

La guía para el cálculo de la huella de carbono de los productos para la industria química

Especificaciones para el
cálculo y el informe de
la huella de carbono de
los productos y de las
emisiones empresariales
de alcance 3.1

TfS ha lanzado la guía completa para el cálculo de la HCP

La primera versión de la guía para el cálculo de la HCP se publicó en septiembre de 2022, centrándose exclusivamente en el capítulo 5, que prescribe en detalle las especificaciones para el cálculo de la huella de carbono de los productos (HCP) de los proveedores dentro de la industria química. La publicación de noviembre de 2022¹ lanza la guía completamente abierta para el cálculo de las HCP y de las emisiones empresariales de gases de efecto invernadero (GEI) de alcance 3, categoría 1 (alcance 3.1). Cuatro capítulos adicionales completan la guía, proporcionando más información acerca de la guía, los principios de elaboración de informes, y la importante adición de orientación sobre el cálculo de las emisiones empresariales de alcance 3.1.

En toda la industria química existe una necesidad urgente de descarbonizar, especialmente en la cadena de valor ascendente, más allá de las propias operaciones de la empresa. Actualmente, una parte importante de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) de la industria procede de la cadena de valor alcance (ámbito 3). Aumentar la transparencia y la precisión de los datos a nivel de producto es un elemento clave para impulsar la reducción de las emisiones a lo largo de la cadena de valor y es una piedra angular estratégica de muchas estrategias corporativas de mitigación del clima.

La nueva guía para el cálculo de la HCP de TfS es única en el sentido de que se basa en la riqueza de la experiencia y los conocimientos de la red de miembros de TfS para establecer una norma para la industria química, sin dejar de cumplir las normas existentes, como la ISO y el Protocolo de Gases de Efecto Invernadero. La guía para el cálculo de la HCP beneficiará a los miembros de TfS y a sus proveedores, así como a otras iniciativas industriales, ya que se trata de una solución de uso inmediato para el sector químico.

Mediante la aplicación de la guía para el cálculo de la HCP, los miembros de TfS y sus proveedores pueden abordar de forma holística la integración de las HCP de los productos químicos en sus inventarios empresariales de GEI, centrándose en las emisiones de alcance 3, categoría 1 (bienes y servicios adquiridos). La guía completa instruye a las empresas en cuanto a cómo calcular sus propios inventarios empresariales sobre la base de datos específicos de los proveedores, al tiempo que proporciona orientación sobre cómo calcular las HCP de sus propios productos químicos, con el objetivo de crear transparencia y descarbonizar toda la cadena de valor. La HCP calculada sobre la base de la guía también servirá de apoyo a los usuarios intermedios para sus cálculos.

(1) Además de la publicación de los capítulos 1 a 4, en esta versión se han modificado las siguientes secciones del capítulo 5: 5.2.9 - Procesos de producción múltiple, 5.2.10.4 - Captura y almacenamiento de carbono y Captura y utilización de carbono, 5.2.11.2 - Calificación de la calidad de datos, y 5.3.2 - Información que debe reportarse con la HCP. No se realizarán más modificaciones a la guía para el cálculo de la HCP hasta la publicación de una nueva edición de acuerdo con el proceso de gobernanza descrito en el capítulo 2.2.



01

Introducción

6



02

Acerca de la guía

8

- 2.1 Antecedentes y contexto 9
- 2.2 Proceso de gobernanza para la revisión periódica de la presente guía 9
- 2.3 Planteamiento del problema 9
- 2.4 Objetivo de la guía 9
 - 2.4.1 Diseño de un proceso coherente para la recopilación de datos sobre las emisiones de alcance 3.1 9
 - 2.4.2 Incorporación de los datos sobre la HCP de los proveedores en el cálculo de la HCP de los usuarios intermedios 10
- 2.5 Importancia del contenido considerado 10
- 2.6 Metodología y referencia a las normas y documentos orientativos existentes 11
- 2.7 Terminología: deberá, debería y puede 11



03

Principios para la elaboración de informes

12

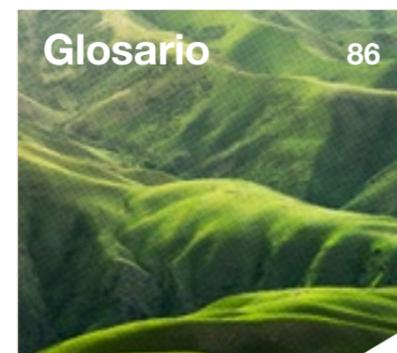


04

Guía para el cálculo de las emisiones empresariales de alcance 3.1

14

- 4.1 Definición del alcance 3.1 "bienes y servicios adquiridos" 15
- 4.2 Fundamentos del proceso de cálculo de las emisiones de alcance 3.1 15
- 4.3 Datos de actividad 17
 - 4.3.1 Recopilación y procesamiento de los datos de actividad 17
 - 4.3.2 Agrupación y priorización de los datos de actividad 19
 - 4.3.3 Actualización y mejora de los datos de actividad 21
- 4.4 Factores de emisión 22
- 4.5 Línea de base y recálculo 28
- 4.6 Orientación adicional para el cálculo y el informe 28
 - 4.6.1 Fabricación por contrato, incluida la fabricación externalizada 28
 - 4.6.2 Comercio de materiales/mercancías 30
 - 4.6.3 Permutas 30
 - 4.6.4 Empresas conjuntas/acuerdos conjuntos 32
 - 4.6.5 Reciclaje/contenido reciclado (qué reportar y dónde: categoría 3.1 vs. categoría 3.12) 32
 - 4.6.6 Emisiones y remociones biogénicas 33
 - 4.6.7 Cadena de custodia para el balance de masa 34
 - 4.6.8 Especificaciones para las compensaciones, la captura y el almacenamiento de carbono (CAC) y la captura y utilización de carbono (CUC) 34



Glosario

86



Referencias

92



Apéndice

95

01

Introducción

Las emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero (GEI) impulsan el cambio climático. Los impactos ligados al cambio climático están creciendo de forma significativa y son un gran reto para todo el mundo.

Para contrarrestar esta evolución, las partes del Acuerdo de París acordaron el límite de 1,5 °C para reducir los efectos del cambio climático y evitar así daños medioambientales irreversibles y efectos drásticos para todas las sociedades. Esto requiere un alto grado de urgencia para reducir las emisiones de GEI a un nivel mínimo. Comprometerse con las emisiones netas nulas para 2050, a más tardar, es uno de los factores clave de este proceso.

La industria química contribuye en un 8%¹ a las emisiones industriales globales de gases de efecto invernadero y, por tanto, debe desempeñar un papel importante en la reducción de las emisiones de GEI. En promedio, menos de un tercio de las emisiones de una empresa química proviene de la fabricación de sus productos, las llamadas emisiones de alcance 1 y 2. Por lo tanto, para que la contabilidad corporativa del carbono y la planificación y el seguimiento de los objetivos climáticos sean creíbles, las emisiones de la cadena de valor ascendente y descendente, o las llamadas emisiones de alcance 3 según el Protocolo de Gases de Efecto Invernadero (Protocolo de GEI), deben contabilizarse con precisión. Las emisiones de alcance 3 son una parte importante de las estrategias de reducción de GEI de todas las empresas químicas y es necesario comprenderlas para prepararse para posibles regulaciones futuras. Debería prestarse especial atención a las emisiones de alcance 3, categoría 1 (3.1) "bienes y servicios adquiridos" (Figura 1.1), que a menudo constituyen la mayor parte de las emisiones de alcance 3 de una empresa química y, por lo tanto, son un elemento clave en su estrategia cero neto.

Sin embargo, la reducción de las emisiones de GEI de alcance 3 presenta muchos retos, incluso para las empresas químicas más comprometidas. Uno de los retos es la falta de transparencia en las cadenas de valor, que hace que las emisiones de GEI sean especialmente difíciles de cuantificar y reducir. Además, la complejidad de la cadena de valor del sector químico global puede dificultar la armonización de los enfoques de cálculo y la comparación de los resultados. Las normas genéricas son una base para estos cálculos, pero no son suficientes debido a la falta de especificidad para aspectos clave en la industria química. El desarrollo de orientaciones específicas sobre cómo abordar estos retos ofrece una importante oportunidad para realizar el potencial de acelerar significativamente la reducción de las emisiones de GEI en la industria química (Figura 1.1).

Figura 1.1 Beneficios de la guía para el cálculo de la HCP de TfS para las empresas. Los bienes y servicios adquiridos (alcance 3, categoría 1) representan una parte importante de las emisiones de gases de efecto invernadero de muchas empresas químicas. La guía para el cálculo de la HCP de TfS permite a las empresas contabilizar las emisiones de GEI de alcance 3.1 de una manera sistemática y significativa.



(1) <https://www.weforum.org/agenda/2020/01/how-to-build-a-more-climate-friendly-chemical-industry/>

La recopilación e integración de las HCP específicas de los proveedores es beneficiosa para el cálculo tanto de las emisiones de alcance 3.1 como de la HCP (figura 1.2). Las emisiones empresariales anuales de alcance 3.1 pueden mejorarse integrando las HCP de alta calidad proporcionadas por los proveedores para los bienes adquiridos, lo que permite a las empresas seguir el progreso en el tiempo hacia los objetivos climáticos. Además, al integrar las HCP específicas de los proveedores en los inventarios empresariales de emisiones de alcance 3.1, las emisiones de GEI asociadas a las materias primas específicas pueden vincularse a los procesos de producción de las empresas químicas, lo que mejora la precisión de sus HCP. En muchos casos, una empresa química es a la vez proveedora y productora; por lo tanto, desde la perspectiva de una empresa química, es extremadamente importante calcular HCP de alta calidad y con un alto nivel de comparabilidad. Además, las HCP de los proveedores también pueden utilizarse para identificar los potenciales de reducción dentro del departamento de compras de la empresa en forma de ajustes de la cartera de productos y colaboraciones con los proveedores para descarbonizar.

Por lo tanto, una condición básica para la integración de los datos sobre la HCP en el cálculo de las emisiones de alcance 3.1 es un enfoque armonizado que muestre cómo debería calcularse la HCP teniendo en cuenta todos los aspectos específicos de los procesos de producción química. El enfoque metodológico tiene un impacto importante en los resultados y en su calidad, por lo que también es importante que las empresas recojan datos precisos y comparables. Así mismo, se necesita una solución coherente o una norma sobre cómo compartir los datos sobre la HCP.

