emisiones indirectas resultantes del consumo de la electricidad consumida por los procesos de producción 1 y 2.

Gráfico 7-15: Ejemplo del aluminio: seguimiento de las emisiones indirectas (consumo de electricidad)



El cuarto diagrama (Gráfico 7-16) ofrece un enfoque de seguimiento completo para todos los flujos fuente para la instalación del ejemplo.

Gráfico 7-16: Ejemplo del aluminio: enfoque de seguimiento completo



Los materiales de entrada y de salida destacados en rojo en el Gráfico 7-16 son los parámetros que sería necesario que el titular sometiera a seguimiento con el fin de atribuir las emisiones y determinar las emisiones directas e indirectas implícitas específicas de ambos procesos de producción.

Las emisiones directas e indirectas que son objeto de seguimiento en este ejemplo proceden de:

- Emisiones directas de CO₂ procedentes de la combustión del combustible (gas natural), así como del proceso resultante del consumo de ánodos de carbono.
- Emisiones directas de los PFC formados durante el proceso de electrólisis.
- Emisiones indirectas de la energía eléctrica consumida por el proceso de producción.
- En el caso del proceso de producción 2, las emisiones implícitas de los precursores (los desbastes planos producidos en el proceso 1).

También debe realizarse un seguimiento de los insumos de precursores (con emisiones implícitas) y el nivel de actividad de las mercancías de aluminio producidas por cada proceso de producción.

En el Cuadro 7-23 se resumen los materiales de entrada y de salida de los dos procesos de producción sometidos a seguimiento para determinar el total de emisiones directas e indirectas implícitas específicas.

Cuadro 7-23: Materiales de entrada y niveles de la producción del ejemplo del aluminio

Producción:	Lingotes y aluminio líquido, total	200 000 t
	Lingotes (venta):	80 000 t
	Aluminio primario al proceso 2 (desbastes planos)	120 000 t
	Productos de aluminio (proceso 2)	
	Alambre (NC 7605)	45 000 t
	Chapas (NC 7606)	60 000 t
	Hojas (NC 7607)	8 000 t
	Total productos de aluminio (proceso 2)	113 000 t
	Chatarra ¹⁴⁸ vendida	7 000 t
Materiales de entrada:	Alúmina	380 000 t
	Electrodos (suma de las cantidades autoproducidas y adquiridas, menos las puntas)	69 000 t
	Gas natural (12 219 t para el proceso 1, 1 962 t para el proceso 2)	14 181 t

Mientras que parte del aluminio en bruto se vende fuera del emplazamiento en forma de lingotes (80 000 toneladas), 120 000 toneladas se utilizan como precursor en el proceso de producción 2, y al final se producen 7 000 toneladas de chatarra. No se atribuyen emisiones a la chatarra de aluminio que, como tal, tiene cero emisiones implícitas.

En el Cuadro 7-24 se resume el cálculo de las emisiones directas y su atribución a cada proceso de producción. En el Cuadro 7-25 se indica el cálculo correspondiente para las emisiones indirectas.

¹⁴⁸ No es una mercancía MAFC.

Cuadro 7-24: Ejemplo del aluminio: emisiones directas totales de la instalación

Emisiones directas CO ₂ e	Emisiones	Unidades
De los electrodos (utilizando el factor 3,664 t CO ₂ / t C):	252 816	t CO ₂
Del gas natural (NCV = 48 GJ/t, EF=56,1 t CO ₂ / TJ):	32 902	t CO ₂
De los PFC (utilizando un método descrito en la sección 7.4.1.2)	25 282	t CO ₂ e
Total del proceso 1 (aluminio primario)	311 000	t CO₂e
Total del proceso 2 (productos de aluminio acabados), emisiones del gas natural	5 283	t CO ₂
Total de emisiones directas de la instalación	316 283	t CO₂

Cuadro 7-25: Ejemplo del aluminio: emisiones indirectas totales de la instalación

Emisiones indirectas	Electricidad consumida (MWh)	EF (t CO ₂ / MWh)	Emisiones (t CO ₂)
Proceso 1 (primario)	3 000 000	0,410 ⁽¹⁴⁹⁾	1 230 000
Proceso 2 (productos acabados)	105 000	0,410	43 050
Total de emisiones indirectas			1 273 050

A continuación, con los datos de los cuadros anteriores, se calculan las emisiones directas e indirectas implícitas específicas por separado para cada categoría de mercancías agregadas, como se indica en el Cuadro 7-26.

Cuadro 7-26: Ejemplo de cálculo de las emisiones implícitas específicas de mercancías complejas de aluminio acabadas

	Niveles de producción (t)	Emisiones de proceso totales (t CO ₂ e)	Relación de masa (M _i) del precursor (t / t)	SEE dir. (t CO ₂ e / t)	SEE indir. (t CO ₂ e / t)
Proceso 1 (aluminio en bruto, lingotes y desbastes planos)					
	Producto	Directas	Indirectas	Directas	Indirectas
	Lingotes	80 000			
	Desbastes planos	120 000			
	Total	200 000	311 000	1 230 000	1,555
Proceso 2 (productos de aluminio acabados)					
Precursor	Desbastes planos	120 000		1,062	1,651
					6,531

¹⁴⁹ El factor de emisión se basa en la red eléctrica de un país ficticio en el que el 40 % de la electricidad procede de centrales de carbón relativamente antiguas y el 60 % de energía hidroeléctrica. Conviene señalar que la energía hidroeléctrica solamente puede tenerse en cuenta si existe un contrato de adquisición de energía entre la instalación y el productor de la electricidad. De no ser así, habría que utilizar un valor por defecto proporcionado por la Comisión.

Productos de aluminio		113 000	5 283	43 050		0,047	0,381
Emisiones implícitas totales de los productos de aluminio acabados						1,698	6,912

Al calcular las emisiones implícitas totales de los productos de aluminio acabados indicados más arriba, se tiene en cuenta la **relación de masa (M_i)** del precursor (puede consultarse información sobre las normas de cálculo en la sección 6.2.2.3). Se trata de la masa de los desbastes planos de aluminio en bruto consumidos por tonelada de productos de aluminio, y se calcula como se indica a continuación:

- Masa de los desbastes planos / masa de los productos de aluminio $120\,000\text{ t} / 113\,000\text{ t} = 1,062\text{ t} / \text{t}$ (como arriba).

Los valores de SEE_i directas e indirectas del precursor se ajustan a continuación con este valor, es decir:

- Para SEE_i directas (precursor): $1,555\text{ t CO}_2 / \text{t} \times 1,062\text{ t} / \text{t} = 1,651\text{ t CO}_2 / \text{t}$.

Las emisiones directas e indirectas implícitas específicas totales del producto complejo de aluminio acabado se calculan mediante la **suma** de los valores de SEE del precursor (ajustados mediante la M_i) a las emisiones del proceso de producción de productos de aluminio, como se indica más arriba.

Utilizando el enfoque anterior, ya puede determinarse la obligación de presentación de informes MAFC para la importación del producto de aluminio acabado en la UE durante el período transitorio; por ejemplo, para la importación de 100 toneladas de productos de aluminio básicos, como chapas:

- **Período transitorio (informe solamente):**

- Emisiones directas implícitas = $100\text{ t} \times 1,698\text{ t CO}_2 / \text{t} = 169,8\text{ t CO}_2$
- Emisiones indirectas implícitas = $100\text{ t} \times 6,912\text{ t CO}_2 / \text{t} = 691,2\text{ t CO}_2$

Total: 861,0 t CO₂

7.5 Productos químicos: sector del hidrógeno

En el cuadro de texto que figura a continuación se señalan las secciones específicas sectoriales del Reglamento de Ejecución que resultan pertinentes para el período transitorio MAFC.



Referencias del Reglamento de Ejecución:

- **Anexo II, sección 3. Disposiciones especiales y requisitos de seguimiento de las emisiones por ruta de producción.** Subsección 3.6 (Hidrógeno)
 - **Anexo IV, sección 2. Parámetros específicos sectoriales para las mercancías MAFC que deben notificar los productores de las mercancías a los importadores, en la comunicación de los datos relativos a las emisiones.**
-

7.5.1 *Requisitos específicos sectoriales para el seguimiento y la notificación*

Las emisiones directas e indirectas implícitas deben ser objeto de seguimiento de conformidad con la metodología establecida en el Reglamento de Ejecución y descrita en la sección 6 de este documento de orientación.

7.5.1.1 *Seguimiento de las emisiones*

Las emisiones pertinentes que deben ser objeto de seguimiento y notificarse para el sector del hidrógeno son:

- Emisiones (directas) de dióxido de carbono derivadas del proceso de combustión del combustible en el proceso de producción de hidrógeno o gas de síntesis, reformado con vapor primario y secundario de gas natural, u oxidación parcial de otros hidrocarburos; de instalaciones fijas únicamente (excluye las emisiones de instalaciones móviles como vehículos).
- Emisiones (directas) de dióxido de carbono resultantes de la producción de calor medible (con el fin de producir agua caliente o vapor) y la refrigeración que se consuman dentro de los límites del sistema del proceso de producción, independientemente de la ubicación de la producción del calor (es decir, de generación *in situ* o de importaciones del exterior).
- Las emisiones (directas) de dióxido de carbono procedentes de la electrólisis son mínimas y por ello, cuando estas emisiones son significativas, es probable que procedan de una instalación auxiliar.
- Emisiones (directas) de dióxido de carbono resultantes del control de las emisiones (por ejemplo, de materias primas carbonatadas tales como el carbonato sódico utilizado para la limpieza de gases de combustión con ácido).

Las emisiones directas resultantes de los distintos flujos fuente mencionados más arriba no se notifican por separado sino que se suman para obtener las emisiones directas totales de la instalación o el proceso de producción.

Las emisiones indirectas procedentes de la electricidad consumida deben notificarse por separado con respecto a las emisiones directas. Conviene señalar que, en lo que respecta a este sector, las emisiones indirectas solamente se notifican durante el período transitorio (y no durante el período definitivo).

7.5.1.2 Normas adicionales

Atribución de emisiones cuando se producen productos distintos simultáneamente

Para la atribución de emisiones directas (y, cuando proceda, indirectas) a los distintos productos de los siguientes procesos de producción, cuando estos productos se hayan producido simultáneamente, se aplican normas adicionales:

- Electrólisis del agua: cuando se libera oxígeno a la atmósfera, todas las emisiones del proceso de producción se atribuyen al producto de hidrógeno. Sin embargo, si se recoge oxígeno y se utiliza en otros procesos de producción o se vende, para atribuir las emisiones se utilizan las proporciones molares, mediante la ecuación que figura a continuación.
- Electrólisis de los cloruros alcalinos y producción de cloratos: se utilizan las proporciones molares para atribuir las emisiones al hidrógeno producido, mediante las ecuaciones que figuran a continuación.

Las emisiones indirectas implícitas del consumo de electricidad deben notificarse por separado durante el período transitorio. Puede utilizarse un factor de emisión de cero para la electricidad cuando se haya certificado¹⁵⁰ que la electricidad se ha producido a partir de fuentes renovables. Dicha certificación es necesaria para la importación de «hidrógeno verde» conforme al marco de energías renovables de la UE.

Electrólisis del agua

Cuando se recoja el oxígeno coproducto o cuando las emisiones directas o indirectas sean distintas de cero, las emisiones del proceso se atribuirán al hidrógeno sobre la base de las proporciones molares aplicando la siguiente ecuación.

$$Em_{H_2} = Em_{total} \left(1 - \frac{\frac{m_{O_2,sold}}{M_{O_2}}}{\frac{m_{H_2,prod}}{M_{H_2}} + \frac{m_{O_2,prod}}{M_{O_2}}} \right) \quad (\text{Ecuación 1})$$

Donde:

Em_{H_2} son las emisiones directas o indirectas atribuidas al hidrógeno producido durante el período de notificación, expresadas en toneladas de CO₂

Em_{total} son las emisiones directas o indirectas de todo el proceso de producción durante el período de notificación, expresadas en toneladas de CO₂

$m_{O_2,sold}$ es la masa de oxígeno vendido o utilizado en la instalación durante el período de notificación, expresada en toneladas

$m_{O_2,prod}$ es la masa de oxígeno producido durante el período de notificación, expresada en toneladas

¹⁵⁰ De conformidad con el Reglamento Delegado (UE) 2023/1184 de la Comisión por el que se completa la Directiva (UE) 2018/2001 [...] estableciendo una metodología común de la Unión en la que se definen normas detalladas para la producción de carburantes líquidos y gaseosos renovables de origen no biológico. Véase http://data.europa.eu/eli/reg_del/2023/1184/oj.

$m_{H_2,prod}$ es la masa de hidrógeno producido durante el período de notificación, expresada en toneladas

M_{O_2} es la masa molar de O₂ (31,998 kg/kmol)

M_{H_2} es la masa molar de H₂ (2,016 kg/kmol)

Electrólisis de los cloruros alcalinos y producción de cloratos

Cuando las emisiones directas o indirectas sean distintas de cero, las emisiones se atribuirán a la fracción de hidrógeno sobre la base de las proporciones molares aplicando las siguientes ecuaciones:

Electrólisis de los cloruros alcalinos:

$$Em_{H_2,sold} = Em_{total} \left(\frac{\frac{m_{H_2,sold}}{M_{H_2}}}{\frac{m_{H_2,prod}}{M_{H_2}} + \frac{m_{Cl_2,prod}}{M_{Cl_2}} + \frac{m_{NaOH,prod}}{M_{NaOH}}} \right) \text{ (Ecuación 2)}$$

Producción de clorato de sodio:

$$Em_{H_2,sold} = Em_{total} \left(\frac{\frac{m_{H_2,sold}}{M_{H_2}}}{\frac{m_{H_2,prod}}{M_{H_2}} + \frac{m_{NaClO_3,prod}}{M_{NaClO_3}}} \right) \text{ (Ecuación 3)}$$

Donde:

$Em_{H_2,sold}$ son las emisiones directas o indirectas atribuidas al hidrógeno producido durante el período de notificación, expresadas en toneladas de CO₂

Em_{total} son las emisiones directas o indirectas de todo el proceso de producción durante el período de notificación, expresadas en toneladas de CO₂

$m_{H_2,sold}$ es la masa de hidrógeno vendido o utilizado como precursor durante el período de notificación, expresada en toneladas

$m_{H_2,prod}$ es la masa de hidrógeno producido durante el período de notificación, expresada en toneladas

$m_{Cl_2,prod}$ es la masa de cloro producido durante el período de notificación, expresada en toneladas

$m_{NaOH,prod}$ es la masa de hidróxido de sodio (sosa cáustica) producido durante el período de notificación, expresada en toneladas, calculada como 100 % NaOH

$m_{NaClO_3,prod}$ es la masa de clorato de sodio producido durante el período de notificación, expresada en toneladas, calculada como 100 % NaClO₃

M_{H_2} es la masa molar de H₂ (2,016 kg/kmol)

M_{Cl_2} es la masa molar de Cl₂ (70,902 kg/kmol);

M_{NaOH} es la masa molar de NaOH (39,997 kg/kmol)

M_{NaClO_3} es la masa molar de NaClO₃ (106,438 kg/kmol).

Exclusiones

Como titular, debe tener en cuenta que solamente se considerará la producción de hidrógeno puro o mezclas de hidrógeno con nitrógeno utilizables en la producción de amoniaco. No se incluye la producción de gas de síntesis ni de hidrógeno en refinerías o instalaciones de productos químicos orgánicos, cuando el hidrógeno se utilice exclusivamente en dichas plantas y no para la producción de las mercancías indicadas en el Reglamento MAFC.

7.5.1.3 *Requisitos de notificación adicionales*

En el Cuadro 7-27 se ofrece un listado de la información adicional que debe facilitar usted, como titular, a los importadores en su comunicación de los datos relativos a las emisiones.

Cuadro 7-27: Parámetros adicionales del sector de los productos químicos solicitados en el informe MAFC

Categoría de mercancías agregadas	Requisito de notificación en el informe trimestral
Hidrógeno	– Ninguno

Estos parámetros dependen de las mercancías producidas. No se requiere ninguna notificación adicional con respecto al hidrógeno.

7.5.2 *Ejemplos prácticos para el sector del hidrógeno*

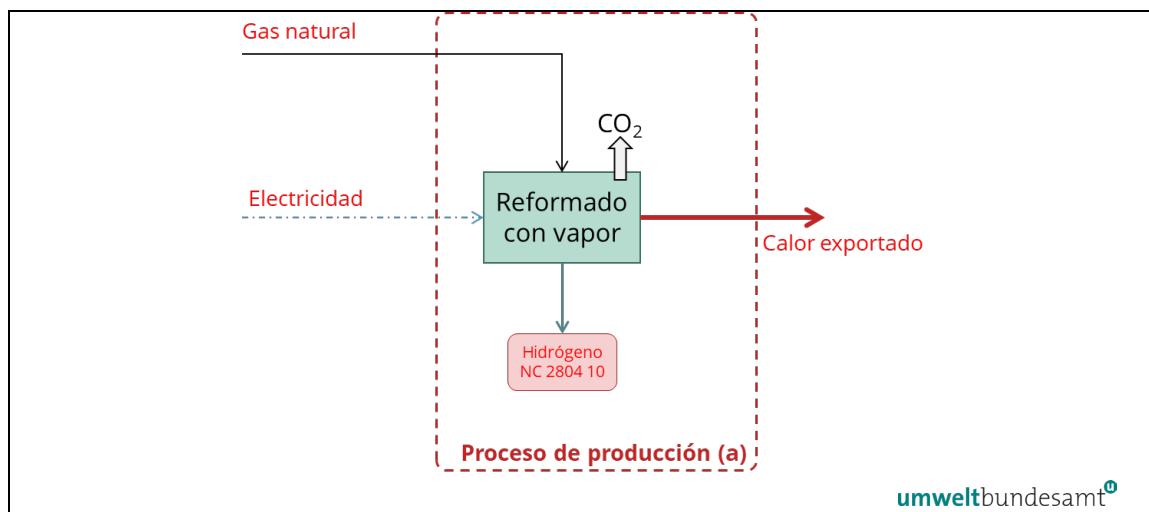
7.5.2.1 *Ejemplo 1: reformado con vapor de metano*

En el siguiente ejemplo práctico se muestra cómo se obtienen las emisiones implícitas específicas para el hidrógeno producido mediante la ruta de producción de reformado con vapor.

Seguidamente, al final del ejemplo, se calculan las emisiones implícitas resultantes de las importaciones en la UE para su notificación en el período transitorio.

El diagrama que figura más abajo ofrece una visión resumida de la instalación y muestra los límites del sistema como una línea discontinua para el único proceso de producción. Las unidades físicas en las que se lleva a cabo el proceso de producción se han agrupado bajo el concepto de «reformado con vapor» y se han identificado las entradas, las salidas y las fuentes de emisión.

Gráfico 7-17: Ejemplo del hidrógeno n.º 1: visión general y enfoque de seguimiento completo para el hidrógeno



Para el reformado con vapor se define un único proceso de producción. Los materiales de salida son el gas natural (como materia prima para el proceso y también como combustible) y la energía eléctrica. Los materiales de salida son el producto de hidrógeno y el calor exportado a otras partes de la instalación o a una red de calefacción urbana.

Los materiales de entrada y de salida destacados en rojo en el Cuadro 7-28 son los parámetros que sería necesario que el titular sometiera a seguimiento con el fin de atribuir las emisiones y determinar las emisiones directas e indirectas implícitas específicas del proceso de producción.

Las emisiones directas e indirectas que son objeto de seguimiento en este ejemplo proceden de:

- Emisiones directas derivadas de la combustión del combustible y del proceso de reformado con vapor¹⁵¹.
- Para el cálculo de las emisiones atribuidas del proceso, es necesario determinar un valor equivalente de las emisiones asociadas con la exportación de calor, y restarla de las emisiones atribuidas. El enfoque de cálculo puede consultarse en la sección 6.2.2.2, y los requisitos de seguimiento, en la sección 6.7.2.
- Emisiones indirectas de la energía eléctrica consumida por el proceso de producción.

También es necesario realizar un seguimiento del nivel de actividad de la mercancía de hidrógeno producida.

¹⁵¹ Las emisiones de monóxido de carbono (CO) a la atmósfera procedentes del proceso no se contabilizan como un flujo fuente de salida en el balance de masas sino que se consideran como la cantidad molar equivalente de las emisiones de CO₂.

En el Cuadro 7-28 se resumen los materiales de entrada y de salida del proceso sometidos a seguimiento para determinar el total de emisiones directas e indirectas implícitas específicas.

Cuadro 7-28: Ejemplo de cálculo de las emisiones directas totales atribuidas al hidrógeno neto de emisiones para una exportación de calor.

Emisiones directas	AD (t)	NCV (GJ/t)	Energía (TJ)	EF (t CO ₂ /TJ)	Emisiones (t CO ₂ /t)
Gas natural de entrada	190 000	48	9 120	56,1	511 632
Calor exportado			- 800	56,1	- 44 800
Total de emisiones directas de la instalación					466 832

Las emisiones directas totales de la instalación dan lugar a un único flujo fuente (gas natural). No es necesario diferenciar entre las emisiones de proceso y las de la combustión para este propósito. En este ejemplo, estas se atribuyen íntegramente al producto de hidrógeno, neto de emisiones atribuidas a una exportación de calor. Si el CO₂ casi puro producido mediante este proceso tuviera que ser capturado y transferido a un emplazamiento de almacenamiento geológico de CO₂, las emisiones relacionadas podrían deducirse, siempre que en la instalación receptora se realice seguimiento conforme al MAFC o a un sistema de notificación, seguimiento y verificación equivalente (véase la sección 6.5.6.2).

Cuadro 7-29: Emisiones indirectas totales atribuidas al hidrógeno

Emisiones indirectas	AD (MWh)	EF (t CO ₂ / MWh)	Emisiones (t CO ₂)
Consumo de electricidad	33 000	0,367 ¹⁵²	12 096
Total de emisiones indirectas de la instalación			12 096

El factor de emisión para la electricidad utilizado en el Cuadro 7-29 se basa en el factor de emisión para el gas natural, utilizando la eficiencia de una central eléctrica de ciclo combinado. Las emisiones indirectas totales de la instalación atribuidas al producto de hidrógeno son 12 096 t CO₂. Con los datos de los cuadros anteriores, en el Cuadro 7-29 se calculan las emisiones implícitas específicas para el hidrógeno, utilizando las emisiones directas e indirectas y el nivel de producción para el hidrógeno en el período de notificación.

Cuadro 7-30: Cálculo de las emisiones implícitas de un producto de hidrógeno (ejemplo)

Producción		Emisiones totales del proceso (t CO ₂)	SEE (t CO ₂ / t H ₂)

¹⁵² El factor de emisión se ha tomado del anexo VIII, cuadro 1; el factor de emisión del gas natural es de 56,1 t CO₂/TJ multiplicado por 0,0036 para convertir este valor en su valor equivalente de 0,202 t CO₂ / MWh. A continuación, se asume una eficiencia del 55 % para una central eléctrica de gas de ciclo combinado.

Producto	Nivel de actividad (t)	Directas	Indirectas	Directas	Indirectas
Hidrógeno	55 000	466 832	12 096	8,488	0,220

Utilizando el enfoque anterior, ya puede determinarse la obligación de presentación de informes MAFC para la importación del producto de hidrógeno en la UE durante el período transitorio; por ejemplo, para la importación de 100 toneladas de producto de hidrógeno producido mediante reformado con vapor de metano:

- **Período transitorio (informe solamente):**

- Emisiones directas implícitas = $100 \text{ t} \times 8,488 \text{ t / t CO}_2 = 848,8 \text{ t CO}_2$
- Emisiones indirectas implícitas = $100 \text{ t} \times 0,220 \text{ t / t CO}_2 = 22,0 \text{ t CO}_2$

Total: 870,8 t CO₂

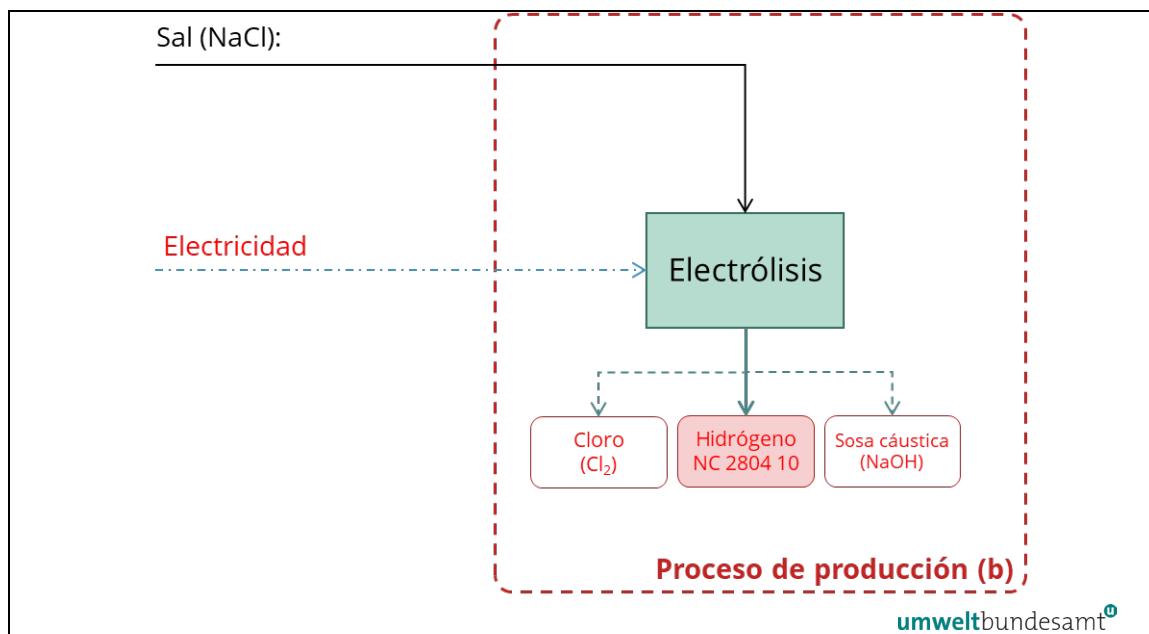
7.5.2.2 *Ejemplo 2: electrólisis de los cloruros alcalinos*

En el siguiente ejemplo práctico se muestra cómo se obtienen las emisiones implícitas específicas para el producto de hidrógeno producido mediante la ruta de producción de los cloruros alcalinos.

Seguidamente, al final del ejemplo, se calculan las emisiones implícitas resultantes de las importaciones en la UE para su notificación en el período transitorio.