Figura 1.2 Beneficios para los proveedores de productos químicos al aplicar la guía para el cálculo de la HCP de TfS. Los proveedores de productos químicos pueden proporcionar HCP precisas y coherentes a los clientes empresariales para ayudarles a reportar con precisión y reducir sus emisiones de alcance 3.1.



Esta guía pretende proporcionar instrucciones para el cálculo y el informe de las emisiones de alcance 3.1, con el objetivo de crear transparencia dentro de la cadena de suministro y comparabilidad en todo el sector químico. Se proporciona el cálculo subyacente de las HCP como base para el informe de las emisiones de alcance 3.1 y se hacen recomendaciones sobre cómo compartir las HCP incluyendo información adicional (atributos de datos).

Esta es la primera guía específica del sector para el cálculo de las HCP de los productos químicos que permite a las empresas producir datos de alta calidad sobre la HCP. Cumple con las normas de cálculo ISO 14067 y del Protocolo de GEI.

02

Acerca de la guía

2.1 Antecedentes y contexto

La iniciativa global del sector químico, Together for Sustainability (TfS), lanza con este documento la nueva guía completamente abierta específica del sector para el cálculo de la HCP y el informe de las emisiones de alcance 3.1. Puede aplicarse en la industria química y en otros sectores. Trata varios retos como los siguientes:

- Las emisiones de alcance 3 relacionadas con los bienes adquiridos han sido históricamente difíciles de medir debido a la complejidad de la producción química; la nueva guía pretende resolver este problema.
- La guía puede ser utilizada tanto por las empresas como por los proveedores para identificar, monitorizar y reducir las emisiones de alcance 3.
- La guía se puede aplicar a todas las industrias químicas; también es abierta y útil para otras industrias que utilicen materiales químicos.
- Armoniza los enfoques de cálculo de la HCP en toda la industria y es aplicable a la mayoría de los productos químicos. En el futuro, esto permitirá a los consumidores y al mercado en general comparar y evaluar directamente el impacto climático de los productos.

La iniciativa de TfS ha desarrollado esta guía para asumir un rol de liderazgo en una industria química más sostenible, proporcionando una guía para el cálculo de las HCP y de las emisiones de alcance 3. El desarrollo fue realizado por un grupo de expertos de las empresas miembros de TfS, apoyado por expertos externos, revisado por más de 55 empresas del sector químico y auditado por TÜV Rheinland. Se consideraron las normas y directrices existentes y se utilizaron como base para crear un texto específico del sector para la industria química [WBCSD (2013), ICCA & WBCSD (2013)].

En el pasado, el cálculo y el informe de las emisiones de GEI de Alcance 3 han diferido entre las empresas del sector químico debido a la variedad de opciones posibles al seguir las normas de GEI reconocidas internacionalmente. Este documento se ha desarrollado para introducir una guía coherente que las empresas del sector químico puedan seguir a la hora de calcular la huella de carbono de los productos (HCP) o las emisiones resultantes de los bienes y servicios adquiridos (alcance 3.1) [WBCSD (2013), ICCA & WBCSD (2013), WBCSD (2014)].

El seguimiento de esta guía permitirá a las empresas miembros de TfS y a sus proveedores alinearse en su cálculo e informe de las emisiones de GEI. Al introducir un estándar de informes coherente, se puede mejorar la comparabilidad entre las empresas químicas, lo que beneficia a la empresa, a los clientes, a los inversores y a otras partes externas interesadas durante las evaluaciones del desempeño. Si varias empresas químicas divulgan de forma transparente sus emisiones y medidas en materia de sostenibilidad siguiendo las mismas normas, se pueden mejorar las decisiones internas de cada empresa y se puede comunicar de forma más eficaz a las partes internas y externas interesadas o a los socios comerciales el papel global de los productos químicos en la reducción de las emisiones de GEI. Además, TfS pretende inspirar a otras industrias que se enfrentan a problemas similares para que mejoren sus respectivas normas de elaboración de informes [WBCSD (2013)].

2.2 Proceso de gobernanza para la revisión periódica de la presente guía

Este documento debe entenderse como una primera versión que TfS ha creado para ayudar a las empresas químicas a mejorar el cálculo y el informe de la huella de carbono de sus productos y de las emisiones resultantes de los bienes y servicios adquiridos (Alcance 3.1). TfS es consciente de que la versión actual de esta guía puede y debería seguir desarrollándose en el futuro, ya que las normas y otros documentos subyacentes podrían cambiar. Las empresas participantes y otras partes interesadas pueden informar continuamente sobre posibles adiciones y ajustes que se tendrán en cuenta durante las actualizaciones de la guía. Además, TfS planea armonizar periódicamente la guía con los nuevos avances en las normas reconocidas internacionalmente, como las ISO, u otros documentos de orientación relacionados.

2.3 Planteamiento del problema

Los problemas generales descritos en el capítulo 2.1 se tratarán y describirán con más detalle aquí. Análisis de la relevancia de las lagunas de datos en las normas. ¿Cuáles de los elementos que faltan son significativamente relevantes para la industria química y el alcance 3.1? ¿Es necesario profundizar en algunos puntos? En caso afirmativo, ¿dónde?

Abordar los problemas y los requisitos, por ejemplo:

- El límite de un inventario del ciclo de vida de la cuna a la puerta no deberá incluir el uso del producto ni los procesos de fin de vida útil.
- El alcance de la guía abarca los cálculos del tipo "de la cuna a la puerta" para los productos químicos. La puerta se define como la puerta de los miembros de TfS.
- Orientación sobre cómo clasificar, evaluar y utilizar las fuentes de datos, ya sean primarias o secundarias.

Las reglas de cálculo para productos específicos, incluyendo el tratamiento de la biomasa, los materiales equilibrados de biomasa, los materiales reciclados, la expansión del sistema, los esquemas de asignación, las reglas de corte y los límites del sistema son aspectos importantes y elementos metodológicos que se considerarán.

2.4 Objetivo de la guía

2.4.1 Diseño de un proceso coherente para la recopilación de datos sobre las emisiones de alcance 3.1

- Describir los límites y los principios para la recopilación de datos sobre las emisiones de alcance 3.1 por categorías de productos materiales.
- Desarrollar un proceso uniforme para la recopilación de datos y el cálculo de las emisiones.
- Establecer una guía sólida y a prueba de auditorías que pueda ser aplicada por todas las empresas miembros de TfS.
- Guía armonizada y específica del sector para el cálculo de la huella de carbono de los productos (HCP).

2.4.2 Incorporación de los datos sobre la HCP de los proveedores en el cálculo de la HCP de los usuarios intermedios

La aplicación de productos químicos es un tema adicional y está cubierto en algunas categorías específicas del Protocolo de GEI. Se necesitan datos sobre la HCP de alta calidad para determinar aplicaciones significativas de la cuna a la tumba. La guía apoya indirectamente el informe en estas categorías, pero no es el objeto de este documento. Sin embargo, el uso de materiales de reciclaje o de materiales de base biológica procedentes de aplicaciones descendentes como materias primas para productos químicos también se considera aquí, pero son temas especiales sobre los que se necesita una orientación futura para un informe preciso. Probablemente, las categorías existentes deberán adaptarse en consecuencia. TfS trabajará también en estos temas en el futuro.

2.5 Importancia del contenido considerado

En la actualidad, muchas organizaciones han comenzado a elaborar guías y materiales auxiliares para que las

empresas puedan reportar sus emisiones de GEI en un entorno armonizado y aceptado. En esta guía, se ofrecen orientaciones específicas para el sector químico con el fin de aumentar la transparencia y la armonización en el sector. Esta guía tiene como objetivo establecer normas para una contabilización más coherente de las emisiones de Alcance 3.1 (bienes y servicios adquiridos) y la evaluación de la huella de carbono de los productos (HCP) en el sector químico. Está pensada para que la utilicen las empresas del sector químico que quieran mejorar estos aspectos de sus informes de la huella de carbono.

En 2013, el Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible (WBCSD) publicó una "Guía para el cálculo y el informe de las emisiones de GEI en la cadena de valor del sector químico", en la que identificó las emisiones de Alcance 3.1 como la categoría de alcance 3 más relevante para las empresas químicas, debido tanto al gran tamaño de las emisiones previstas como a la cantidad de influencia que las empresas tienen en la categoría (véase la figura 2.1). Por esta razón, TfS decidió centrar el primer objetivo de esta guía en la creación de normas coherentes para el cálculo de las emisiones de alcance 3.1 en las empresas químicas [WBCSD (2013), Estándar de contabilidad e informes de la cadena de valor corporativa (Alcance 3) del Protocolo de GEI (Figura 2.1)].

Figura 2.1 Categorías relevantes de emisiones de alcance 3 para las empresas químicas
(Guía para el cálculo y el informe de las emisiones empresariales de GEI en la cadena de valor del sector químico, WBCSD chemicals, 2013)

		Grande		Pequeña
Tamaño previsto de las emisiones (en relación con el total de la empresa)	Pequeño	Viajes de negocios		7. Desplazamientos de los empleados
	Medio	Bienes de capital 3. Actividades relacionadas con los combustibles y la energía 4. Transporte y distribución ascendentes	8. Activos alquilados en la fase inicial 15. Inversiones en bienes de capital	5. Residuos generados en las operaciones 9. Transporte y distribución descendentes
	Grande	1. Bienes y servicios adquiridos	12. Tratamiento de los productos vendidos al final de su vida útil	11. Emisiones directas procedentes del uso de los productos vendidos
				13. Activos alquilados en la fase final 14. Franquicias 15. Inversiones financieras, en deuda, en bonos, de los fondos de pensiones y otras
				10. Procesamiento de los productos vendidos
				11. Emisiones indirectas procedentes del uso de los productos vendidos

Influencia en las emisiones de la categoría

La segunda parte de esta guía se centra en las especificaciones para incorporar los datos sobre la HCP de los proveedores en los cálculos de la HCP de los clientes intermedios. Dado que los productos químicos a menudo se someten a un procesamiento ulterior, las HCP son vitales para evaluar la contribución de la industria química al impacto ambiental de otros productos (flujo descendente: alcance 3.1).

Tanto los métodos estandarizados para la elaboración del inventario de las emisiones de alcance 3.1 como para el cálculo de la HCP ayudarán a las empresas químicas y a sus clientes a comunicar de forma creíble los impactos potenciales de sus emisiones y las estrategias para reducir los riesgos asociados a lo largo de la cadena de valor. Además, con el aumento de la demanda de productos y servicios respetuosos con el medio ambiente, la información creíble sobre las HCP y las emisiones de alcance 3.1 se convertirá en algo sustancial para los procesos de decisión internos sobre futuras estrategias de producto y de mercado [WBCSD (2014)].

2.6 Metodología y referencia a las normas y documentos orientativos existentes

Las directrices de este documento pretenden ser coherentes con las normas y requisitos internacionalmente aceptados. Se han tenido en cuenta las siguientes normas:

- ISO 14064 -1: 2019
- ISO 14064 -2: 2019
- ISO 14064 -3: 2019
- ISO 14067: 2019
- ISO 14040: 2006
- ISO 14044: 2006

La guía sigue estos estándares:

- Estándar de contabilidad e informes de la cadena de valor corporativa (Alcance 3) del Protocolo de GEI.
- Guía para el cálculo de las emisiones de alcance 3 del Protocolo de GEI.
- Estándar de contabilidad y reporte del ciclo de vida de los productos del Protocolo de GEI.

Además, se han revisado otros documentos para armonizar la estructura y la lógica del enfoque de este documento. Estos documentos se enumeran en la lista de referencias. La guía puede utilizarse como solución de uso inmediato para otros sectores que utilicen sustancias químicas en sus productos. Por ello, algunos capítulos y textos podrían ser útiles para ser integrados en otras guías sectoriales.

La parte principal de esta guía se divide en tres partes.

El capítulo 3 presenta los cinco principios para el cálculo de las emisiones de GEI, que ayudan a guiar la aplicación de las normas del Protocolo de GEI.

El capítulo 4 aborda la evaluación de las emisiones de alcance 3.1. Proporciona información sobre el procesamiento de los datos de actividad (capítulo 4.3), la selección y evaluación de los factores de emisión (capítulo 4.4), el procesamiento de los datos de entrada (capítulo 4.4), el recálculo de la línea de base (capítulo 4.5) y la orientación adicional sobre el cálculo y el informe (capítulo 4.6).

En el **capítulo 5** se dan las especificaciones para el cálculo de la huella de carbono de los productos de los proveedores. Después de presentar el objetivo general y el alcance de una HCP (capítulo 5.1), se introducen las reglas de cálculo (capítulo 5.2). El capítulo 5.3 finaliza con información sobre la verificación de los cálculos de la HCP y notas sobre el informe de las HCP [WBCSD (2021), Comisión Europea (2021)].

2.7 Terminología: deberá, debería y puede

Esta norma utiliza un lenguaje preciso para indicar qué disposiciones de la norma son requisitos, cuáles son recomendaciones y cuáles son opciones permisibles o permitidas que las empresas pueden elegir seguir. El término "deberá" se utiliza a lo largo de esta norma para indicar lo que se requiere para que un inventario de GEI esté en conformidad con el Estándar de Alcance 3 del Protocolo de GEI. El término "debería" se utiliza para indicar una recomendación, pero no un requisito. El término "puede" se utiliza para indicar una opción que es permisible o permitida. El término "requerido" se utiliza en la guía para referirse a los requisitos de la norma. "Necesita", "puede" y "no puede" pueden utilizarse para proporcionar orientación sobre la aplicación de un requisito o para indicar cuándo una acción es o no es posible [Estándar de contabilidad e informes de la cadena de valor corporativa (Alcance 3) del Protocolo de GEI].

Esta norma utiliza un lenguaje preciso para diferenciar los niveles de obligación a los que se enfrenta una empresa al seguir las directrices propuestas, tal y como se define en la norma internacional ISO:

- "Deberá" indica un **requisito**.
- "Debería" indica una **recomendación**.
- "Puede" se utiliza para indicar que algo está **permitido**.
- "Puede" se utiliza para indicar que algo es **posible**, por ejemplo, que una organización o individuo es capaz de hacer algo.

En las Directivas ISO/IEC, Parte 2, 2021, 3.3.3, se define un **requisito** como una "expresión, en el contenido de un documento, que transmite criterios objetivamente verificables que deben cumplirse y de los que no se permite ninguna desviación si se pretende la conformidad con el documento".

En las Directivas ISO/IEC, Parte 2, 2021, 3.3.4, una **recomendación** se define como una "expresión, en el contenido de un documento, que transmite una posible elección o curso de acción que se considera particularmente adecuado sin mencionar o excluir necesariamente otros".¹

(1) <https://www.iso.org/foreword-supplementary-information.html>

03

Principios para la elaboración de informes

El cálculo y el informe de las emisiones de GEI de alcance 3 o de un inventario de productos deberán basarse en los siguientes principios:

Relevancia, exhaustividad, coherencia, transparencia y precisión [Instituto de Recursos Mundiales y WBSCD (2004)].

La función principal de estos cinco principios es guiar la aplicación de los Estándares del Protocolo de GEI y el aseguramiento de los inventarios, particularmente cuando la aplicación de los estándares en situaciones específicas es ambigua. Los mismos principios se utilizan también para abordar la incertidumbre dentro de los datos reportados.

En la práctica, las empresas pueden encontrar compromisos entre los principios. Por ejemplo, una empresa puede descubrir que para lograr el inventario más completo se necesitan datos menos precisos, lo que compromete la precisión general. A la inversa, conseguir el inventario más preciso puede requerir la exclusión de actividades con poca precisión, lo que compromete la exhaustividad general. Las empresas deberían equilibrar los distintos principios en función de sus objetivos empresariales. Con el tiempo, a medida que aumente la precisión y la exhaustividad de los datos sobre las emisiones de GEI de alcance 3 y la HCP, es probable que disminuya el equilibrio entre estos principios de contabilidad.

A continuación, se describe brevemente cada uno de los principios y se ofrece más información en el capítulo 4.

Relevancia

Un informe de alcance 3.1 relevante contiene la información que los usuarios - tanto internos como externos a la empresa - necesitan para su toma de decisiones. Las empresas deberían utilizar el principio de relevancia a la hora de determinar si excluir alguna actividad del límite del inventario, seleccionar las fuentes de datos y recopilarlos.

Exhaustividad

Las empresas deberían asegurarse de que el inventario refleja adecuadamente las emisiones de GEI de alcance 3.1 de la empresa. En algunas situaciones, las empresas pueden ser incapaces de estimar con precisión las emisiones debido a la falta de datos u otros factores limitantes. Sin embargo, las empresas no deberían excluir ninguna fuente de emisiones que pueda comprometer la relevancia del inventario reportado. Cualquier exclusión debería estar documentada y justificada de forma transparente; los auditores pueden determinar el impacto potencial y la relevancia de la exclusión en el informe general.

Coherencia

La aplicación coherente de los enfoques de contabilidad, los límites del inventario y las metodologías de cálculo es esencial para producir datos sobre las emisiones de GEI comparables a lo largo del tiempo. Si se producen cambios en el límite del inventario (por ejemplo, la inclusión de actividades previamente excluidas), en los métodos, en los datos o en otros factores que afecten a las estimaciones de las emisiones, deben documentarse y justificarse de forma transparente, y pueden justificar un nuevo cálculo de las emisiones del año base.

Transparencia

La transparencia se relaciona con el grado en que la información sobre los procesos, procedimientos, supuestos y limitaciones del inventario de GEI se divulga de manera clara, objetiva, neutral y comprensible sobre la base de una documentación clara. Un informe transparente proporcionará una clara comprensión de las cuestiones pertinentes y una evaluación significativa del desempeño en materia de emisiones de alcance 3 de la empresa. La información debería registrarse, recopilarse y analizarse de forma que permita a los revisores internos y a los auditores externos dar fe de su credibilidad y obtener los mismos resultados si se les proporcionan las fuentes de datos subyacentes.

Precisión

Los datos deberían ser lo suficientemente precisos como para permitir a los usuarios previstos tomar decisiones con una confianza razonable en que la información reportada es creíble. Las mediciones, estimaciones o cálculos de las emisiones de GEI no deberían ser sistemáticamente ni superiores ni inferiores al valor real de las emisiones, por lo que se puede juzgar. Las empresas deberían reducir las incertidumbres en el proceso de cuantificación en la medida de lo posible y garantizar que los datos sean lo suficientemente precisos como para servir a las necesidades de toma de decisiones. Informar sobre las medidas adoptadas para garantizar la precisión y mejorarla a lo largo del tiempo puede ayudar a promover la credibilidad y mejorar la transparencia.

04

Guía para el cálculo de las emisiones empresariales de alcance 3.1

El sistema de cálculo de la HCP de la cuna a la puerta es la suma de las emisiones de GEI, expresadas como equivalentes de CO₂ relacionadas con un producto, desde la extracción de los recursos hasta la puerta de la empresa informante, incluido el transporte.

El cálculo de la HCP puede incluir el transporte hasta el cliente, pero las respectivas emisiones de GEI deben declararse como información adicional por separado de la HCP de la cuna a la puerta.

La HCP de los productos químicos deberá incluir todas las emisiones de GEI relacionadas con el producto. La manera de calcular la HCP de los productos químicos se describe en detalle en el capítulo 5 de este documento.

En el contexto de los informes corporativos, las HCP se utilizan para calcular las emisiones de alcance 3.1. Las emisiones de GEI de una empresa informante se dividen en tres alcances, tal como los define el Protocolo de Gases de Efecto Invernadero (Protocolo de GEI).

Las emisiones directas de CO₂-eq de alcance 1 son el resultado de los procesos de producción que pertenecen o están controlados por la empresa informante. Por ejemplo, las emisiones directas de las reacciones químicas, la incineración o el tratamiento de residuos en la planta de la empresa informante o las emisiones de la producción de energía in situ.

Las emisiones de CO₂-eq de alcance 2 resultan de la generación de energía comprada, como la electricidad y el vapor utilizados para alimentar las plantas de la empresa informante.

Las emisiones de CO₂-eq de alcance 3 proceden de fuentes que pertenecen o están controladas por otras entidades en la cadena de valor. Dentro del alcance 3, hay 15 subcategorías [Estándar de contabilidad e informes de la cadena de valor corporativa (Alcance 3) del Protocolo de GEI] que cubren las emisiones anuales de la cadena de valor ascendente y descendente. Esta guía se centra en el alcance 3.1, bienes y servicios adquiridos, con un enfoque principal en los bienes adquiridos. No se consideran aquí otras categorías de alcance 3 a menos que haya interacciones con la categoría 3.1 que puedan dar lugar a un cálculo inadecuado de las emisiones totales si no se tienen en cuenta los aspectos relacionados.