El diagrama que figura más abajo ofrece una visión resumida de la instalación y muestra los límites del sistema como una línea discontinua para el único proceso de producción. Las unidades físicas en las que se lleva a cabo el proceso de producción se han agrupado bajo el concepto de «electrólisis» y se han identificado las entradas, las salidas y las fuentes de emisión.

Gráfico 7-18: Ejemplo del hidrógeno n.º 2: visión general y enfoque de seguimiento completo para el hidrógeno



Para la electrólisis de los cloruros alcalinos se define un único proceso de producción. Los materiales de entrada son la sal como materia prima y la energía eléctrica para la electrólisis. Los materiales de salida son los coproductos cloro, sosa cáustica y producto de hidrógeno. No hay emisiones directas ni flujos fuente que deban ser objeto de seguimiento.

Los materiales de entrada y de salida destacados en rojo en el gráfico son los parámetros que sería necesario que el titular sometiera a seguimiento para atribuir las emisiones y determinar las emisiones directas e indirectas implícitas específicas del proceso de producción.

En este ejemplo no hay emisiones directas. Las emisiones indirectas que son objeto de seguimiento en este ejemplo proceden de:

- Energía eléctrica consumida por el proceso de producción.

Los niveles de actividad del cloro y la sosa cáustica, **así como** el de la mercancía de hidrógeno producida, deben ser objeto de seguimiento para llevar a cabo la distribución de las emisiones por producto. Para el ejemplo se asume que tan solo una parte del hidrógeno producido también se destina a la venta.

En el Cuadro 7-31 se resumen los materiales de entrada y de salida del proceso de producción sometidos a seguimiento para determinar el total de emisiones implícitas específicas.

Cuadro 7-31: Ejemplo de niveles de producción para el período de notificación y cálculo de las proporciones molares

Producto	AD (t)	Masa molar (kg/kmol)	Proporción molar AD / masa molar (t kmol / kg)
Hidrógeno (H ₂) producido	5 687	2,016	2 820,8
Hidrógeno (H ₂) vendido	1 200		595,2
Cloro (Cl ₂) producido	200 000	70,902	2 820,8
Sosa cáustica (NaOH) producida	225 647	39,997	5 641,6

Dado que el producto de hidrógeno se produce simultáneamente junto con el cloro y la sosa cáustica, se le atribuye su porcentaje de emisiones resultantes del proceso de producción utilizando la ecuación relativa a la electrólisis de los cloruros alcalinos referida anteriormente (sección 7.5.1.2). En esta ecuación, el factor de atribución para la fracción del hidrógeno vendido se calcula utilizando las proporciones molares recogidas en el Cuadro 7-31:

- Factor de atribución para el hidrógeno = $595,2 / (2 820,8 + 2 820,8 + 5 641,6) = 0,0528$

Cuadro 7-32: Emisiones indirectas totales para el proceso de electrólisis de los cloruros alcalinos

Emisiones indirectas	MWh	EF (t CO ₂ / MWh)	Emisiones (t CO ₂)
Consumo de electricidad	520 000	0,367	190 604
Total de emisiones indirectas de la instalación			190 604

El factor de atribución de 0,0528 calculado más arriba se utiliza para atribuir las emisiones indirectas a la fracción de hidrógeno, como se indica a continuación:

- Emisiones indirectas implícitas atribuidas al producto de hidrógeno = $0,0528 \times 190 604 \text{ t CO}_2 = \mathbf{10 064 \text{ t CO}_2}$
- Al dividirlo por el nivel de producción de hidrógeno se obtienen las emisiones indirectas implícitas específicas: $10 064 \text{ t CO}_2 / 1 200 \text{ t H}_2 = \mathbf{8,387 \text{ t CO}_2 / \text{t H}_2}$

Utilizando el enfoque anterior, ya puede determinarse la obligación de presentación de informes MAFC para la importación de hidrógeno en la UE durante el período transitorio; por ejemplo, para la importación de 100 toneladas de hidrógeno producido por producto de electrólisis de los cloruros alcalinos:

- Período transitorio (informe solamente):**

- Emisiones directas implícitas = 0 t CO₂
- Emisiones indirectas implícitas = $100 \text{ t} \times 8,387 \text{ t CO}_2 / \text{t} = 838,7 \text{ t CO}_2$

Total: 837,9 t CO₂

7.6 La electricidad «como mercancía» (es decir, importada en la UE)

En el cuadro de texto que figura a continuación se señalan las secciones específicas sectoriales del Reglamento de Ejecución que resultan pertinentes para el período transitorio MAFC.

Referencias del Reglamento de Ejecución:

- **Anexo II, sección 3. Disposiciones especiales y requisitos de seguimiento de las emisiones por ruta de producción.** Subsección 3.19 (Electricidad)
 - **Anexo III, sección D. Seguimiento de la electricidad, subsecciones D.1 y D.2**
-

Cuando se importa electricidad en la UE como una mercancía propiamente dicha, es decir, no se incluye en las emisiones indirectas de una mercancía (tangible), se aplican unas normas específicas. En primer lugar, solamente existen emisiones directas. En segundo lugar, el hecho de someter a seguimiento las emisiones reales en vez de utilizar un valor por defecto para las emisiones implícitas es la excepción a la regla. Para calcular dichas emisiones se utiliza la fórmula establecida en la sección 6.6. Para el factor de emisión de la electricidad deben aplicarse las normas establecidas en la sección D.2 del anexo III del Reglamento, que se explican a continuación.

Para la determinación del factor de emisión de la electricidad son aplicables las siguientes opciones:

- a) Como caso por defecto, se utilizará el valor por defecto específico para un tercer país, grupo de terceros países o región dentro de un tercer país. La Comisión determina dicho valor sobre la base de los mejores datos a su disposición. Son **factores de emisión de CO₂**¹⁵³ basados en datos de la Agencia Internacional de la Energía y son proporcionados por la Comisión en el registro transitorio MAFC.
- b) Cuando no se disponga de un valor por defecto específico de conformidad con la letra a), se utilizará el factor de emisión de CO₂ en la UE, tal y como se establece en el punto D.2.2 de este anexo. También está basado en datos de la Agencia Internacional de la Energía y se proporciona a través del Registro Transitorio MAFC.
- c) Cuando un declarante notificante presente pruebas suficientes basadas en información oficial y pública para demostrar que **el factor de emisión de CO₂ aplicable es inferior** a los valores establecidos conforme a las letras a) y b), y cuando se cumplan las condiciones establecidas en la sección 7.6.1, el declarante notificante podrá determinar el factor de emisión de CO₂ basándose en el método descrito en dicha sección.
- d) Los **datos sobre las emisiones reales** de una instalación productora de electricidad específica podrán utilizarse si se cumplen los criterios establecidos en la

¹⁵³ El Reglamento MAFC establece lo siguiente: «Factor de emisión de CO₂»: *la media ponderada de la intensidad de CO₂ de la electricidad producida a partir de combustibles fósiles dentro de una zona geográfica. El factor de emisión de CO₂ es el resultado de la división de los datos de emisión de CO₂ del sector de la electricidad por la producción bruta de electricidad basada en combustibles fósiles en la zona geográfica correspondiente. Se expresa en toneladas de CO₂ por megavatio/hora.*



sección 7.6.2 y el cálculo se basa en datos determinados de conformidad con el anexo III del Reglamento de Ejecución, tal y como se explica en la sección 7.6.2.

7.6.1 Factor de emisión de CO₂ basado en los datos del declarante notificante

A los efectos de la letra c) referida anteriormente, el declarante notificante proporcionará conjuntos de datos procedentes de **fuentes oficiales** alternativas, en particular estadísticas nacionales **correspondientes al período de cinco años que finalice dos años antes de la notificación**. Este plazo se seleccionó con el fin de reflejar los efectos de las políticas de descarbonización (por ejemplo, el aumento de la producción de energías renovables), así como las condiciones climáticas (por ejemplo, los años particularmente fríos) sobre el suministro anual de electricidad en los países de que se trate.

Para ello, el declarante notificante calculará los factores de emisión de CO₂ anuales por tecnología basada en combustibles fósiles y su respectiva producción bruta de electricidad en el país que exporte electricidad a la UE sobre la base de la siguiente ecuación:

$$Em_{el,y} = \frac{\sum_i^n EF_i \times E_{el,i,y}}{E_{el,y}} \quad (\text{Ecuación 45})$$

Donde:

$Em_{el,y}$ es el factor de emisión de CO₂ anual correspondiente a todas las tecnologías basadas en combustibles fósiles en el año concreto en el tercer país capaz de exportar electricidad a la UE;

$E_{el,y}$ es la producción bruta total de electricidad a partir de todas las tecnologías basadas en combustibles fósiles de ese año; EF_i es el factor de emisión de CO₂ para cada tecnología basada en combustibles fósiles «i», y

$E_{el,i,y}$ es la producción bruta de electricidad anual correspondiente a cada tecnología basada en combustibles fósiles «i».

A continuación se calcula el factor de emisión de CO₂ como una media móvil de esos años:

$$Em_{el} = \frac{\sum_{y-6}^{y-2} Em_{el,i}}{5} \quad (\text{Ecuación 46})$$

Donde:

Em_{el} es el factor de emisión de CO₂ resultante de la media móvil de los factores de emisión de CO₂ de los cinco años anteriores, a partir del año en curso, menos dos años, y hasta el año en curso, menos seis años;

$Em_{el,y}$ es el factor de emisión de CO₂ para cada año «i»;

i es el índice variable para los años a tener en cuenta, e

y es el año en curso.

7.6.2 *Factor de emisión de CO₂ basado en las emisiones reales de CO₂ de la instalación*

Con el fin de que un importador de electricidad pueda utilizar datos sobre las emisiones reales de una instalación productora de electricidad concreta, deben cumplirse todos los criterios a) a d) establecidos en la sección 5 del anexo IV del Reglamento MAFC, a saber:

- a) La cantidad de electricidad para la que se solicita el uso de emisiones implícitas reales está cubierta por un **contrato de adquisición de energía** entre el declarante autorizado a efectos del MAFC y un productor de electricidad situado en un tercer país;
- b) La instalación que produce la electricidad está **conectada directamente a la red de transporte de la Unión** o puede demostrarse que en el momento de la exportación **no había congestión física de la red** en ningún punto de la misma entre la instalación y la red de transporte de la Unión;
- c) La instalación que produce electricidad **no emite más de 550 gramos de CO₂** procedente de combustibles fósiles **por KWh** de electricidad;
- d) La cantidad de electricidad para la que se solicita el uso de emisiones implícitas reales ha sido **acreditada de forma irrevocable para la capacidad de interconexión asignada** por todos los titulares de redes de transporte responsables del país de origen, el país de destino y, en su caso, de cada país de tránsito, y la capacidad acreditada y la producción de electricidad por la instalación se refieren al mismo período, que no será superior a una hora.

Además, dicha instalación debe determinar el factor de emisión de la electricidad conforme a lo establecido en el anexo III del Reglamento de Ejecución, es decir, como se explica en la sección 6.7.3 o en la sección 6.7.4 en el caso de PCCE. Las emisiones directas de la instalación se determinarán como se expone en la sección 6.5.

8 EXENCIONES DEL MAFC

Durante el período transitorio son aplicables determinadas exenciones generales, que se enumeran a continuación.

Referencias del Reglamento de Ejecución:

- **Reglamento MAFC (UE) 2023/956, sección I, artículo 2: Ámbito de aplicación, apartados 3, 4 y 7; anexo III: Terceros países y territorios no incluidos en el ámbito de aplicación del presente Reglamento a efectos del artículo 2.**
-

Exención *de minimis*

Las cantidades reducidas (*de minimis*) de mercancías importadas que entran dentro del ámbito de aplicación del MAFC pueden tratarse automáticamente como exentas de las disposiciones de la legislación MAFC, siempre que sean mercancías sin valor estimable, es decir, que no sobrepasen los 150 EUR en total por envío¹⁵⁴. Esta exención también es aplicable durante la fase transitoria.

Exención por uso militar¹⁵⁵

Se aplica una exención a toda mercancía importada para ser utilizada por las autoridades militares de los Estados miembros, o en virtud de un acuerdo con las de un tercer país, en virtud de la política Común de Seguridad y Defensa de la Unión Europea o en virtud de la Organización del Tratado del Atlántico Norte (OTAN).

Exención de la AELC

Quedan exentos del MAFC los países que apliquen el RCDE de la UE (Noruega, Islandia, Liechtenstein) o que tengan un régimen de comercio de derechos de emisión vinculado íntegramente al RCDE de la UE (Suiza).

En el anexo III, sección 1, del Reglamento MAFC se incluye un listado de los países exentos en lo que respecta a todas las mercancías MAFC; los países exentos por lo que respecta a la electricidad se añadirían en la sección 2 de dicho anexo, que actualmente está en blanco.

Exención limitada para las importaciones de electricidad

Las importaciones de electricidad de terceros países están cubiertas por el MAFC, a menos que el tercer país esté tan estrechamente integrado en el mercado interior de la UE para la electricidad que no sea posible hallar ninguna solución técnica para aplicar el MAFC a dichas importaciones; esta exención solamente es aplicable en circunstancias concretas y está sujeta a las condiciones establecidas en el artículo 2 del Reglamento MAFC.

¹⁵⁴ Artículo 23 del Reglamento (CE) n.º 1186/2009 del Consejo. Véase: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:324:0023:0057:ES:PDF>.