En el caso de las empresas químicas, los bienes adquiridos más contaminantes suelen ser las materias primas utilizadas y transformadas en productos. Para los informes corporativos anuales, la HCP de cada bien adquirido se agrega a un valor y se reporta en la categoría de alcance 3.1. Basándose en la información sobre la HCP de esos bienes adquiridos, las empresas calculan la HCP de sus productos finales para obtener un resultado de la cuna a la puerta. Esta HCP resultante es la base para el siguiente productor en la cadena de suministro.

4.1 Definición del alcance 3.1 "bienes y servicios adquiridos"

Según el Protocolo de Gases de Efecto Invernadero [Estándar de contabilidad e informes de la cadena de valor corporativa (Alcance 3) del Protocolo de GEI], esta categoría incluye todas las emisiones ascendentes (es decir, de la cuna a la puerta) de los productos comprados o adquiridos por la empresa informante en el año del informe. Los productos incluyen tanto bienes (productos tangibles) como servicios (productos intangibles). Esta categoría incluye las emisiones de todos los bienes y servicios adquiridos que no están incluidos en las otras categorías de emisiones de alcance 3 (es decir, de la categoría 2 a la categoría 8).

Las emisiones de la cuna a la puerta incluyen todas las emisiones que se producen en el ciclo de vida de los productos adquiridos, hasta el momento de su recepción por parte de la empresa informante (excluyendo las emisiones de fuentes que pertenecen o están controladas por la empresa informante). Las emisiones de la cuna a la puerta pueden incluir:

- Extracción de materias primas.
- Actividades agrícolas.
- Fabricación, producción y procesamiento.
- Generación de electricidad consumida por las actividades ascendentes.
- Eliminación/tratamiento de los residuos generados por las actividades ascendentes.
- Uso de suelo y cambio de uso de suelo.
- Transporte dentro de la cadena de suministro ascendente y hasta la empresa informante, cuando no sea pagado por la empresa informante.
- Cualquier otra actividad anterior a la adquisición por parte de la empresa informante.

El capítulo 5 describe cómo deberá calcularse la HCP de la cuna a la puerta. Para la industria química, los materiales de alcance 3.1. son muy importantes, porque en las primeras etapas de la generación de materias primas se producen contribuciones relativamente altas a la HCP global. Las empresas que utilicen la información sobre la HCP de sus proveedores para aplicarla en los informes de alcance 3.1 deberían comprobar si:

- Los datos proporcionados por el proveedor están lo más cerca posible del intervalo de tiempo de la empresa informante.
- La unidad declarada se ajusta exactamente a la forma en que la empresa utiliza el producto.
- La calidad y la concentración se ajustan al producto utilizado.
- La calidad de los datos es suficiente para ser utilizada en los informes.
- La variación entre varios proveedores es plausible.
- Los atributos entregados con la HCP son completos y representativos del producto. El número y la cantidad de materiales comprados están disponibles para calcular una cifra correcta de balance de masa.

4.2 Fundamentos del proceso de cálculo de las emisiones de alcance 3.1

Esta sección incluye las mejores prácticas para elaborar un inventario de GEI y las técnicas de cálculo de las emisiones de GEI. Un inventario de GEI da cuenta de todos los GEI emitidos o removidos de la atmósfera por la empresa informante. El inventario de GEI enumerará, por fuente o alcances de GEI, la cantidad de emisiones de GEI emitidas a la atmósfera durante un período de tiempo determinado (principalmente dentro del tiempo del ciclo de reporte de una empresa). Hay que prestar especial atención a la selección del límite del inventario. El límite debe equilibrar la exhaustividad y la coherencia con la relevancia de las emisiones de alcance 3.1. El capítulo 3 del Protocolo de Gases de Efecto Invernadero ofrece instrucciones detalladas sobre las mejores prácticas para establecer los límites del inventario [WBCSD chemicals, (2013)].

Para elaborar un inventario de GEI de alcance 3.1, los límites del inventario, la base de datos y las metodologías deben ser coherentes para permitir llegar a conclusiones significativas y seguir el desempeño a lo largo del tiempo. Por lo tanto, los límites del inventario y las fuentes de datos de actividad, así como los factores de emisión, deben seleccionarse cuidadosamente. Dicho esto, debería procurarse una mejora continua de la calidad de los datos para poder calificar las emisiones de la manera más precisa. Cualquier cambio respecto a años anteriores puede afectar al inventario de GEI de alcance 3 de una empresa y, por lo tanto, debería llevarse a cabo sólo con una cuidadosa consideración de la importancia de la actividad y el beneficio esperado de la mayor calidad de

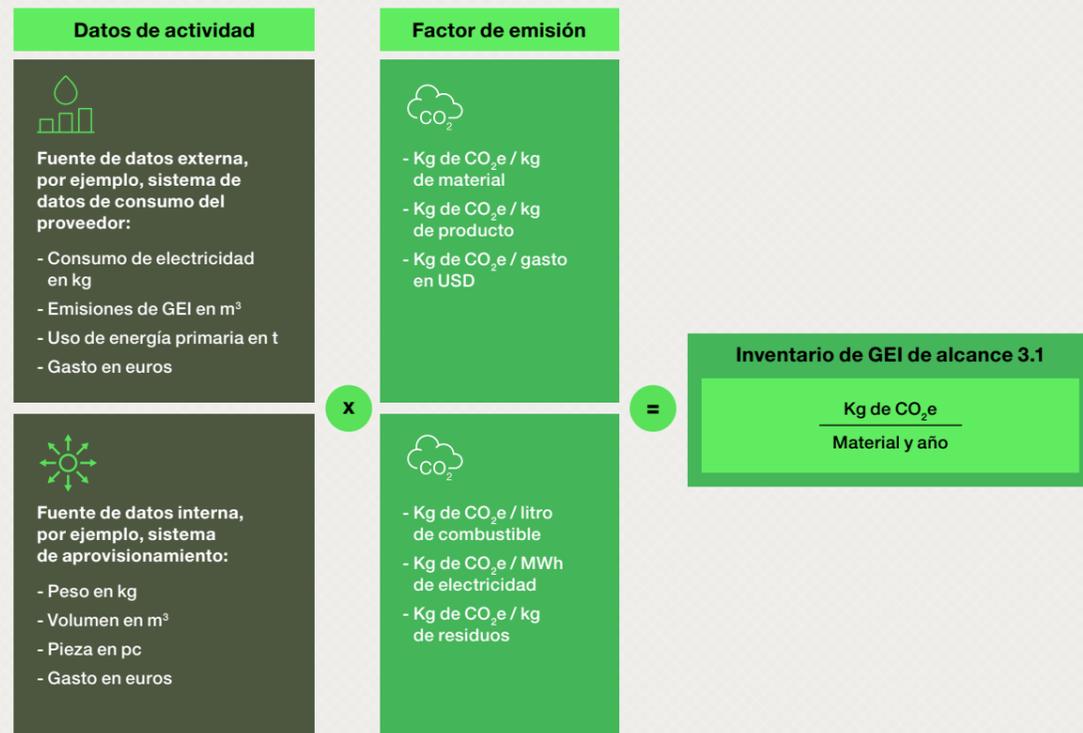
los datos. Sin embargo, para garantizar la comparabilidad a lo largo del tiempo, un cambio en las prácticas de cálculo debería reportarse de forma transparente y podría requerir el recálculo del año base. En el capítulo 4.4 se ofrecen varios enfoques para reducir el esfuerzo y la complejidad sin comprometer demasiado la calidad.

Las emisiones dentro de un inventario de GEI se cuantifican utilizando métodos de medición directa o de cálculo. Como los datos de medición directa de las emisiones de alcance 3 son difíciles de obtener para la empresa informante, normalmente esa información se estima utilizando métodos de cálculo, haciendo uso de los datos de actividad y los factores de emisión. Según el Protocolo de GEI, los "datos de actividad" son una medida cuantitativa de un nivel de actividad que da lugar a emisiones de GEI (por ejemplo, kilogramos de material adquirido o dólares gastados en una actividad). Un "factor de emisión" es un factor que convierte los datos de actividad en emisiones de GEI (por ejemplo, kg de CO₂e emitido por kilogramo o dólar gastado). La figura 4.1 ofrece una visión

general de los elementos del inventario de GEI de alcance 3.1. La generación de datos de actividad (capítulo 4.4) y la recopilación de factores de emisión (capítulo 4.5) se describen en detalle en las siguientes secciones.

El Protocolo de GEI diferencia los cálculos de las emisiones de GEI en cuatro métodos básicos: método del gasto, del promedio, híbrido y del proveedor [Guía para el cálculo de las emisiones de GEI de alcance 3 del Protocolo de GEI (2013)]. Los métodos pueden diferir significativamente en la forma en que se recogen y procesan los datos, lo que da lugar a diferencias significativas en el esfuerzo y la precisión. Aunque puede ser parcialmente impráctico o puede crear un esfuerzo adicional, las metodologías pueden ser utilizadas en combinación. La decisión a favor o en contra de un método específico puede depender de los objetivos de negocio de una empresa, la importancia de las emisiones de bienes y servicios dentro del alcance 3.1, y la disponibilidad y cantidad de datos. Si la calidad de los datos lo permite, siempre se prefieren los valores específicos del proveedor.

Figura 4.1 Enfoque general de cálculo para la elaboración de un inventario de GEI



4.3 Datos de actividad

Los datos de actividad utilizados para calcular las emisiones de alcance 3.1 suelen ser las cantidades de materias primas adquiridas y/o el gasto monetario en servicios o bienes técnicos adquiridos en el año del informe.

4.3.1 Recopilación y procesamiento de los datos de actividad

Los datos de actividad son un elemento clave para el cálculo de las emisiones de GEI y se refieren a los datos asociados a una actividad que genera emisiones de GEI, como las toneladas de una materia prima adquirida. Estos datos de actividad se recopilan en unidades físicas (toneladas) o en dinero gastado y, a continuación, se combinan con un factor de emisión y el PCG del gas de efecto invernadero correspondiente para calcular el CO₂e. La recopilación de datos de actividad es la principal responsabilidad de la empresa informante y suele ser el reto más importante a la hora de elaborar un inventario de GEI. Por lo tanto, es esencial establecer procedimientos sólidos de recopilación de datos de actividad. Las empresas pueden encontrar útil diferenciar entre las adquisiciones de productos relacionados con la producción y las de productos no relacionados con la producción. Hacerlo puede estar en consonancia con las prácticas de aprovisionamiento existentes y, por lo tanto, puede ser una forma útil de organizar y recopilar datos de manera más eficiente.

El aprovisionamiento relacionado con la producción (a menudo denominado aprovisionamiento directo) consiste en la adquisición de bienes que están directamente relacionados con la producción de los productos de una empresa. El aprovisionamiento relacionado con la producción puede incluir:

- Materias primas y bienes intermedios (por ejemplo, materiales, componentes y piezas) que la empresa compra para procesar, transformar o incluir en otro producto.
- Bienes finales adquiridos para su reventa (solo para empresas minoristas y distribuidoras).
- Bienes técnicos y de capital (por ejemplo, plantas, propiedades y equipos) que la empresa utiliza para fabricar un producto, prestar un servicio o vender, almacenar y entregar mercancías, o que es necesario comprar también para permitir la aplicación precisa de los productos químicos por parte del cliente. Algunos ejemplos de bienes técnicos y de capital dentro de la industria química son los envases, los productos químicos para la limpieza del agua o los productos químicos utilizados en las torres de refrigeración, etc.

Nótese que los bienes de capital se reportan en la categoría 2 del alcance 3 (bienes de capital).

El aprovisionamiento no relacionado con la producción (a menudo denominado aprovisionamiento indirecto) consiste en la adquisición de bienes y servicios que no son esenciales para la producción de los productos de la empresa, sino que se utilizan para facilitar las operaciones. El aprovisionamiento no relacionado con la producción puede incluir mobiliario, equipos de oficina y ordenadores o todo tipo de servicios como consultoría, trabajos de mantenimiento o mano de obra contratada [Estándar de contabilidad e informes de la cadena de valor corporativa (Alcance 3) del Protocolo de GEI].

Los procesos de generación, preparación y procesamiento de los datos de actividad se resumen en la figura 4.2 y se describen en detalle a continuación.

Verificación de la disponibilidad de datos

- 1.1) Los datos de actividad pueden obtenerse mediante lecturas de contadores, registros de compras, seguimiento directo, balance de masa, estequiometría u otros métodos para obtener datos de actividades específicas en la cadena de valor de la empresa. Los datos de actividad pueden extraerse de los sistemas internos de aprovisionamiento y/o de planificación de recursos empresariales (ERP) o solicitarse directamente al proveedor. Los datos sobre el gasto y la masa, el volumen y las cantidades de productos deberán solicitarse internamente. Además, debería generarse un conocimiento de los sistemas internos y de sus frecuencias de actualización, unidades, formatos, disponibilidad de valores de previsión, posibles cambios y prever las implicaciones en el sistema contable previsto. También debería considerarse la disponibilidad de datos dentro del ciclo contable anual para garantizar que los datos estén disponibles en el momento y con la calidad adecuados para los cálculos posteriores.
- 1.2) Además de los números de datos de actividad reales, se necesitan los atributos de los bienes adquiridos. Los atributos primarios se refieren al material directamente (por ejemplo, nombre del material, número, CAS, estructura química, grupo químico), mientras que los atributos secundarios especifican en mayor medida las características indirectas (por ejemplo, año, país del proveedor, nombre del proveedor, número del proveedor). Estos atributos permiten la asignación de los datos de actividad a los factores de emisión y el análisis e interpretación de los datos.

Figura 4.2 Pasos clave del proceso de generación, preparación y procesamiento de datos de actividad de alcance 3.1



1.3) En un último paso de verificación, los datos extraídos del sistema interno deberían ser comprobados para garantizar su precisión y coherencia.

Preparación para la recopilación de datos

2.1) Mientras que los datos de gasto pueden ser muy completos debido a los requisitos de la contabilidad financiera, los datos físicos sobre la cantidad, el volumen o la masa de los bienes adquiridos pueden ser a menudo incompletos y/o incoherentes. Dado que en el proceso de compra de las empresas suelen intervenir docenas o incluso cientos de personas, un cambio en el proceso de recopilación de datos podría tener mayores implicaciones en los procesos y sistemas. Disponer de un conjunto completo de datos físicos de entrada puede ser un reto a largo plazo para muchos, por lo que se recomienda iniciar la fase de preparación de datos lo antes posible.

2.2) La cantidad potencialmente grande de datos que hay que tratar, la heterogeneidad e incluso la falta de disponibilidad de los números de materiales, así como el uso de diversas fuentes de datos internas y externas, pueden hacer necesario el establecimiento de un sistema de gestión de datos adecuado que vaya más allá de los sistemas basados en Excel ampliamente utilizados. En ambos casos, el uso de un identificador es esencial para garantizar la trazabilidad y la unicidad de las entradas de la base de datos. En la tabla 4.2 se ofrece una lista de identificadores ya utilizados en el sector químico, en la que el Chemical Abstract Service (CAS) es el sistema más aceptado y utilizado por las empresas químicas, pero también por los proveedores de datos sobre los factores de emisión. Las empresas pueden desarrollar sus propios identificadores para los bienes o servicios adquiridos fuera de los sistemas de clasificación de las sustancias químicas, por ejemplo, envases, servicios laborales o productos informáticos.

Tabla 4.1 Ejemplos de sistemas de clasificación que podrían utilizarse como identificadores en el proceso de mapeo de datos de actividad y factores de emisión

Abreviatura	
Número de registro del Chemical Abstracts Service (CAS)	Un número de registro CAS es un identificador único e inequívoco para una sustancia específica que permite una comunicación clara y, con la ayuda de los científicos del CAS, enlaza todos los datos e investigaciones disponibles sobre esa sustancia ¹ .
Sistema Simplificado de Registro de Líneas Moleculares (SMILES)	El sistema simplificado de registro de líneas moleculares es una especificación en forma de notación de líneas para describir la estructura de las sustancias químicas mediante cadenas cortas ASCII ² .
ECLASS	ECLASS es un estándar internacional de datos para bienes y servicios que cumple con la norma ISO/IEC ³ .
Código Estándar de Productos y Servicios de las Naciones Unidas (UNSPSC)	El Código Estándar de Productos y Servicios de las Naciones Unidas es un sistema internacional de clasificación de productos y servicios. Estos códigos se utilizan para clasificar los productos y servicios: en el caso de los proveedores, para clasificar los productos y servicios de su empresa, y en el caso de los funcionarios de la ONU, para clasificar los productos y servicios al publicar las oportunidades de compra ⁴ .
PRODCOM	PRODCOM es una encuesta anual para la recopilación y difusión de estadísticas sobre la producción de bienes industriales (principalmente manufacturados), tanto en términos de valor como de cantidad, en la Unión Europea (UE) ⁵ .
Inventario Aduanero Europeo de Sustancias Químicas (ECICS)	El Inventario Aduanero Europeo de Sustancias Químicas es una herramienta de información gestionada por la Dirección General (DG) de Fiscalidad y Unión Aduanera de la Comisión Europea que permite a los usuarios: <ul style="list-style-type: none"> - Identificar de forma clara y sencilla las sustancias químicas; - Clasificarlas correcta y fácilmente en la Nomenclatura Combinada; - Nombrarlas en todas las lenguas de la UE a efectos de regulación⁶.
Sistema Armonizado de Designación y Codificación de Mercancías (SA)	El Sistema Armonizado es una nomenclatura internacional para la clasificación de productos. Permite a los países participantes clasificar los bienes comercializados sobre una base común a efectos aduaneros. A nivel internacional, el Sistema Armonizado (SA) para clasificar las mercancías es un sistema de códigos de seis dígitos ⁷ .

(1) <https://www.cas.org/cas-data/cas-registry>

(2) https://www.chemieurope.com/en/encyclopedia/Simplified_molecular_input_line_entry_specification.html

(3) <https://www.eclass.eu/en/index.html>

(4) <https://www.unspsc.org/>

(5) <https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:PRODCOM>

(6) https://ec.europa.eu/taxation_customs/online-services/online-services-and-databases-customs/ecics-european-customs-inventory-chemical_en

(7) <https://unstats.un.org/unsd/tradekb/knowledgebase/50018/Harmonized-Commodity-Description-and-Coding-Systems-HS>

2.3) Para los procedimientos de procesamiento y mapeo posteriores, podría ser útil convertir los nombres comerciales definidos por el proveedor en nombres de materiales estandarizados. La necesidad de este esfuerzo depende de la calidad de las bases de datos de aprovisionamiento, pero también de la estrategia aplicada para mapear los datos de actividad con los factores de emisión. Por ejemplo, un mapeo automatizado basado en los números CAS no necesita nombres de materiales definidos unívocamente. Una estrategia de mapeo que mapee manualmente los factores de emisión y los datos de actividad basándose en los nombres de los materiales requeriría un nombre de material claro y único.

Extracción/recopilación de datos de actividad

3.1) La extracción de datos de actividad de los sistemas internos o la recopilación del proveedor debería comenzar con la definición clara de la demanda de datos. Además de las definiciones específicas de los materiales (véase atributos típicos de los datos) debería tener información general sobre los datos disponibles y los formatos de los archivos.

- Fecha de extracción de datos.
- Sistema de datos utilizado y versión.
- Datos relevantes (HCP/Datos de inventario: masa, volumen, energía, etc.).
- Marco temporal (por ejemplo, periodo de referencia).
- Límite geográfico (país).
- Límite tecnológico (por ejemplo, especificaciones de material o producción (concentración)).
- Alcance corporativo (por ejemplo, límites operativos).
- Unidad.
- Otros atributos de datos (taxonomía profesional, nombre del proveedor, número de Dun & Bradstreet (D-U-N-S)).

3.2) La gestión de las demandas de datos externas e internas hace necesaria la extracción de datos de los sistemas de aprovisionamiento o de planificación de recursos empresariales de las empresas informantes. Las extracciones de la base de datos (por ejemplo, las consultas) deberían documentarse y guardarse para garantizar la comparabilidad y la coherencia a lo largo del tiempo, pero también para proporcionar confianza en el proceso de verificación de la empresa de auditoría.