¹⁵⁵ Reglamento Delegado (UE) 2015/2446 de la Comisión, de 28 de julio de 2015, por el que se completa el Reglamento (UE) n.º 952/2013 del Parlamento Europeo y del Consejo con normas de desarrollo relativas a determinadas disposiciones del Código Aduanero de la Unión.

Anexo A. Lista de abreviaturas

Abreviatura	Término completo
AD	datos de la actividad
AEM	minutos de efecto de ánodo
OEA	sobretensión del efecto de ánodo
AL	nivel de actividad
AOD	descarburación por oxígeno y argón
MTD	mejores técnicas disponibles
BF	fracción de biomasa
BFG	gas de alto horno
BOF	horno de oxígeno básico
BOFG	gas de horno de oxígeno básico
BREF	documentos de referencia sobre las mejores técnicas disponibles
AC	autoridad competente
MAFC	Mecanismo de Ajuste en Frontera por Carbono
CCR	relación <i>clinker</i> /cemento
CAC	captura y almacenamiento de carbono
CUC	captura y utilización de carbono
CAUC	captura, almacenamiento y utilización de carbono
SMCE	sistema de medición continua de emisiones
CF	factor de conversión
CFP	huella de carbono de productos
PCCE	producción combinada de calor y electricidad
CKD	polvo del horno de cemento
NC	nomenclatura combinada
COG	Gas de coquería
DRI	hierro prerreducido
EAF	horno de arco eléctrico
EF	Factor de emisión
AELC	Asociación Europea de Libre Comercio
EORI	registro e identificación de operadores económicos
RCDE	régimen de comercio de derechos de emisión
RCDE de la UE	régimen de comercio de derechos de emisión de la Unión Europea
EUA	derechos de emisión de la UE (utilizados en el RCDE de la UE)
EUR	euro (moneda)

Abreviatura	Término completo
FAR	normas de asignación gratuita (Reglamento 2019/331) ¹⁵⁶
GEI	gas de efecto invernadero
PCG	potencial de calentamiento global
HBI	Hierro briqueteado en caliente
SA	Sistema Armonizado (para el comercio internacional)
AIE	Agencia Internacional de la Energía
ISO	Organización Internacional de Normalización
UTCUTS	(criterios del) uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura
MMD	documentación relativa a la metodología de seguimiento
RSN	Reglamento sobre seguimiento y notificación (Reglamento 2018/2066) ¹⁵⁷
SNV	seguimiento, notificación y verificación
EM	Estado o Estados miembros
MWh	megavatio/hora
VCN	valor calorífico neto
NPI	arrabio de níquel
OF	factor de oxidación
PCI	inyección de carbón pulverizado
PEMS	sistema predictivo de monitorización de emisiones
PFC	perfluorocarburo
PoS	pruebas de sostenibilidad
DFER II	Directiva sobre fuentes de energía renovables (versión refundida)
SEE	emisiones implícitas específicas
TARIC	base de datos del Arancel Integrado de la Unión Europea
TJ	terajulios
GRT	gestor de la red de transporte
CAU	Código Aduanero de la Unión
UN/LOCODE	Código de Localidades de las Naciones Unidas a efectos de comercio y transporte

¹⁵⁶ Normas de asignación gratuita [Reglamento Delegado (UE) 2019/331 de la Comisión, de 19 de diciembre de 2018, por el que se determinan las normas transitorias de la Unión para la armonización de la asignación gratuita de derechos de emisión con arreglo al artículo 10 *bis* de la Directiva 2003/87/CE del Parlamento Europeo y del Consejo].

¹⁵⁷ Reglamento sobre seguimiento y notificación [Reglamento de Ejecución (UE) 2018/2066 de la Comisión, de 19 de diciembre de 2018, sobre el seguimiento y la notificación de las emisiones de gases de efecto invernadero en aplicación de la Directiva 2003/87/CE del Parlamento Europeo y del Consejo y por el que se modifica el Reglamento (UE) n.º 601/2012 de la Comisión].

Anexo B. Lista de definiciones

Término	Definición
«Exactitud»	grado de concordancia entre el resultado de una medición y el valor real de la magnitud concreta objeto de medición, o un valor de referencia determinado empíricamente por medio de métodos normalizados y materiales de calibración trazables aceptados a nivel internacional, teniendo en cuenta los factores tanto aleatorios como sistemáticos
«Datos de la actividad»	datos sobre la cantidad de combustible o material consumida o producida en un proceso que sea pertinente para la metodología basada en el cálculo, expresada en terajulios (TJ), en masa en toneladas o (en el caso de los gases) como volumen en metros cúbicos normales, según proceda
«Emisiones reales»	las emisiones calculadas a partir de datos primarios de los procesos de producción de mercancías y de la producción de la electricidad consumida durante dichos procesos, determinadas con arreglo a los métodos establecidos en el anexo IV [del Reglamento de Ejecución]
«Nivel de actividad»	cantidad de mercancía producida (expresada en MWh para la electricidad o en toneladas para las demás mercancías) dentro de los límites de un proceso de producción
«Desechos agrícolas, de la acuicultura, pesqueros y forestales»	los desechos directamente generados por la agricultura, la acuicultura, la pesca y la explotación forestal, con exclusión de los desechos procedentes de industrias conexas o de la transformación
«Declarante autorizado a efectos del MAFC»	una persona autorizada por la autoridad competente de conformidad con el artículo 17 del Reglamento MAFC (UE) 2023/956
«Partida»	cantidad de combustible o material de la que se toman muestras representativas, y que se identifica y transfiere como un único envío o se utiliza de manera continua durante un período específico
«Biomasa»	la fracción biodegradable de los productos, residuos y desechos de origen biológico procedentes de actividades agrarias, incluidas las sustancias de origen vegetal y de origen animal, de la silvicultura y de las industrias conexas, en particular la pesca y la acuicultura, así como la fracción biodegradable de los residuos, entre ellos los residuos industriales y municipales de origen biológico
«Fracción de biomasa»	proporción entre el carbono procedente de la biomasa y el contenido total de carbono de un combustible o material, expresada como fracción

Término	Definición
« Factores de cálculo »	valor calorífico neto, factor de emisión, factor preliminar de emisión, factor de oxidación, factor de conversión, contenido de carbono o fracción de biomasa
« Calibración »	conjunto de operaciones que tienen por objeto establecer la relación existente, en condiciones especificadas, entre los valores indicados por un instrumento o sistema de medición, o los valores representados por una medida física o un material de referencia, y los valores correspondientes de una magnitud obtenidos de un patrón de referencia
« Precio del carbono »	el importe monetario pagado en un tercer país, en el marco de un mecanismo de reducción de las emisiones de carbono, en forma de impuesto, tasa o canon o en forma de derechos de emisión en el marco de un régimen de comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero, calculado sobre los gases de efecto invernadero contemplados por dicha medida y liberados en la producción de mercancías
« Certificado MAFC »	el certificado en formato electrónico correspondiente a una tonelada de CO ₂ e de emisiones implícitas en las mercancías
« factor de emisión de CO₂ »	la media ponderada de la intensidad de CO ₂ de la electricidad producida a partir de combustibles fósiles dentro de una zona geográfica. El factor de emisión de CO ₂ es el resultado de la división de los datos de emisión de CO ₂ del sector de la electricidad por la producción bruta de electricidad basada en combustibles fósiles en la zona geográfica correspondiente. Se expresa en toneladas de CO ₂ por megavatio/hora
« Nomenclatura combinada » (NC)	<p>clasificación de las mercancías, concebida para cubrir las necesidades i) del arancel aduanero común, que establece los derechos de importación de los productos importados en la Unión Europea (UE), así como del Arancel Integrado de las Comunidades Europeas (TARIC), incorporando todas las medidas comerciales y de la UE aplicadas a las mercancías importadas en la UE y exportadas fuera de esta, ii) de las estadísticas de comercio internacional de la UE.</p> <p>La NC brinda los medios para recopilar, intercambiar y publicar datos en las estadísticas de comercio internacional de la UE. También se utiliza para recabar y publicar estadísticas de comercio internacional en el comercio dentro de la UE¹⁵⁸.</p>
« Emisiones de combustión »	emisiones de gases de efecto invernadero que se producen durante la reacción exotérmica de un combustible con oxígeno

¹⁵⁸ Puede consultarse una definición en: [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:Combined_nomenclature_\(CN\)](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:Combined_nomenclature_(CN)).

Término	Definición
« Autoridad competente »	la autoridad designada por cada Estado miembro de conformidad con el artículo 11 del Reglamento MAFC (UE) 2023/956
« medición continua de emisiones » (MCE)	serie de operaciones que tienen por objeto determinar el valor de una cantidad mediante mediciones periódicas, realizando bien mediciones <i>in situ</i> en la chimenea o bien extracciones con un instrumento de medición situado cerca de esta; se excluyen los métodos de medición basados en la recogida de muestras individuales de la chimenea
« Mercancías complejas »	otras mercancías distintas de las simples
« Hipótesis prudente »	conjunto de supuestos definidos para garantizar que no se produce ninguna infravaloración de las emisiones notificadas ni una sobrevaloración de la producción de calor o electricidad ni de las mercancías
« Factor de conversión »	proporción entre el carbono emitido en forma de CO ₂ y el carbono total contenido en el flujo fuente antes de que se produzca el proceso emisor, expresada como fracción, considerando el CO emitido a la atmósfera como la cantidad molar equivalente de CO ₂
« Declarante en aduana »	el declarante tal como se define en el artículo 5, punto 15, del Reglamento (UE) n.º 952/2013 que presenta una declaración en aduana para el despacho a libre práctica de mercancías en su propio nombre, o la persona en cuyo nombre se presenta dicha declaración
« Sistema de captura, almacenamiento y utilización de carbono » (CAUC)	un grupo de operadores económicos con instalaciones conectadas técnicamente y equipos de transporte para la captura, el transporte y la utilización en la producción de mercancías o el almacenamiento geológico de CO ₂
« Actividades de flujo de datos »	actividades de adquisición, tratamiento y manipulación de los datos que son necesarias para preparar un informe de emisiones a partir de los datos de las fuentes primarias
« Conjunto de datos »	un tipo de datos a nivel de instalación o de proceso de producción según proceda dadas las circunstancias, que se ajuste a uno de los enunciados siguientes: <ol style="list-style-type: none"> <li data-bbox="568 1628 1319 1852">cantidad de combustible o material consumida o producida en un proceso de producción que sea pertinente para la metodología basada en el cálculo, expresada en terajulios, en masa en toneladas o, en el caso de los gases, como volumen en metros cúbicos normales, según proceda, incluidos los gases residuales; <li data-bbox="568 1864 933 1897">un factor de cálculo;

Término	Definición
	<p>c) cantidad neta de calor medible y los parámetros necesarios para determinarla, en particular: i) flujo másico del medio de transferencia térmica, y ii) entalpía del medio de transferencia del calor transmitido y de retorno, especificada mediante la composición, la temperatura, la presión y la saturación;</p> <p>d) cantidades de calor no medible, especificadas mediante las correspondientes cantidades de combustibles utilizadas para producir el calor, y valor calorífico neto (VCN) de la mezcla de combustibles;</p> <p>e) cantidades de electricidad;</p> <p>f) cantidades de CO₂ transferidas entre instalaciones;</p> <p>g) cantidades de precursores recibidos de fuera de la instalación, así como sus parámetros pertinentes, como país de origen, ruta de producción utilizada, emisiones directas e indirectas concretas, precio del carbono pagadero;</p> <p>h) parámetros pertinentes para un precio de carbono pagadero</p>
«Valor por defecto»	el valor calculado u obtenido a partir de datos secundarios que representan las emisiones implícitas en las mercancías
«Emisiones directas»	las emisiones procedentes de los procesos de producción de mercancías, incluidas las emisiones procedentes de la producción de calefacción y refrigeración que se consumen durante los procesos de producción, independientemente de la ubicación de la producción de calefacción o refrigeración
«Sistema de seguimiento, notificación y verificación admisible»	sistemas de seguimiento, notificación y verificación en los que se establece la instalación ¹⁵⁹ a efectos de un sistema de fijación del precio del carbono, o sistemas obligatorios de seguimiento de las emisiones, o un sistema de seguimiento de las emisiones en la instalación que pueda incluir la verificación por parte de un verificador acreditado, de conformidad con el artículo 4, apartado 2, del presente Reglamento.
«Emisiones implícitas»	las emisiones directas liberadas durante la producción de mercancías y las emisiones indirectas procedentes de la producción de electricidad que se consume durante los procesos de producción, calculadas de conformidad con los métodos establecidos en el anexo IV y especificados con más detalle en los Reglamentos de Ejecución adoptados en virtud del artículo 7, apartado 7
«Emisiones»	la liberación a la atmósfera de gases de efecto invernadero generados por la producción de mercancías

¹⁵⁹ Se refiere al país o el territorio donde esté situada la instalación.