Conversión de unidades

4.1) Los datos de actividad claramente definidos también pueden entregarse con unidades diferentes, o con unidades que no se corresponden con las unidades aplicadas en los conjuntos de datos sobre los factores de emisión. Mientras que una conversión de unidades a partir de diferentes unidades de medida (métricas/imperiales) o unidades monetarias puede ser fácil de manejar con factores estandarizados, una conversión entre diferentes unidades físicas (volumen - masa o pieza - masa) necesita factores específicos del producto o del material. Los factores medios de densidad, por ejemplo, pueden ayudar en la mayoría de los casos, pero su aplicabilidad a productos específicos debería comprobarse cuidadosamente. Lo mismo ocurre con las conversiones de unidades basadas en piezas a unidades basadas en masa.

Análisis y categorización de datos

5.1) La fase de análisis debería ayudar a la empresa informante a tomar decisiones con respecto al procesamiento y la mejora de los datos, basándose en la exhaustividad y la calidad de los mismos. En una primera fase, la empresa informante debería comprender qué datos de actividad

están disponibles para los diferentes tipos de datos (físicos, basados en el gasto). En una segunda fase, hay que estimar el alcance de las lagunas de datos existentes para apoyar la definición de una estrategia de datos.

5.2) Un análisis de puntos calientes basado en datos físicos de gasto podría ayudar a identificar a los proveedores principales, así como los bienes y servicios que más contribuyen al inventario. Una categorización de bienes y servicios con propiedades similares podría entonces ayudar a cerrar las lagunas de datos identificadas en el punto 5.1.

Priorización y estrategia de datos

6.1) Sobre la base del análisis de datos, pueden identificarse áreas de alta prioridad por proveedor, mercancías y categoría de servicio, así como una mayor demanda de datos. La demanda operativa y estratégica de datos debería definirse en una estrategia de datos, así como los enfoques, procesos y sistemas para colmar esas lagunas.

6.2) Es poco probable que todos los proveedores de una empresa informante puedan proporcionar datos sobre la HCP. En tales casos, las empresas deberían animar a los proveedores a desarrollar inventarios de GEI. Si no se dispone de datos sobre las emisiones de gases de efecto invernadero de los proveedores, deberían utilizarse factores de emisión de otras fuentes (véase el capítulo 4.4 sobre factores de emisión).

4.3.2 Agrupación y priorización de los datos de actividad

La priorización de los bienes y servicios adquiridos es un paso importante en la evaluación de los datos de actividad de alcance 3.1. Puede realizarse siguiendo un enfoque de dos pasos.

Paso 1: Agrupación

Para una empresa química con miles de bienes y servicios adquiridos, la agrupación de las adquisiciones propias de la empresa en grupos de productos puede facilitar el cálculo [Global Compact Network Germany (2019)]. En el caso de los bienes adquiridos, se recomienda agrupar las adquisiciones según su perfil (por ejemplo, número CAS), teniendo en cuenta el nivel de agregación de los factores de emisión disponibles. Para una mejor visión general y un mejor procesamiento de los datos, la agrupación puede ser útil, por ejemplo, a nivel de categoría de aprovisionamiento, subcategoría o grupo de materiales. Esto facilita la selección de factores de emisión, por ejemplo, a partir de bases de datos de ACV y permite, si es el caso, una extrapolación de las emisiones de GEI para tener en cuenta el 100% de las materias primas adquiridas dentro de una categoría de sustancias (químicamente) relacionadas (véase 4.4 extrapolación). Este enfoque puede mejorar la precisión de dicho paso de extrapolación.

En el caso de los bienes y servicios adquiridos no relacionados con materias primas, los datos de gasto pueden utilizarse para agrupar los bienes. Puede ser útil la clasificación por grupos de sectores aceptados internacionalmente (por ejemplo, los códigos NACE), utilizando como guía la perspectiva y la lógica utilizadas para la agrupación de sectores y regiones dentro de las tablas y modelos input output extendidos al medio ambiente (EEIO)¹, como Exiobase o las directrices de 2014 sobre los factores de conversión para informes corporativos de GEI de Defra / DECC (Tabla 13 - Emisiones indirectas de la cadena de suministro). Este documento, de acceso público, proporciona factores de emisión basados en el gasto para más de 100 grupos de productos o sectores según la clasificación industrial estándar.

(1) Los modelos input output extendidos al medio ambiente (EEIO) estiman el uso de energía y/o las emisiones de GEI resultantes de las actividades de producción y de la cadena de suministro ascendente de diferentes sectores y productos dentro de una economía. Los factores de emisión EEIO resultantes pueden utilizarse para estimar las emisiones de GEI de una determinada industria o categoría de productos. Los datos EEIO son especialmente útiles para seleccionar las fuentes de emisión a la hora de priorizar los esfuerzos de recopilación de datos. Los modelos EEIO se derivan asignando las emisiones nacionales de GEI a grupos de productos acabados en función de los flujos económicos entre sectores industriales. Los modelos EEIO varían en el número de sectores y productos incluidos y en la frecuencia con la que se actualizan. Los datos EEIO suelen ser exhaustivos, pero el nivel de granularidad es relativamente bajo en comparación con otras fuentes de datos.

Paso 2: Priorización

Priorizar las actividades en función de la magnitud de las emisiones de GEI

La manera más rigurosa de identificar las actividades prioritarias consiste en utilizar métodos de estimación (o evaluación) inicial de los GEI para determinar qué bienes o servicios de alcance 3.1 se prevé que sean más significativos en cuanto a su tamaño, basándose en factores como el peso o el gasto de las compras. Un enfoque cuantitativo ofrece la comprensión más precisa de las magnitudes relativas de las diversas actividades de alcance 3.1. Para priorizar las actividades en función de sus emisiones de GEI previstas, las empresas deberían:

- Utilizar métodos de estimación (o evaluación) inicial de los GEI para estimar las emisiones de cada actividad de alcance 3.1 (por ejemplo, utilizando datos promedio de la industria, datos EEIO, datos indirectos o estimaciones aproximadas);
- Clasificar todos los bienes o servicios de alcance 3.1 de mayor a menor según sus emisiones de GEI estimadas para determinar qué actividades de alcance 3.1 tienen el impacto más significativo; y
- Aplicar las directrices de los capítulos 5.2.6 hasta 5.2.8 de este documento.

Las empresas también deberían evaluar si en la cadena de valor de los bienes adquiridos aparecen materiales o actividades intensivas en GEI o energía, por ejemplo, materiales basados en metales preciosos como los catalizadores [Estándar de contabilidad e informes de la cadena de valor corporativa (Alcance 3) del Protocolo de GEI].

Las empresas pueden encontrar útil diferenciar entre las adquisiciones de productos relacionados con la producción (por ejemplo, materiales, componentes y piezas) y las de productos no relacionados con la producción (por ejemplo, mobiliario de oficina, suministros de oficina y apoyo informático). Esta distinción puede estar en consonancia con las prácticas de aprovisionamiento y, por lo tanto, puede ser una forma útil de organizar y recopilar datos de manera más eficiente y mostrar las contribuciones a las emisiones globales de alcance 3.1 (figura 4.3).

Figura 4.3 Resumen de los impactos en los informes de alcance 3.1 de las diferentes materias primas según su cuota de contribución



Tabla 4.2 Priorización de bienes y servicios en función del CO₂ emitido frente al gasto. Siguiendo la regla del 80/20, si se utiliza el 80% de las emisiones de CO₂ se priorizan sólo las materias primas, mientras que si se utiliza el 80% del gasto se priorizan tanto las materias primas como los servicios.

Bienes y servicios adquiridos	% de CO ₂ estimado	% de gasto
Materia prima 1	35%	20%
Materia prima 2	20%	15%
Materia prima 3	10%	10%
Materia prima 4	15%	5%
Materia prima 5	5%	5%
Tecnología de la información	3%	5%
Servicios financieros	5%	5%
Servicios laborales	5%	15%
Servicios de consultoría	2%	20%

El método basado en el gasto es el menos preciso, ya que el gasto se basa en impactos financieros, como la inflación, los impuestos y los efectos divisa.

Priorizar las actividades en función del gasto o los ingresos financieros

Si no es posible clasificar las actividades de alcance 3.1 en función de sus emisiones de GEI estimadas, las empresas pueden optar por priorizar las actividades de alcance 3.1 en función de su importancia financiera relativa. Las empresas pueden utilizar un análisis del gasto financiero para clasificar los tipos de productos adquiridos por su contribución al gasto total de la empresa (para un ejemplo, véase el estudio de caso de una empresa más abajo).

Las empresas deberían ser prudentes a la hora de priorizar las actividades en función de su contribución financiera, ya que el gasto y los ingresos pueden no estar estrechamente relacionados con las emisiones. Por ejemplo, algunas actividades, como los servicios financieros, tienen un alto valor de mercado, pero sus emisiones son relativamente bajas. A la inversa, algunas actividades tienen un valor de mercado bajo, pero tienen emisiones relativamente altas, como algunas materias primas. En consecuencia, las empresas también deberían priorizar las actividades que no contribuyen significativamente al gasto o a los ingresos financieros, pero que se prevé que tengan un impacto significativo en los GEI.

Debería tenerse en cuenta que los factores de emisión sólo se han mantenido hasta 2011 y están referidos a libras esterlinas de 2011 (IVA incluido). Estos factores de emisión deben ajustarse a la tasa de inflación de la divisa en el año del informe, al tipo de cambio correspondiente y al IVA, antes de aplicarlos.

Ejemplo del Protocolo de GEI: priorizar las emisiones de alcance 3 de los bienes y servicios adquiridos

Una empresa de productos químicos especializados aplicó un análisis basado en las emisiones y el gasto para priorizar sus bienes y servicios adquiridos antes de recopilar datos para la categoría 1. La empresa se propuso identificar los bienes y servicios adquiridos que representaban colectivamente al menos el 80% de las emisiones, así como el 80% del gasto total. La tabla ilustra cómo varían los resultados de la priorización si se consideran los GEI emitidos frente al gasto; destaca la inclusión de los servicios adquiridos de alto gasto cuando se considera el gasto.