Término	Definición
«Factor de emisión»	tasa media de emisión de un gas de efecto invernadero relativa a los datos de la actividad de un flujo fuente, en la hipótesis de una oxidación completa en la combustión y de una conversión completa en todas las demás reacciones químicas
«Factor de emisión» para la electricidad	el valor por defecto, expresado en CO ₂ e, que representa la intensidad de las emisiones de electricidad consumida en la producción de mercancías
«Fuente de emisión»	parte de una instalación identificable por separado, o proceso desarrollado dentro de una instalación, que produce emisiones de gases de efecto invernadero pertinentes
«RCDE de la UE»	el régimen de comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero de la Unión, en relación con las actividades enumeradas en el anexo I de la Directiva 2003/87/CE distintas de las actividades de aviación
«Carbono fósil»	carbono inorgánico y orgánico que no es biomasa
«Fracción fósil»	proporción entre el contenido de carbono fósil e inorgánico y el contenido de carbono total de un combustible o material, expresada como fracción
«Emisiones fugitivas»	emisiones irregulares o no intencionadas de fuentes que no están localizadas o que son demasiado dispersas o reducidas para ser objeto de un seguimiento individual
«Mercancías»	las mercancías enumeradas en el anexo I del Reglamento MAFC (UE) 2023/956 [y en el anexo II de los Reglamentos de Ejecución]
«Gases de efecto invernadero»	gases de efecto invernadero especificados en el anexo I del Reglamento MAFC (UE) 2023/956 [y en el anexo II del Reglamento de Ejecución] en relación con cada una de las mercancías enumeradas en dicho anexo
«Importador»	la persona que presenta una declaración en aduana para el despacho a libre práctica de mercancías en su propio nombre y por su propia cuenta o, en los casos en que un representante aduanero indirecto presente la declaración en aduana de conformidad con lo dispuesto en el artículo 18 del Reglamento (UE) n.º 952/2013, la persona por cuya cuenta se presenta dicha declaración
«Importación»	el despacho a libre práctica tal como se establece en el artículo 201 del Reglamento (UE) n.º 952/2013
«Emisiones indirectas»	las emisiones procedentes de la producción de electricidad que se consume durante los procesos de producción de mercancías, independientemente de la ubicación de la producción de la electricidad consumida
«CO₂ inherente»	CO ₂ que forma parte de un flujo fuente
«Instalación»	una unidad técnica fija en la que se lleva a cabo un proceso de producción

Término	Definición
«Calor medible»	un flujo neto de calor transportado por tuberías o conductos identificables que utilizan un medio de transmisión de calor —en particular, vapor, aire caliente, agua, aceite, sales o metales líquidos—, para el que se ha instalado o podría instalarse un contador de energía térmica
«Punto de medición»	fuente de emisión para la que se utilizan sistemas de medición continua de emisiones (SMCE) a fin de medir la emisión, o la sección de un sistema de gasoductos respecto a la que el flujo de CO ₂ se determina recurriendo a sistemas de medición continua
«Sistema de medición»	conjunto completo de instrumentos de medida y otros aparatos, como por ejemplo equipos de muestreo y de tratamiento de datos, utilizados para determinar variables tales como los datos de la actividad, el contenido de carbono, el valor calorífico o el factor de emisión de las emisiones de gases de efecto invernadero
«Requisitos mínimos»	métodos de seguimiento que aplican los mínimos esfuerzos permitidos para determinar los datos con el fin de obtener unos datos relativos a las emisiones que sean aceptables a efectos del Reglamento (UE) 2023/956
«Combustible mezclado»	combustible que contiene tanto biomasa como carbono fósil
«Material mezclado»	material que contiene tanto biomasa como carbono fósil
«Valor calorífico neto» (VCN)	cantidad específica de energía liberada en forma de calor durante la combustión completa de un combustible o material con el oxígeno en condiciones normales, una vez deducido el calor correspondiente a la vaporización del agua que se haya podido producir
«Calor no medible»	todo calor distinto del calor medible
«Titular»	cualquier persona que opere o controle una instalación en un tercer país (es decir, no perteneciente a la UE)
«Factor de oxidación»	proporción entre el carbono oxidado en forma de CO ₂ como consecuencia de la combustión y el contenido total de carbono del combustible, expresada como fracción, y considerando el monóxido de carbono (CO) emitido a la atmósfera como la cantidad molar equivalente de CO ₂
«Factor preliminar de emisión»	factor de emisión total estimado de un combustible o material, determinado a partir del contenido de carbono de su fracción de biomasa y su fracción fósil, antes de su multiplicación por la fracción fósil para producir el factor de emisión
«Contrato de adquisición de energía»	un contrato en virtud del cual una persona acuerda comprar electricidad directamente a un productor de electricidad

Término	Definición
«Proceso de producción»	las partes de una instalación en las que se llevan a cabo los procesos químicos o físicos para la producción de las mercancías correspondientes a una categoría de mercancías agregadas definida en el cuadro 1, sección 2, del anexo II, y los límites específicos de su sistema en relación con las entradas, salidas y emisiones correspondientes
«Ruta de producción» ¹⁶⁰	tecnología concreta utilizada en un proceso de producción para la producción de las mercancías correspondientes a una categoría de mercancías agregadas
«Emisiones de proceso»	emisiones de gases de efecto invernadero, distintas de las emisiones de combustión, que se producen como resultado de reacciones entre sustancias, intencionadas o no, o de su transformación, para una finalidad primaria distinta de la generación de calor, en particular de los siguientes procesos: a) la reducción química, electrolítica o pirometalúrgica de compuestos metálicos presentes en minerales, concentrados y materiales secundarios; b) la eliminación de impurezas de los metales y compuestos metálicos; c) la descomposición de carbonatos, en particular los utilizados para la limpieza de gases de combustión; d) la síntesis química de productos y productos intermedios, cuando el material que contiene carbono participa en la reacción; e) el uso de aditivos o materias primas que contienen carbono; f) la reducción química o electrolítica de óxidos de metaloides o de no-metales, tales como óxidos de silicio y fosfatos
«Datos sustitutivos»	valores anuales, obtenidos empíricamente o tomados de fuentes aceptadas, que utiliza un titular en sustitución de un conjunto de datos ¹⁶¹ para completar la información requerida, cuando la metodología de seguimiento aplicada no permite obtener todos los datos o factores necesarios
«Descuento»	cualquier importe que reduzca el importe adeudado o pagado por una persona responsable del pago de un precio del carbono, antes de su pago o después, en forma monetaria o en cualquier otra forma
«Mejoras recomendadas»	métodos de seguimiento que constituyen un método acreditado para garantizar que los datos sean más precisos o menos propensos a errores que la mera aplicación de unos requisitos mínimos, y a los que se puede recurrir de forma voluntaria
«Declarante notificante»	cualquiera de las siguientes personas: a) el importador que presente una declaración en aduana para el despacho a libre práctica de mercancías en su propio nombre y por su propia cuenta;

¹⁶⁰ Conviene señalar que un mismo proceso de producción puede abarcar distintas rutas de producción.

¹⁶¹ Se refiere a los datos de la actividad o los factores de cálculo.

Término	Definición
	<p>b) la persona importadora, titular de una autorización para presentar una declaración en aduana contemplada en el artículo 182, apartado 1, del Reglamento (UE) n.º 952/2013, que declare la importación de mercancías;</p> <p>c) el representante aduanero indirecto, en caso de que la declaración en aduana la presente el representante aduanero indirecto designado de conformidad con el artículo 18 del Reglamento (UE) n.º 952/2013, cuando el importador esté establecido fuera de la Unión o cuando el representante aduanero indirecto haya aceptado las obligaciones de presentación de informes de conformidad con el artículo 32 del Reglamento (UE) 2023/956</p>
«Período de notificación»	período que el titular de una instalación ha decidido utilizar como referencia para la determinación de las emisiones implícitas
«Desecho»	sustancia que no es el producto final que un proceso de producción pretende obtener directamente; no es un objetivo primario del proceso de producción y el proceso no ha sido modificado de forma deliberada para producirlo
«Mercancías simples»	las mercancías producidas en un proceso de producción que requiera exclusivamente insumos y combustibles con cero emisiones implícitas
«Flujo fuente»	cualquiera de los siguientes: a) tipo concreto de combustible, materia prima o producto que provoca emisiones de gases de efecto invernadero pertinentes en una o más fuentes de emisión como consecuencia de su consumo o producción; b) tipo concreto de combustible, materia prima o producto que contiene carbono y que se incluye en el cálculo de las emisiones de gases de efecto invernadero utilizando un método de balance de masas
«Emisiones implícitas específicas»	las emisiones implícitas de una tonelada de mercancías, expresadas en toneladas de emisiones CO ₂ e por tonelada de mercancía
«Condiciones normales»	temperatura de 273,15 K y presión de 101 325 Pa, que definen el volumen en metros cúbicos normales (Nm ³)
«Tercer país»	un país o territorio situado fuera del territorio aduanero de la Unión Europea
«Tonelada de CO₂(e)»	una tonelada métrica de dióxido de carbono («CO ₂ ») o una cantidad de cualquier otro gas de efecto invernadero enumerado en la lista del anexo I del Reglamento MAFC que tenga un potencial de calentamiento global equivalente («CO ₂ e»)

Término	Definición
«Gestor de la red de transporte»	el gestor tal como se define en el artículo 2, punto 35, de la Directiva (UE) 2019/944 del Parlamento Europeo y del Consejo (¹⁶²)
«Incertidumbre»	parámetro asociado al resultado obtenido en la determinación de una magnitud, mediante el cual se caracteriza el grado de dispersión de los valores que cabría atribuir razonablemente a la misma, y que incluye los efectos de los factores de error aleatorios y sistemáticos; se expresa en porcentaje y describe un intervalo de confianza en torno al valor medio que comprende el 95 % de los valores obtenidos, teniendo en cuenta cualquier asimetría presente en la correspondiente distribución
«Residuo»	cualquier sustancia u objeto del cual el titular se desprenda o tenga la intención o la obligación de desprendérse, con exclusión de las sustancias que hayan sido modificadas o contaminadas de forma intencionada para ajustarlas a la presente definición
«Gas residual»	un gas con un contenido de carbono parcialmente oxidado en estado gaseoso en condiciones normales que sea el resultado de cualquiera de los procesos incluidos en el concepto de «emisiones de proceso»

¹⁶² Directiva (UE) 2019/944 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 5 de junio de 2019, sobre normas comunes para el mercado interior de la electricidad y por la que se modifica la Directiva 2012/27/UE (DO L 158 de 14.6.2019, p. 125).

Anexo C. Información adicional sobre la biomasa

Como se ha explicado en la sección 6.5.4, las emisiones de la biomasa solamente pueden recibir una «calificación de cero» si se cumplen determinados **criterios de sostenibilidad y de reducción de las emisiones de GEI** (o, más brevemente, «**criterios DFER II**»). Estos se definen en la DEFRII [Directiva sobre fuentes de energía renovables (versión refundida)¹⁶³]. En el presente anexo se ofrece asesoramiento práctico adicional sobre la aplicación práctica de dichos criterios.

La breve introducción a los criterios de sostenibilidad y de reducción de las emisiones de GEI se basa en el documento de orientación n.º 3 de la Comisión Biomass issues in the EU ETS [«Cuestiones relacionadas con la biomasa en el RCDE de la UE», documento en inglés].

https://climate.ec.europa.eu/system/files/2022-10/gd3_biomass_issues_en.pdf

1. Definiciones

Las siguientes definiciones le facilitarán la comprensión del texto que figura a continuación:

- «biocombustibles»: los combustibles líquidos destinados al transporte producidos a partir de biomasa;
- «biolíquido»: combustible líquido destinado a usos energéticos distintos del transporte, entre ellos la producción de electricidad y de calor y frío a partir de la biomasa;
- «combustibles de biomasa»: los combustibles gaseosos y sólidos producidos a partir de biomasa;
- «Biogás»: los combustibles gaseosos producidos a partir de biomasa;
- «residuo»: cualquier sustancia u objeto del cual el titular se desprenda o tenga la intención o la obligación de desprenderse, con exclusión de las sustancias que hayan sido modificadas o contaminadas de forma intencionada para ajustarlas a la presente definición;
- «desecho»: sustancia que no es el producto final que un proceso de producción pretende obtener directamente; no es un objetivo primario del proceso de producción y el proceso no ha sido modificado de forma deliberada para producirlo;
- «desechos agrícolas, de la acuicultura, pesqueros y forestales»: los desechos directamente generados por la agricultura, la acuicultura, la pesca y la explotación forestal, con exclusión de los desechos procedentes de industrias conexas o de la transformación;
- «residuos municipales»: a) los residuos mezclados y los residuos recogidos de forma separada de origen doméstico, incluidos papel y cartón, vidrio, metales, plásticos, biorresiduos, madera, textiles, envases, residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, residuos de pilas y acumuladores, y residuos voluminosos, incluidos los colchones y los muebles; b) los residuos mezclados y los residuos recogidos de forma separada

¹⁶³ Directiva (UE) 2018/2001, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables (versión refundida). Véase: <http://data.europa.eu/eli/dir/2018/2001/2022-06-07>.

procedentes de otras fuentes, cuando esos residuos sean similares en naturaleza y composición a los residuos de origen doméstico; Los residuos municipales no comprenden los residuos procedentes de la producción, la agricultura, la silvicultura, la pesca, las fosas sépticas y la red de alcantarillado y plantas de tratamiento de aguas residuales, incluidos los lodos de depuradora, los vehículos al final de su vida útil ni los residuos de construcción y demolición.

2. ¿Qué criterios son aplicables?

En el Gráfico 8-1 se presenta un «árbol de decisión» que puede seguir el titular para determinar qué procedimientos escritos deben incluirse en la documentación relativa a la metodología de seguimiento, así como para determinar el factor de emisión de la biomasa. El significado de los pasos numerados que aparecen en esta imagen es el siguiente:

1. El primer paso consiste en determinar si el flujo fuente está formado exclusivamente por biomasa, o si está mezclada con una fracción fósil. En este último caso, es necesario realizar los análisis pertinentes de la fracción de biomasa o aplicar un valor por defecto razonable (véase el último subepígrafe de la sección 6.5.1.4). La posibilidad de aplicar un factor de emisión cero es aplicable únicamente a la fracción de biomasa del flujo fuente.

La fracción de biomasa también podría determinarse sobre la base de pruebas de sostenibilidad de un régimen de certificación.

Si el flujo fuente solamente presenta una parte de biomasa, los pasos que se indican a continuación son aplicables únicamente a esa fracción de biomasa. No obstante, si solo se dispone de las pruebas necesarias para cumplir los criterios DFER II correspondientes a una parte de esa fracción de biomasa, existen tres fracciones (una fósil, una parte de la biomasa que se trata como si fuese fósil, y una parte de la biomasa con calificación de cero porque cumple los criterios DFER II).

2. Determine si el flujo fuente se destina fundamentalmente) a fines energéticos. Solo en ese caso, deben seguirse los siguientes pasos.
3. Si el flujo fuente son residuos sólidos municipales, no deben tenerse en cuenta otros criterios. La fracción de biomasa puede recibir una calificación de cero.
4. Determine si el flujo fuente es algún tipo de biomasa forestal o agrícola o (si se produce a partir de) son «desechos agrícolas, de la acuicultura, pesqueros y forestales», ya que en el caso de dichos flujos fuente se aplican los criterios de sostenibilidad «relacionados con la tierra»¹⁶⁴. Para otros desechos o residuos (incluidos todos los tipos de residuos industriales, si contienen biomasa) solo es necesario cumplir los criterios de reducción de las emisiones de GEI¹⁶⁵.

¹⁶⁴ Artículo 29, apartados 2 a 7, de la DFER II.

¹⁶⁵ En consonancia con la metodología establecida en los anexos de la DFER II, «no se asignarán emisiones a los residuos y desechos» [en el primer punto de recogida] al calcular las emisiones durante el ciclo de vida y la reducción de las emisiones de GEI. Esto, a efectos prácticos, significa que, normalmente, en el caso de los residuos de origen biológico que se hayan generado directamente en la instalación [MAFC], se cumplirán los criterios de reducción de las emisiones de GEI, y se demostrará fácilmente.

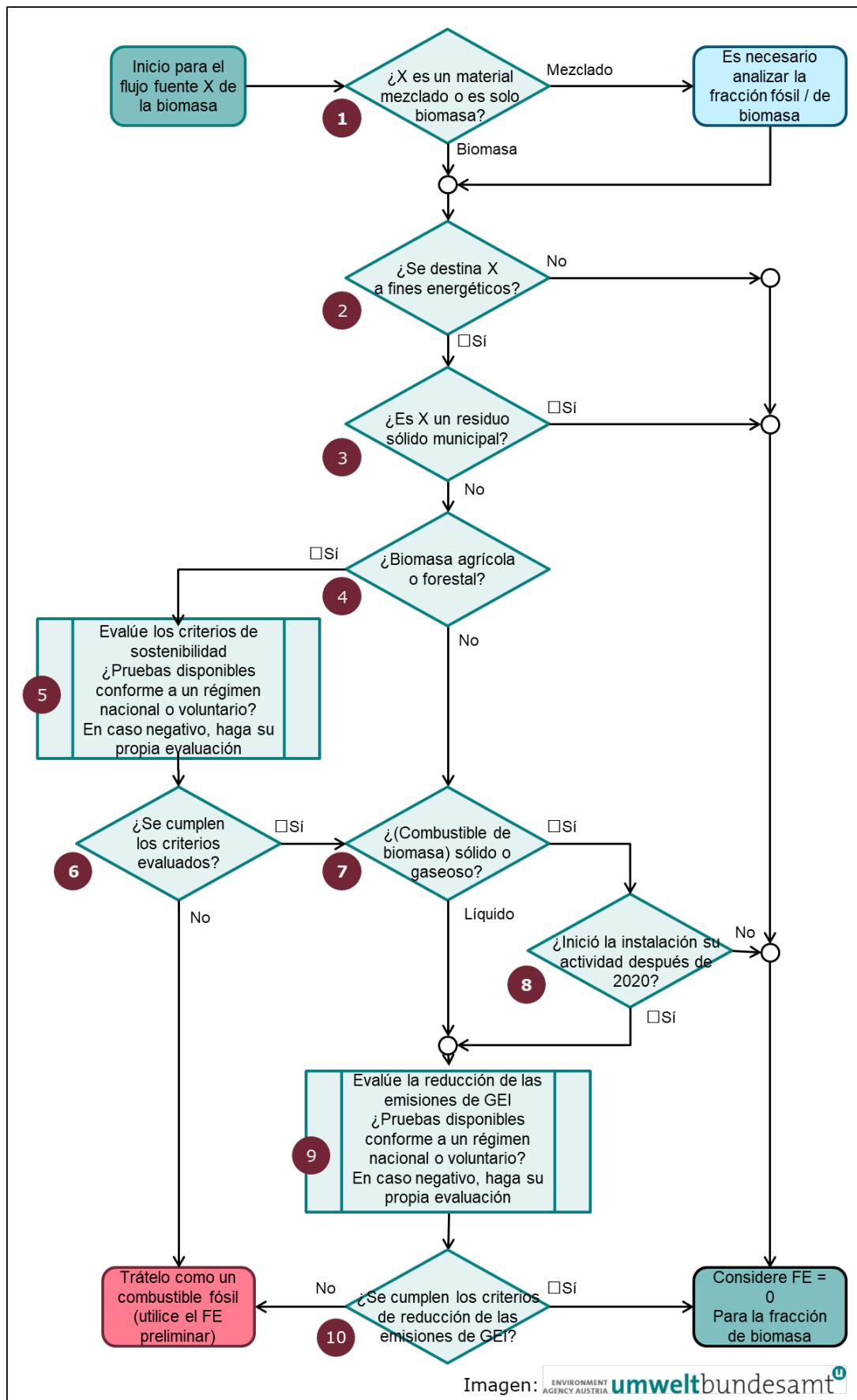
Lo difícil es determinar si un material es realmente un residuo, o si es un producto, subproducto o desecho de un proceso de producción. Para ello debe aplicarse la definición de «residuo» indicada al comienzo de este anexo, en la que se excluyen expresamente «las sustancias que hayan sido modificadas

No obstante, conviene señalar que, en el caso de la biomasa procedente de desechos de animales, de la acuicultura y pesqueros, la DEFR II no contempla criterios de sostenibilidad relacionados con la tierra específicos. Para dichos materiales, los titulares tendrán que determinar únicamente la reducción de las emisiones de GEI. Por consiguiente, vaya al paso 7.

5. Dependiendo del paso 4, deben evaluarse los criterios de sostenibilidad (relacionados con la tierra) aplicables a la producción de biocombustibles, biolíquidos y combustible de biomasa. En resumen, el titular puede basarse en la certificación del material / combustible utilizado conforme a un régimen voluntario (internacional) reconocido por la Comisión.

o contaminadas de forma intencionada para ajustarlas a la presente definición». Podrá ser necesario realizar una evaluación de cada caso. Algunos regímenes de certificación conforme a la DFER II pueden brindar apoyo al confirmar si un material debe considerarse un residuo.

Gráfico 8-1: Árbol de decisión para la aplicación de los criterios de sostenibilidad y de reducción de las emisiones de GEI de la DFER II a la supervisión de los flujos fuente en el RCDE de la UE.



Si el titular no puede acceder a ninguna prueba de sostenibilidad en el marco de un régimen de certificación, debe realizar la evaluación de los criterios pertinentes por sí mismo. Puede consultarse información más detallada sobre los pasos 4 y 5 en las secciones 3.1 y 3.2 de este anexo.

6. Si el paso anterior revela que no se cumplen los criterios de sostenibilidad pertinentes, el titular debe tratar el material como si fuera fósil, es decir, el factor preliminar de emisión pasa a ser el factor de emisión.
7. Si el flujo fuente es líquido, es obligatorio realizar la evaluación de la reducción de las emisiones de GEI. Vaya al paso 9.
8. Dado que el requisito adicional para los «combustibles de biomasa», es decir, para la biomasa sólida o gaseosa, solamente es aplicable a las instalaciones que entraran en funcionamiento a partir del 1 de enero de 2021, las instalaciones más antiguas (más concretamente, las instalaciones que ya utilizasen biomasa antes de 2021) no tiene que realizar ninguna otra evaluación.
9. La reducción de las emisiones de GEI requerida¹⁶⁶ debe calcularse tal y como se indica en la sección 3.2 de este anexo.
10. Si la reducción de las emisiones de GEI se sitúa por encima del umbral aplicable, la biomasa puede recibir una calificación de cero, de lo contrario, debe tratarse como si fuera fósil. Con este paso concluye la evaluación.

3. Cómo aportar pruebas relacionadas con los criterios DFER II

En esta sección se explica cómo se verifica el cumplimiento de los criterios DFER II. Si bien estos controles se realizan habitualmente de conformidad con un régimen de certificación, las consideraciones también resultan pertinentes para los titulares que deseen demostrar el cumplimiento de los criterios DFER II sin recurrir a un régimen de certificación.

Dependiendo de las necesidades identificadas al utilizar el «árbol de decisión» (sección 2 de este anexo), serán aplicables los criterios de sostenibilidad, los criterios de reducción de las emisiones de GEI, ambos o ninguno. Por tanto, es posible abordar los criterios de sostenibilidad (sección 3.1 de este anexo) y los criterios de reducción de las emisiones de GEI (sección 3.2 de este anexo) por separado. Por otro lado, el titular tendrá que asegurar la exhaustividad de la información utilizando para ello un balance de masas tal y como se establece en el artículo 30, apartado 1, de la DFER II, que es necesario para garantizar el seguimiento de todos los criterios sin lagunas ni doble contabilización a lo largo de toda la cadena de custodia, desde el primer punto de recogida (recolección de biomasa) hasta el uso en la instalación.

Puede consultarse información más detallada en el texto legislativo de la DFER II. En las secciones que figuran a continuación solamente se pretende ofrecer una breve descripción general orientativa sobre la DFER II. Por otro lado, existe un acto legislativo «relativo a las normas para verificar los criterios de sostenibilidad y de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y los criterios de bajo riesgo de provocar un

¹⁶⁶ El artículo 20, apartado 10, de la DFER II, exige que la reducción de las emisiones de GEI se calcule de conformidad con lo establecido en el artículo 31, apartado 1, de esa misma Directiva.

cambio indirecto del uso de la tierra» que contiene orientaciones detalladas¹⁶⁷ y también establece el marco con el que deben cumplir los regímenes de certificación voluntarios.

Puede consultarse información sobre los regímenes voluntarios para la certificación de los biocombustibles y los combustibles de biomasa en https://ec.europa.eu/energy/topics/renewable-energy/biofuels/voluntary-schemes_en



3.1 Criterios de sostenibilidad

Los criterios de sostenibilidad se definen en el artículo 29, apartados 2 a 7, de la DFER II y pueden resumirse como sigue:

- Los biocombustibles, los biolíquidos y los combustibles de biomasa derivados de desechos de **terrenos agrícolas** (no forestales) deben cumplir las condiciones establecidas en el artículo 29, apartado 2, de la DFER II:
«los operadores o las autoridades nacionales [deben haber] puesto en marcha planes de supervisión o de gestión para abordar las repercusiones negativas en la calidad del suelo y en el carbono del suelo».
- Los biocombustibles, los biolíquidos y los combustibles de biomasa producidos a partir de biomasa agrícola (aquí se incluyen tanto el producto principal procedente de esos terrenos, como los desechos) deben cumplir todos los apartados del artículo 29 de la DFER II que figuran a continuación:
 - El artículo 29, apartado 3, excluye las materias primas procedentes de tierras de elevado valor en cuanto a biodiversidad, es decir, de tierras que en enero de 2008 o más tarde pertenecieran a una categoría específica, con independencia de que sigan encontrándose en la misma situación. Las categorías pertinentes incluidas son: a) bosques primarios y similares, b) bosques con una rica biodiversidad y similares, c) zonas naturales protegidas, y d) prados y pastizales con una rica biodiversidad. Para la letra d) se ofrecen criterios adicionales en un acto de ejecución¹⁶⁸.
 - El artículo 29, apartado 4, impide el uso de tierras convertidas a partir de tierras con elevadas reservas de carbono, es decir, tierras que en enero de 2008 o más tarde pertenecían a una categoría específica pero que ya no se encuentren en ella, en particular, humedales y zonas arboladas continuas.
 - El artículo 29, apartado 5, excluye la biomasa procedente de tierras que previamente fueran turberas, salvo que se demuestre que no se produce ningún drenaje de un suelo no drenado previamente.
- Los biocombustibles, los biolíquidos y los combustibles de biomasa producidos a partir de **biomasa forestal** (incluidos los desechos de la silvicultura) deben cumplir determinados criterios para reducir al mínimo el riesgo de utilizar biomasa forestal derivada de una producción no sostenible (DFER II, artículo 29, apartado 6), y deben

¹⁶⁷ Reglamento de Ejecución (UE) 2022/996 de la Comisión relativo a las normas para verificar los criterios de sostenibilidad y de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero [...], http://data.europa.eu/eli/reg_impl/2022/996/oj.