4.3.3 Actualización y mejora de los datos de actividad

Cada año, la empresa informante deberá actualizar los importes de los bienes y servicios adquiridos. La empresa también deberá contabilizar las nuevas categorías y tipos de compras. Cualquier error sustancial que se identifique y que afecte a los cálculos del año anterior debe corregirse para los cálculos del año en curso y del año anterior, como se describe con más detalle en el Protocolo de GEI [Estándar de contabilidad e informes de la cadena de valor corporativa (Alcance 3) del Protocolo de GEI]. Con el tiempo, se podrán identificar fuentes de datos más precisas. Éstas también deben aplicarse a los cálculos del año en curso y del año anterior, excepto en el caso de que la nueva fuente de datos no sea relevante para el año anterior.

La metodología de recopilación de datos aplicada deberá mantenerse cada año para poder realizar las comparaciones oportunas y seguir el progreso. Sin embargo, una empresa puede descubrir con el tiempo que las compras deben estar en una categoría diferente a la que se supuso originalmente. Si bien esto no es un cambio sustancial en las emisiones de alcance 3 para la empresa, sí refleja una oportunidad para mejorar la precisión de la contabilidad de datos. Este tipo de cambio podría desencadenar un nuevo cálculo de la línea de base, con el fin de mantener comparaciones coherentes.

4.4 Factores de emisión

Como se ha comentado anteriormente, las emisiones pueden cuantificarse mediante mediciones directas o cálculos, aunque las emisiones de alcance 3 suelen calcularse utilizando datos de actividad y factores de emisión.

El cálculo de las emisiones de alcance 3 basado en factores de emisión puede dar lugar a grandes variaciones e incertidumbres, por lo que la disponibilidad de factores de emisión adecuados es un factor clave para la calidad del inventario de GEI de alcance 3.1. Los siguientes pasos proporcionan orientación sobre las mejores prácticas para encontrar y utilizar los factores de emisión (Figura 4.4).

1) Verificación de la disponibilidad de datos y estrategia de factores de emisión

Los datos sobre los factores de emisión pueden obtenerse de diversas fuentes, en diferentes calidades y con distintos alcances. En la tabla 4.3 se ofrece un resumen de los diferentes tipos de datos. Cuando se tomen los factores de emisión de las bases de datos, éstos deberán proceder siempre de bases de datos variadas. A continuación, se presentan ejemplos de fuentes de los factores de emisión:

- Datos verificados de asociaciones como ISOPA, Plastics Europe, Fertilizer Europe, World Steel association, etc.
- Bases de datos de ACV como GaBi (Sphera), Ecoinvent, Carbon Minds, Agribalyse, ELCD (HAP).
- Bases de datos oficiales de factores de emisión nacionales, como la EPA de EE.UU., la AIE, Defra (por ejemplo, DECC para datos basados en el gasto), GREET, etc.
- Datos del proveedor.

Las empresas deberían comprobar la validez de la HCP consultando la lista de atribuciones en el capítulo 5.3.

2) Extracción de datos

Es necesario que la empresa establezca un orden de prioridad interno de los datos que deberán utilizarse para hacer un seguimiento de las emisiones de la base de proveedores (Figura 4.3). Esta priorización interna de los factores de emisión debería ayudar a la empresa a elaborar un inventario coherente y a seguir sus objetivos de reducción de las emisiones de alcance 3 (1.2). El árbol de decisiones que aparece en la figura 4.5 sirve de guía para priorizar los factores de emisión. La selección de determinadas fuentes de datos debería tener en cuenta la disponibilidad de datos para el sistema interno de contabilidad y seguimiento de objetivos. La información completa sobre el desarrollo y la implementación de un plan de gestión de datos se encuentra en el Estándar de contabilidad e informes de la cadena de valor corporativa (Alcance 3) del Protocolo de GEI. Una empresa informante deberá aplicar siempre los factores de emisión disponibles más específicos y precisos para garantizar la máxima calidad del inventario de emisiones de alcance 3.1 reportado. Para ello, se recomienda aplicar un plan de gestión de datos que pueda ser útil en el proceso de mejora continua de los datos, pero dependiendo de la cantidad de datos también podría ayudar a priorizar los esfuerzos (1.3). Por razones de coherencia, los factores de emisión secundarios deberían tomarse siempre de la misma base de datos, si es posible. Además, debería evaluarse siempre la fiabilidad de los datos disponibles. En la Tabla 4.2 se muestra un resumen.

Figura 4.4 Pasos clave del proceso de generación, preparación y procesamiento de los factores de emisión de alcance 3.1



Tabla 4.3 Resumen de las fuentes de datos disponibles para el cálculo de las emisiones de alcance 3.1

Definición	EEIO	ACV promedio de la industria	HCP específica	HCP del proveedor	Híbrido	HCO*
Descripción	Factores de emisión sectoriales, nacionales y globales comparados con los volúmenes de compra	Datos promedio de la industria de productos procedentes de las bases de datos de ACV	Modelado de datos que es más granular para la tecnología o la geografía con respecto a la media de la industria	Datos sobre la HCP por producto recopilados del proveedor específico	HCO asignada específicamente al proveedor para el alcance 1 y 2 y datos de actividad del proveedor y datos promedio sobre los FE para el alcance 3 de los proveedores.	HCO específica del proveedor para los alcances 1, 2 y 3 (por euros o unidades físicas o como emisiones de CO ₂ abs)
Condición previa	Conocimiento de los gastos de las empresas, las divisas y las tasas de inflación Acceso a un modelo input/output	Datos físicos disponibles Base coherente de datos de ACV	Conocimiento detallado de la cadena de suministro, incluidos los datos físicos Datos sobre la HCP a nivel de producto	Disponibilidad del proveedor a compartir datos por producto también para la línea de base	Disponibilidad del proveedor a compartir los datos de inventario por producto (cantidades de material)	Disponibilidad de datos sobre el volumen de compras y la HCO o datos físicos
Aplicación	Inventario base Análisis de puntos calientes (país, contribución del grupo de materiales)	Amplia cartera de productos	Reducción de emisiones mediante reducciones genéricas	Medición del desempeño del proveedor Seguimiento de los avances hacia los objetivos climáticos	Desempeño general del proveedor	Desempeño general del proveedor
Fuente de datos de actividad	Registros de compras (+ ajuste de precios)	Sistema de planificación de recursos empresariales (ERP) y lista de materiales (BoM) de la empresa informante	Sistema de planificación de recursos empresariales (ERP) y lista de materiales (BoM) de la empresa informante	Sistema de planificación de recursos empresariales (ERP) y lista de materiales (BoM) de la empresa informante	Datos del proveedor	Sistema de aprovisionamiento o de planificación de recursos empresariales (ERP) de la empresa informante
Fuente de los factores de emisión	Modelo input/output extendido al medio ambiente	Base de datos de ACV Literatura o datos bajo demanda	Modelo específico del sector/producto de la empresa informante o consultora y datos promedio de ACV	HCP del proveedor a partir de la recopilación de datos primarios	Datos sobre la HCO del proveedor de nivel 1 y datos promedio de ACV/HCP del proveedor de nivel 1	Informe de sostenibilidad Informe CDP
Pros	Inventario completo y coherente de todos los productos Buena cobertura regional	Diferenciación de productos relativamente detallada Diferenciación anual De fácil acceso	Diferenciación detallada de los productos Diferenciación anual	Diferenciación exacta de los productos	Desempeño específico del proveedor Actualización anual posible Compromiso con respecto al esfuerzo y la precisión de los datos	Desempeño específico del proveedor Actualización anual posible Fácil y rápido de calcular

Definición	EEIO	ACV promedio de la industria	HCP específica	HCP del proveedor	Híbrido	HCO*
Contras	Sólo una diferenciación aproximada de los productos Desfase de los datos estadísticos con el riesgo de que los datos queden obsoletos si se utilizan poco antes de la siguiente actualización (Inexactitudes debidas a los efectos precio y divisa) No hay estandarización de los modelos EEIO No hay información específica del proveedor	Los datos físicos de actividad a menudo no están completos Los datos sobre los FE no están disponibles para todos los productos y países Comparabilidad limitada con las emisiones del año base debido a las actualizaciones metodológicas Representatividad temporal Coste de las bases de datos de ACV La información específica del proveedor no es exacta	Disponibilidad de datos físicos de actividad Incertidumbre en el cálculo La información específica del proveedor no es exacta	Los datos físicos de actividad a menudo no están completos Gran esfuerzo para la generación, validación y recopilación de datos, si se hace manualmente No hay actualización anual, si se hace manualmente Disponibilidad limitada Baja trazabilidad si no se dispone de documentación detallada	Gran esfuerzo para la recopilación de datos Precisión limitada Difícil de validar	Inexactitudes y escasa comparabilidad debido a las diferencias metodológicas (alcance 3) y a la asignación En caso de unidades monetarias sensibles a los efectos precio y divisa
Conclusión	Enfoque muy básico. Limitaciones en cuanto a la precisión y la medición del desempeño del proveedor	Enfoque básico, pero cuanto más específica es la cartera de productos, menos datos hay disponibles	Datos disponibles sólo para algunas categorías de productos	Máxima precisión con un gran esfuerzo que incluye la dependencia del proveedor. Sin embargo, el esfuerzo puede reducirse automatizando e implementando herramientas informáticas para calcular y compartir la HCP y los datos sobre la HCP	Esfuerzo medio, incluida la dependencia del proveedor	Enfoque básico. Aplicable sólo en caso de que la cartera de productos del proveedor sea homogénea

* HCO = Huella de Carbono de la Organización

Además de utilizar datos sobre los factores de emisión de menor precisión (por ejemplo, método del gasto o del promedio), la empresa informante puede utilizar métodos de muestreo y extrapolación. El uso de métodos de aproximación en lugar de pasar a diferentes tipos de datos aumenta la comparabilidad de los datos dentro del inventario y, por tanto, mejora la coherencia. Las empresas deberían calcular las emisiones de al menos el 80% (por volumen, peso o gasto - véase el capítulo 4.2 para un enfoque de priorización) de los bienes y servicios adquiridos, tras lo cual los resultados deberían extrapolarse para estimar el 100% de las emisiones [WBCSD (2013)].

El Protocolo de GEI identifica las técnicas de extrapolación y de aproximación como procedimientos completamente válidos para estimar las emisiones de GEI de alcance 3.1. Para estimar la suma total de las emisiones de alcance 3.1, muchas empresas extrapolan las emisiones calculadas para una parte específica de sus compras y las aplican a otros bienes y servicios adquiridos con una intensidad de emisiones comparable. A continuación, se describen brevemente los principales enfoques para la estimación de los datos con su posible aplicación y ejemplos típicos. En la tabla 4.4 se muestra un resumen de las fuentes de datos.