¹⁶⁸ Reglamento (UE) n.º 1307/2014 de la Comisión relativo a la determinación de los criterios y áreas geográficas de los prados y pastizales de elevado valor en cuanto a biodiversidad. Véase <http://data.europa.eu/eli/reg/2014/1307/oj>.

cumplir determinados criterios en materia de uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura (UTCUTS) establecidos en el artículo 29, apartado 7. Existe un acto legislativo¹⁶⁹ que ofrece orientaciones adicionales.

- En la DFER II no se definen criterios de sostenibilidad para otros tipos de biomasa (por ejemplo, residuos o subproductos de origen animal; productos, residuos o desechos pesqueros y de la acuicultura; biomasa procedente de microorganismos, por ejemplo, de fermentación industrial, etc.). Por tanto, no resulta pertinente realizar evaluaciones adicionales para estos tipos de biomasa. Sin embargo, al titular le resultará útil disponer de pruebas de que el flujo fuente de que se trate pertenezca a esta categoría, es decir, de que es un residuo y no un material modificado o contaminado de forma intencionada para convertirlo en residuo. Algunos sistemas de certificación podrían ofrecer la clasificación como parte de sus servicios, pero esto solo debería ser necesario para casos límite.

3.2 Reducción de las emisiones de GEI

Cuando la DFER II exige la demostración de la reducción de las emisiones de GEI, significa que la energía producida a partir de biomasa debe dar lugar a menos **emisiones durante el ciclo de vida** que el uso de combustibles fósiles equivalentes. La metodología para calcular la reducción de las emisiones de GEI se incluye en la sección C del anexo V de la DFER II. La metodología para los combustibles de biomasa (biogás y biomasa sólida) se incluye en la sección B del anexo VI de la DFER II. A continuación se ofrece un breve resumen:

Paso 1: Calcule las emisiones E del uso de biomasa utilizando la siguiente fórmula:

$$E = e_{ec} + e_l + e_p + e_{td} + e_u - e_{sca} - e_{ccs} - e_{ccr}$$

Donde:

e_{ec} = las emisiones procedentes de la extracción o del cultivo de las materias primas¹⁷⁰;

e_l = las emisiones anualizadas procedentes de las modificaciones en las reservas de carbono causadas por el cambio en el uso de la tierra;

e_p = las emisiones procedentes de la transformación;

e_{td} = las emisiones procedentes del transporte y la distribución;

e_u = las emisiones procedentes del combustible durante su consumo¹⁷¹;

¹⁶⁹ Reglamento de Ejecución (UE) 2022/2448 relativo al establecimiento de directrices operativas sobre las pruebas destinadas a demostrar el cumplimiento de los criterios de sostenibilidad para la biomasa forestal: http://data.europa.eu/eli/reg_impl/2022/2448/oj.

¹⁷⁰ Pueden consultarse los valores por defecto a nivel regional (NUTS2) en el sitio web de la Comisión https://energy.ec.europa.eu/topics/renewable-energy/biofuels/biofuels_en y https://energy.ec.europa.eu/system/files/2018-07/pre-iluc_directive_nuts2_report_values_mj_kg_july_2018_0.pdf.

¹⁷¹ Los anexos V y VI de la DFER II incluyen la siguiente aclaración: «Las emisiones del combustible durante su consumo, e_u , se considerarán nulas para los **biocarburantes y biolíquidos**. Las emisiones de gases de efecto invernadero distintos del CO₂ (N₂O y CH₄) del combustible durante su consumo se incluirán en el factor e_u correspondiente a los biolíquidos.

Las emisiones de CO₂ procedentes del combustible durante su consumo, e_u , se considerarán nulas para

e_{sca} = la reducción de emisiones derivada de la acumulación de carbono en el suelo mediante una mejora de la gestión agrícola;

e_{ecs} = la reducción de emisiones derivada de la captura y el almacenamiento geológico del CO₂;

e_{ccr} = la reducción de emisiones derivada de la captura y sustitución del CO₂.

Para e_{ec} , e_p y e_{td} , los anexos V y VI indican los valores típicos y por defecto de numerosos tipos de materias primas y procesos para la producción de biocombustibles y combustibles de biomasa. En el caso de la biomasa sólida, las emisiones del transporte indicadas dependen de la distancia de transporte.

Las instalaciones consumen a menudo varios tipos de materiales de desecho o residuos para los que no se incluyen valores por defecto en la DEFR II. Para simplificar, cabe asumir que las emisiones durante el ciclo de vida de los residuos en el lugar y el momento en que el material empieza a ajustarse a la definición de residuo pueden considerarse nulas si las emisiones del aprovisionamiento (cultivo, transporte hacia la transformación ulterior y esa propia transformación) pueden atribuirse razonablemente a los productos principales en lugar de a los residuos. Por consiguiente, para tales residuos, a efectos de la determinación de sus emisiones durante el ciclo de vida, solamente deberían tenerse en cuenta las emisiones del transporte hasta la instalación (en su caso), así como las posibles emisiones de la transformación previamente a la combustión (en su caso) en la instalación.

Para e_u , la metodología recogida en la DFER II también ofrece instrucciones acerca de cómo tratar la producción de calor y electricidad si se producen por separado o mediante PCCE¹⁷². Conviene señalar que el enfoque para tener en cuenta la PCCE es distinto del utilizado en el MAFC¹⁷³.

e_{sca} solamente puede tenerse en cuenta si se aportan pruebas convincentes y verificables. e_{ecs} y e_{ccr} solamente son pertinentes si se aplica captura y almacenamiento de carbono / captura y utilización del carbono.

Los gases de efecto invernadero que deben tenerse en cuenta y sus valores PCG¹⁷⁴ son CO₂, N₂O (PCG=298), CH₄ (PCG=25).

Cuando exista una prueba de sostenibilidad de un régimen de certificación al menos para algunas partes de la cadena de valor, los valores e pertinentes de la fórmula anterior deben estar disponibles en dicha prueba. También debe indicarse la reducción de las emisiones de GEI conforme al cálculo indicado a continuación.

los **combustibles de biomasa**. Las emisiones de gases de efecto invernadero distintos del CO₂ (CH₄ y N₂O) procedentes del combustible durante su consumo se incluirán en el factor e_u ».

¹⁷² Producción combinada de calor y electricidad (cogeneración).

¹⁷³ Sección 6.7.4 de este documento de orientación.

¹⁷⁴ «PCG» es el potencial de calentamiento global. Lamentablemente, los valores PCG que figuran en la DFER II todavía no se han actualizado conforme a los del Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, que son los utilizados en el Reglamento sobre seguimiento y notificación. No obstante, es posible que la Comisión actualice estos valores en una etapa posterior.

Paso 2: calcule la reducción de las emisiones de GEI como se indica a continuación:

- Para el uso de biocarburantes (de transporte):

$$REDUCCIÓN = [E_{F(t)} - E_{B(t)}]/E_{F(t)}$$

Donde:

E_B = las emisiones totales procedentes del biocarburante;

E_F = las emisiones totales procedentes del combustible fósil de referencia

- Para la producción de calefacción (y refrigeración) y electricidad:

$$REDUCCIÓN = [EC_{F(h\&c,el)} - EC_{B(h\&c,el)}]/EC_{F(h\&c,el)}$$

Donde:

$EC_{B(h\&c,el)}$ = las emisiones totales procedentes del combustible de biomasa o del biolíquido;

$EC_{F(h\&c,el)}$ = las emisiones totales procedentes del combustible fósil de referencia para la calefacción, la refrigeración o la electricidad, según el caso

La eficiencia de la generación η para la calefacción, la refrigeración o la electricidad debe tenerse en cuenta como se indica a continuación:

$$EC = E / \eta$$

Son aplicables los siguientes combustibles fósiles de referencia¹⁷⁵:

Finalidad	Valor del combustible fósil de referencia
Combustibles para el transporte (líquidos) $E_{F(t)}$	94 g CO ₂ e/MJ
Producción de electricidad: $EC_{F(el)}$	183 g CO ₂ e/MJ
Producción de calor útil, así como de calefacción o refrigeración: $EC_{F(h\&c)}$	80 g CO ₂ e/MJ

En las instalaciones, el «calor medible» se puede referir tanto a calor medible como a calor no medible. Cuando se genera calor medible, se conoce una eficiencia correspondiente al combustible (o, al menos, puede determinarse en principio). El valor del combustible fósil de referencia tiene en cuenta esa eficiencia. Sin embargo, para el calor no medible, es necesario aplicar una eficiencia ficticia para la generación de $\eta = 90\%$ para que la cantidad de combustible utilizado sea compatible con el valor de referencia.

En segundo lugar, si en la instalación se producen tanto calor como electricidad, deben cotejarse las respectivas cantidades de combustible con respecto a los valores del combustible fósil de referencia correspondiente, por separado. Si se utiliza un régimen concreto, el operador económico (que puede ser el titular de la instalación) que realice el

¹⁷⁵ Para los combustibles líquidos destinados al transporte, el valor de referencia se refiere al contenido energético del combustible (VCN) mientras que para la producción de calor y electricidad, el valor de referencia se refiere a la cantidad de calor / electricidad producida (teniendo en cuenta el cálculo de la producción combinada de calor y electricidad, cuando proceda).

cálculo debe tener debidamente en cuenta la información relativa a la eficiencia de la generación del calor y de la electricidad.

Paso 3: compare la reducción de las emisiones de GEI con los criterios establecidos en el artículo 29, apartado 10, de la DFER II:

- Para los **biocombustibles, el biogás consumido en el sector del transporte y los biolíquidos**, la reducción debe ser del 50 % como mínimo si se producen¹⁷⁶ en instalaciones en funcionamiento antes del 5 de octubre de 2015, del 60 % como mínimo en instalaciones que hayan entrado en funcionamiento hasta el 31 de diciembre de 2020, y del 65 % como mínimo en instalaciones que hayan entrado en funcionamiento a partir del 1 de enero de 2021. Sin embargo, este cálculo lo realiza habitualmente el productor del biocombustible, no las instalaciones que consumen dichos biocombustibles o biogás. No obstante, si una instalación también utiliza diversos residuos líquidos de biomasa o biogás¹⁷⁶, puede considerarse productora del biocombustible o el biogás. En tales casos, el cálculo de la reducción de las emisiones de GEI debe realizarlo el titular de la instalación, o un régimen de certificación por cuenta de este.
- Para los **combustibles de biomasa (es decir, de biomasa sólida y gaseosa)** consumidos en las instalaciones, la reducción de las emisiones de GEI debe ser
 - del 70 % como mínimo en las instalaciones que hayan entrado en funcionamiento desde el 1 de enero de 2021 hasta el 31 de diciembre de 2025,
 - del 80 % en las instalaciones que entren en funcionamiento a partir del 1 de enero de 2026.

¹⁷⁶ Este criterio resulta pertinente si la instalación produce estos combustibles y los suministra a otros usuarios que tienen que facilitar pruebas de cumplimiento de la DFER II, pero también si los consume la propia instalación. En lo que respecta al biogás, no se indicaría la finalidad «para el transporte», sino que se aplicarían los criterios relativos a los combustibles de biomasa que se indican en el siguiente punto.

Anexo D. Valores estándar para los cálculos de emisiones

Reglamento de Ejecución: anexo VIII

Factores estándar utilizados en el seguimiento de las emisiones directas a nivel de instalación

Factores de emisión de combustibles en relación con los valores caloríficos netos (VCN)

Cuadro 8-1: Factores de emisión de combustibles en relación con el valor calorífico neto (VCN), y valores caloríficos netos por masa de combustible.

Descripción del tipo de combustible	Factor de emisión (t CO ₂ /TJ)	Valor calorífico neto (TJ/Gg)	Fuente
Petróleo bruto	73,3	42,3	Diretrices IPCC 2006
Orimulsión	77,0	27,5	Diretrices IPCC 2006
Líquidos de gas natural	64,2	44,2	Diretrices IPCC 2006
Gasolina para motores	69,3	44,3	Diretrices IPCC 2006
Queroseno, excluido el queroseno para motores de reacción	71,9	43,8	Diretrices IPCC 2006
Aceite de esquisto bituminoso	73,3	38,1	Diretrices IPCC 2006
Gas/gasóleo	74,1	43,0	Diretrices IPCC 2006
Fuelóleo residual	77,4	40,4	Diretrices IPCC 2006
Gases licuados del petróleo	63,1	47,3	Diretrices IPCC 2006
Etano	61,6	46,4	Diretrices IPCC 2006
Nafta	73,3	44,5	Diretrices IPCC 2006
Betún asfáltico	80,7	40,2	Diretrices IPCC 2006
Lubricantes	73,3	40,2	Diretrices IPCC 2006
Coque de petróleo	97,5	32,5	Diretrices IPCC 2006
Materias primas de refinería	73,3	43,0	Diretrices IPCC 2006
Gas de refinería	57,6	49,5	Diretrices IPCC 2006
Cera de parafina	73,3	40,2	Diretrices IPCC 2006
Aguarrás y disolventes especiales (SBP)	73,3	40,2	Diretrices IPCC 2006
Otros productos del petróleo	73,3	40,2	Diretrices IPCC 2006
Antracita	98,3	26,7	Diretrices IPCC 2006
Carbón para coque	94,6	28,2	Diretrices IPCC 2006
Otros carbonos bituminosos	94,6	25,8	Diretrices IPCC 2006
Carbón subbituminoso	96,1	18,9	Diretrices IPCC 2006
Lignito	101,0	11,9	Diretrices IPCC 2006
Pizarras y arenas bituminosas	107,0	8,9	Diretrices IPCC 2006
Aglomerado de hulla	97,5	20,7	Diretrices IPCC 2006
Coque de coquería y coque de lignito	107,0	28,2	Diretrices IPCC 2006
Coque de gas	107,0	28,2	Diretrices IPCC 2006
Alquitrán de hulla	80,7	28,0	Diretrices IPCC 2006
Gas de fábrica de gas	44,4	38,7	Diretrices IPCC 2006
Gas de coquería	44,4	38,7	Diretrices IPCC 2006
Gas de alto horno	260	2,47	Diretrices IPCC 2006
Gas de convertidor al oxígeno	182	7,06	Diretrices IPCC 2006
Gas natural	56,1	48,0	Diretrices IPCC 2006
Residuos industriales	143	n.a.	Diretrices IPCC 2006
Aceites usados	73,3	40,2	Diretrices IPCC 2006
Turba	106,0	9,76	Diretrices IPCC 2006

Descripción del tipo de combustible	Factor de emisión (t CO ₂ /TJ)	Valor calorífico neto (TJ/Gg)	Fuente
Neumáticos usados	85,0 ⁽¹⁷⁷⁾	n.a.	Consejo Empresarial Mundial de Desarrollo Sostenible-Iniciativa para la Sostenibilidad del Cemento (WBCSD CSI)
Monóxido de carbono	155,2 ⁽¹⁷⁸⁾	10,1	J. Falbe y M. Regitz, Römpp Chemie Lexikon, Stuttgart, 1995
Metano	54,9 ⁽¹⁷⁹⁾	50,0	J. Falbe y M. Regitz, Römpp Chemie Lexikon, Stuttgart, 1995

Cuadro 8-2: Factores de emisión de combustibles en relación con el valor calorífico neto (VCN), y valores caloríficos netos por masa de material de biomasa.

Material de biomasa	Factor de emisión preliminar [t CO ₂ / TJ]	VCN [GJ/t]	Fuente
Madera / residuos de madera [aire seco ⁽¹⁸⁰⁾]	112	15,6	Directrices IPCC 2006
Lignosulfitos (lejía negra)	95,3	11,8	Directrices IPCC 2006
Otros tipos de biomasa sólida primaria	100	11,6	Directrices IPCC 2006
Carbón de leña	112	29,5	Directrices IPCC 2006
Biogasolina	70,8	27,0	Directrices IPCC 2006
Biodiésel	70,8	37,0	Directrices IPCC 2006 ⁽¹⁸¹⁾
Otros biocombustibles líquidos	79,6	27,4	Directrices IPCC 2006
Gas de vertedero ⁽¹⁸²⁾	54,6	50,4	Directrices IPCC 2006
Gas de lodos ⁽¹⁰⁾	54,6	50,4	Directrices IPCC 2006
Otros biogases ⁽¹⁰⁾	54,6	50,4	Directrices IPCC 2006
Residuos urbanos (fracción de biomasa) ⁽¹⁸³⁾	100	11,6	Directrices IPCC 2006

Factores de emisión en relación con las emisiones de proceso

(¹⁷⁷) Este valor es el factor de emisión preliminar, es decir, antes de la aplicación de una fracción de biomasa, si procede.

(¹⁷⁸) Basado en un VCN de 10,12 TJ/t.

(¹⁷⁹) Basado en un VCN de 50,01 TJ/t.

(¹⁸⁰) El factor de emisión indicado supone aproximadamente un 15 % del contenido de humedad de la madera.

La madera verde puede tener un contenido de humedad de hasta el 50 %. Para determinar el VCN de la madera completamente seca se utilizará la siguiente ecuación:

$$NCV = NCV_{dry} \cdot (1 - w) - \Delta H_v \cdot w$$

Donde NCV_{dry} es el VCN del material totalmente seco, w es el contenido de humedad (fracción de masa) y $\Delta H_v = 2,4 \text{ GJ/t H}_2\text{O}$ es la entalpía de vaporización del agua. Utilizando la misma ecuación, el VCN de un contenido de humedad indicado puede calcularse retrospectivamente a partir del VCN en seco.

(¹⁸¹) El valor correspondiente al VCN se ha obtenido del anexo III de la Directiva (UE) 2018/2001.

(¹⁸²) Para el gas de vertedero, el gas de lodos y otros biogases: los valores estándar se refieren al biometano puro. Para lograr los valores estándar correctos, se requiere una corrección del contenido en metano del gas.

(¹⁸³) Las directrices del IPCC también aportan valores para la fracción fósil de los residuos urbanos: EF = 91,7 t CO₂/TJ; VCN = 10 GJ/t.

Cuadro 8-3: Factores de emisión estequiométricos para las emisiones de proceso procedentes de la descomposición de carbonatos (método A)

Carbonato	Factor de emisión [t CO ₂ /t carbonato]
CaCO ₃	0,440
MgCO ₃	0,522
Na ₂ CO ₃	0,415
BaCO ₃	0,223
Li ₂ CO ₃	0,596
K ₂ CO ₃	0,318
SrCO ₃	0,298
NaHCO ₃	0,524
FeCO ₃	0,380
General	$\text{Factor de emisión} = \frac{[M(CO_2)]}{[M(CO_2)] / \{Y * [M(x)] + Z * [M(CO_3^{2-})]\}}$ $X = \text{metal}$ $M(x) = \text{peso molecular de } X \text{ [g/mol]}$ $M(CO_2) = \text{peso molecular de } CO_2 \text{ [g/mol]}$ $M(CO_3^{2-}) = \text{peso molecular de } CO_3^{2-} \text{ [g/mol]}$ $Y = \text{número estequiométrico de } X$ $Z = \text{número estequiométrico de } CO_3^{2-}$

Cuadro 8-4: Factores de emisión estequiométricos para las emisiones de proceso procedentes de la descomposición de carbonatos a partir de óxidos alcalinotérreos (método B)

Óxido	Factor de emisión [t CO ₂ /t Óxido]
CaO	0,785
MgO	1,092
BaO	0,287
general: X _Y O _Z	$\text{Factor de emisión} = \frac{[M(CO_2)]}{[M(CO_2)] / \{Y * [M(x)] + Z * [M(O)]\}}$ $X = \text{metal alcalino o alcalinotérreo}$ $M(x) = \text{peso molecular de } X \text{ [g/mol]}$ $M(CO_2) = \text{peso molecular de } CO_2 \text{ [g/mol]}$ $M(O) = \text{peso molecular de } O \text{ [g/mol]}$ $Y = \text{número estequiométrico de } X$ $= 1 \text{ (para los metales alcalinotérreos)}$ $= 2 \text{ (para los metales alcalinos)}$ $Z = \text{número estequiométrico de } O = 1$

Cuadro 8-5: Factores de emisión para las emisiones de otros materiales utilizados en el proceso (producción de hierro o acero, y transformación de metales ferreos)(¹⁸⁴)

(¹⁸⁴) Directrices IPCC 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero.

Material entrante o saliente	Contenido de carbono (t C/t)	Factor de emisión (t CO ₂ /t)
Hierro prerreducido (DRI)	0,0191	0,07
Electrodos de carbono EAF	0,8188	3,00
Carbono de carga EAF	0,8297	3,04
Hierro briqueteado en caliente	0,0191	0,07
Gas de convertidor al oxígeno	0,3493	1,28
Coque de petróleo	0,8706	3,19
Arrabio	0,0409	0,15
Hierro / chatarra de hierro	0,0409	0,15
Acero / chatarra de acero	0,0109	0,04

Potenciales de calentamiento global para gases de efecto invernadero distintos del CO₂

Cuadro 8-6: *Potenciales de calentamiento global*

Gas	Potencial de calentamiento global
N ₂ O	265 t CO ₂ e / t N ₂ O
CF ₄	6 630 t CO ₂ e / t CF ₄
C ₂ F ₆	11 100 t CO ₂ e / t C ₂ F ₆

ANEXO IX. Valores de referencia de la eficiencia armonizados para la producción por separado de calor y electricidad

En los cuadros que figuran a continuación los valores de referencia de la eficiencia armonizados para la producción por separado de calor y electricidad se basan en el valor calorífico neto (también denominado «valor calorífico inferior») y en las condiciones ISO atmosféricas estándar (15 °C de temperatura ambiente, 1,013 bares y 60 % de humedad relativa).

Cuadro 8-7: Factores de referencia de la eficiencia para la producción de electricidad

Categoría	Tipo de combustible	Año de construcción		
		Antes de 2012	2012-2015	A partir de 2016
Sólidos	S1	Hulla, incluida la antracita, carbón bituminoso, carbón subbituminoso, coque, semicoque y coque de petróleo	44,2	44,2
	S2	Lignito, briquetas de lignito, petróleo de esquisto	41,8	41,8
	S3	Turba, briquetas de turba	39,0	39,0
	S4	Biomasa seca, incluida madera y otra biomasa sólida, incluidos gránulos y briquetas de madera, astillas de madera secas, madera residual limpia y seca, cáscaras de frutos secos y huesos de aceituna y otros	33,0	33,0
	S5	Otros tipos de biomasa sólida, incluidos todos los tipos de madera distintos de los indicados en S4 y lejía negra y marrón	25,0	25,0
	S6	Residuos municipales e industriales (no renovables) y residuos renovables/biodegradables	25,0	25,0
Líquidos	L7	Fuelóleo pesado, gasóleo/carburante diésel, otros productos derivados del petróleo	44,2	44,2
	L8	Biolíquidos, incluidos biometanol, bioetanol, biobutanol, biodiésel, y otros biolíquidos	44,2	44,2
	L9	Líquidos residuales, incluidos los residuos biodegradables y no renovables (incluidos sebo, grasa y bagazo)	25,0	25,0
Gaseosos	G10	Gas natural, GLP, GNL y biometano	52,5	52,5
	G11	Gases de refinería, hidrógeno y gases de síntesis	44,2	44,2
	G12	Biogás de la digestión anaeróbica, gases de vertedero y gases de depuradora	42,0	42,0
	G13	Gas de coquería, gas de alto horno y otros gases recuperados (excluido el gas de refinería)	35,0	35,0
Otros	O14	Calor residual (incluidos los gases de escape de alta temperatura y los productos de reacciones químicas exotérmicas)		30,0

Cuadro 8-8: Factores de referencia de la eficiencia para la producción de calor

Categoría	Tipo de combustible	Año de construcción						
		Antes de 2016			A partir de 2016			
		Agua caliente	Vapor (¹⁸⁵)	Uso directo de gases de escape (¹⁸⁶)	Agua caliente	Vapor (¹⁸⁵)	Uso directo de gases de escape (¹⁸⁶)	
Sólidos	S1	Hulla, incluida la antracita, carbón bituminoso, carbón subbituminoso, coque, semicoque y coque de petróleo	88	83	80	88	83	80
	S2	Lignito, briquetas de lignito, petróleo de esquisto	86	81	78	86	81	78
	S3	Turba, briquetas de turba	86	81	78	86	81	78
	S4	Biomasa seca, incluida madera y otra biomasa sólida, incluidos gránulos y briquetas de madera, astillas de madera secas, madera residual limpia y seca, cáscaras de frutos secos y huesos de aceituna y otros	86	81	78	86	81	78
	S5	Otros tipos de biomasa sólida, incluidos todos los tipos de madera distintos de los indicados en S4 y lejía negra y marrón	80	75	72	80	75	72
	S6	Residuos municipales e industriales (no renovables) y residuos	80	75	72	80	75	72

(¹⁸⁵) Si las centrales de vapor no tienen en cuenta el retorno de condensados en su cálculo de la eficiencia de la producción de calor por cogeneración, los valores de eficiencia del vapor indicados en el cuadro anterior se aumentarán en 5 puntos porcentuales.

(¹⁸⁶) Si la temperatura es de 250 °C o más, tendrán que utilizarse los valores del uso directo de gases de escape.

Categoría	Tipo de combustible	Año de construcción					
		Antes de 2016			A partir de 2016		
		Agua caliente	Vapor (¹⁸⁵)	Uso directo de gases de escape (¹⁸⁶)	Agua caliente	Vapor (¹⁸⁵)	Uso directo de gases de escape (¹⁸⁶)
	renovables/biodegradables						
Líquidos	L7	Fuelóleo pesado, gasóleo/carburante diésel, otros productos derivados del petróleo	89	84	81	85	80
	L8	Biolíquidos, incluidos biometanol, bioetanol, biobutanol, biodiésel, y otros biolíquidos	89	84	81	85	80
	L9	Líquidos residuales, incluidos los residuos biodegradables y no renovables (incluidos sebo, grasa y bagazo)	80	75	72	75	70
Gaseosos	G10	Gas natural, GLP, GNL y biometano	90	85	82	92	87
	G11	Gases de refinería, hidrógeno y gases de síntesis	89	84	81	90	85
	G12	Biogás de la digestión anaeróbica, gases de vertedero y gases de depuradora	70	65	62	80	75
	G13	Gas de coquería, gas de alto horno y otros gases recuperados (excluido el gas de refinería)	80	75	72	80	75
Otros	O14	Calor residual (incluidos los gases de escape de alta temperatura y los productos de reacciones)	—	—	—	92	87

Categoría	Tipo de combustible	Año de construcción					
		Antes de 2016			A partir de 2016		
		Agua caliente	Vapor (¹⁸⁵)	Uso directo de gases de escape (¹⁸⁶)	Agua caliente	Vapor (¹⁸⁵)	Uso directo de gases de escape (¹⁸⁶)
	químicas exotérmicas)						