Tabla 4.4 Resumen de las fuentes de datos disponibles para el cálculo de las emisiones de alcance 3.1

Enfoques de estimación	Aplicación	Ejemplos
Aplicación de datos/cálculos más precisos para los grandes contribuyentes	Si es posible, aplique un enfoque 80:20	Recopile datos primarios de su proveedor para el 20% de sus productos adquiridos que contribuyen en un 80% a las emisiones de alcance 3.1 de la empresa informante
Aplicación de datos/cálculos menos precisos para los pequeños contribuyentes	<ul style="list-style-type: none"> Aplique un conjunto de datos sobre la HCP media de la industria para el mismo producto en lugar de utilizar una HCP específica del proveedor Aplique un conjunto de datos promedio de la industria que no tiene una cobertura completa con respecto a la tecnología, la geografía o el tiempo en lugar de un promedio de la industria que tiene una cobertura completa (aproximación) 	<ul style="list-style-type: none"> Utilice un conjunto de datos "DE: Hidróxido de sodio" de una base de datos de ACV para estimar los impactos de su proveedor específico de hidróxido de sodio ubicado en Alemania Utilice, por ejemplo, un conjunto de datos de "hidróxido de sodio" de GLO o de la UE, en caso de que no se disponga de un proveedor o de una media industrial específica del país
Agrupación o combinación de datos de actividades similares (por ejemplo, bienes y servicios)	<p>Construya un grupo de productos químicos basado en</p> <ul style="list-style-type: none"> Agrupación SIC o NAICS Estructura química similar Tecnología/proceso de producción igual o similar <p>Aplique la HCP del producto que representa al grupo específico en cuanto a tecnología, geografía y tiempo</p>	Aplique la HCP del metanol a todos los productos químicos que pertenecen al código SIC 2869 - Productos químicos orgánicos industriales, no clasificados en otra parte
Obtener datos de muestras representativas y aplicar los resultados al conjunto	Construya una muestra utilizando un muestreo aleatorio simple, sistemático o estratificado como se describe en la Guía para el cálculo de las emisiones de alcance 3 del Protocolo de GEI, Apéndice A	Una empresa que compra 100 productos de una categoría específica de productos químicos y quiere determinar la HCP promedio, puede optar por recopilar datos de 20 productos seleccionados al azar como muestra representativa
Uso de técnicas de aproximación	Extrapolar, ampliar o personalizar datos para que sean más representativos de la actividad dada	<ul style="list-style-type: none"> Un proveedor que representa el 80% de la masa comprada de un producto puede extrapolarse para representar el 100% de la actividad Las emisiones de hidróxido de sodio de un proveedor de Canadá se aproximan con un factor de emisión para el hidróxido de sodio de Estados Unidos

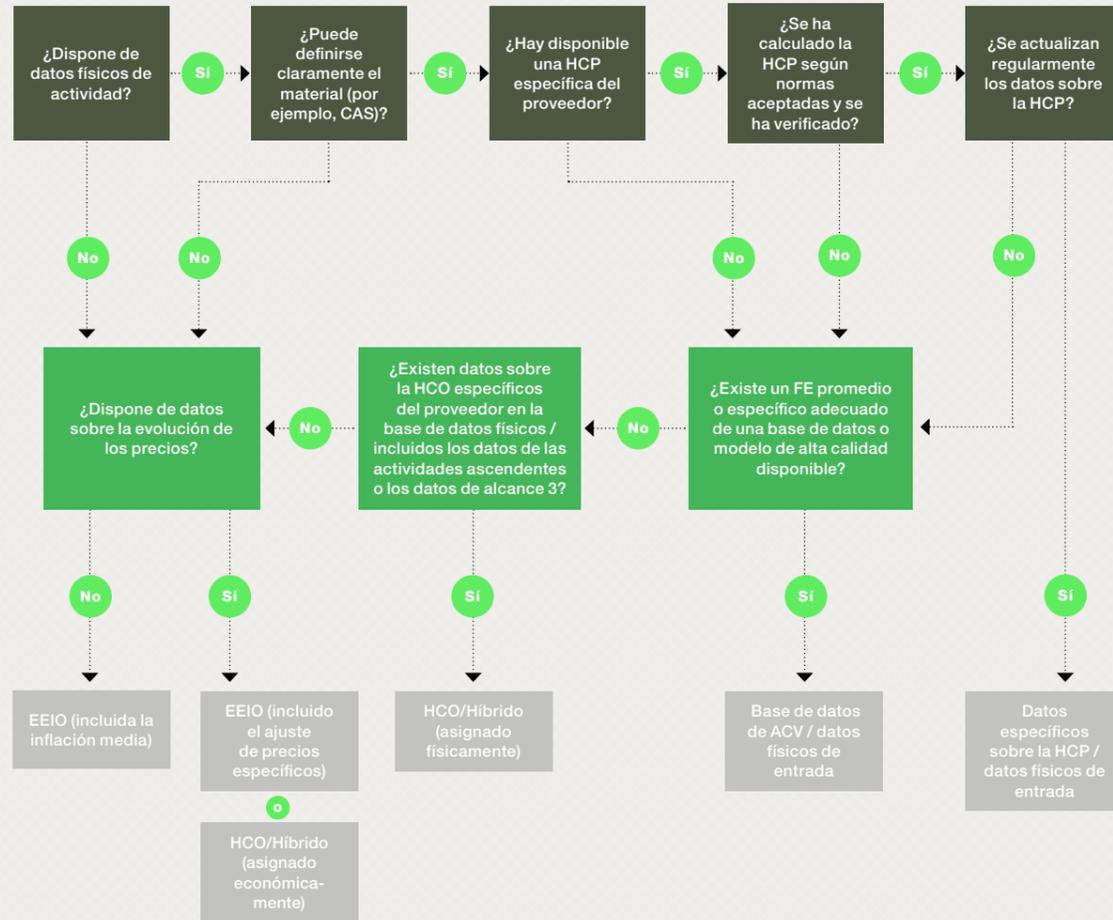
Si no se dispone de datos de calidad suficiente para cubrir el 80% mínimo, las empresas pueden utilizar datos indirectos para llenar las lagunas de datos. Los datos indirectos son datos de una actividad similar que se utilizan como sustituto para la actividad dada. Los datos indirectos pueden extrapolarse, ampliarse o personalizarse para que sean más representativos de la actividad dada (por ejemplo, datos parciales de una actividad que se extrapolan o amplían para representar el 100% de la actividad) [Estándar de contabilidad e informes de la cadena de valor corporativa (Alcance 3) del Protocolo de GEI]

3) Mapeo de datos

La extracción de datos sobre los factores de emisión depende de la fuente de la que se toman los datos. Mientras que los datos EEIO pueden tomarse de fuentes públicas o consultorías, los datos sobre la HCP (si no son específicos de un proveedor) suelen tomarse de bases de datos de ACV. En la actualidad, los datos específicos del proveedor suelen obtenerse manualmente (por ejemplo, en tablas de Excel),

pero en el futuro se entregarán a través de herramientas e interfaces predefinidas (véase la iniciativa TFS WS 5.2). El CDP es también una buena fuente de datos del proveedor, por ejemplo, HCP y factores de intensidad de los ingresos. Los datos sobre la HCO podrían extraerse de los informes públicos de los proveedores o recopilarse, por ejemplo, a través de CDP o Ecovadis una vez al año si también se dispone de las cantidades de producción y la segmentación de los productos. Los atributos que describen los factores de emisión (por ejemplo, el ámbito geográfico, temporal y tecnológico) podrían ayudar a relacionar los factores con los datos de actividad. Se dispone de conjuntos coherentes de atributos con el formato del Sistema Internacional de Datos de Referencia sobre el Ciclo de Vida (ILCD) disponible a través de las bases de datos de ACV, un formato que proporciona una granularidad que el proveedor no suele poder ofrecer, y que no está disponible para los datos de HCO o EEIO. Los atributos relevantes para un intercambio de datos sobre la HCP dentro de las empresas se proporcionan en el apéndice de este documento. En la figura 4.5 se muestra un árbol de decisiones que apoya el proceso de decisión.

Figura 4.5 Árbol de decisiones para seleccionar los datos sobre los factores de emisión (Nota: De acuerdo con el capítulo 5.2.2 de esta guía, las HCP tienen un periodo de validez de hasta cinco años y deberán actualizarse antes de que se alcance el final del periodo de validez.)



4) Actualización y mejora de los factores de emisión

Si se hace manualmente, la atribución de los datos sobre los factores de emisión a los datos de actividad puede ser un paso del proceso que requiere mucho tiempo. Un conjunto predefinido de atributos, reglas y criterios de calidad puede ayudar a automatizar (o semiautomatizar) el proceso de asignación. Aún así, puede ser necesaria una revisión final de un segmento de productos y/o de un experto en factores de emisión, dependiendo de la complejidad de la cartera de materiales adquiridos por las empresas.

5) Compromiso del proveedor

Los intervalos de notificación requieren la actualización periódica de los factores de emisión. Debido a los objetivos de reducción de GEI, muchas empresas pueden esforzarse por actualizar anualmente su inventario de emisiones (4.1). Las actualizaciones de los datos de actividad y de los factores

de emisión pueden consistir en cambios reales a lo largo del tiempo, correcciones de errores identificados, otras mejoras en la calidad de los datos o cambios en la metodología de cálculo. Las empresas deberán comprender cómo cambian los datos y el motivo de los cambios. Se entiende que la calidad de los datos puede ser baja en los primeros años de recopilación de datos, pero las empresas deberían esforzarse por mejorar la calidad de los datos lo más rápidamente posible y en consonancia con los objetivos de su empresa. Para la industria química, la transición hacia datos específicos del proveedor es una de las formas más impactantes de mejorar la calidad de los datos. Esta búsqueda podría ser prioritaria para los insumos de mayor tasa de uso y los insumos con emisiones de GEI relativamente más altas. Los proveedores pueden trabajar intensamente en la reducción de la HCP de sus productos, reduciendo sus propias emisiones, pero también contribuyendo a la reducción de las emisiones de alcance 3.1 de sus clientes.

Los datos de las bases de datos de ACV están sujetos a una actualización anual, mientras que los datos del proveedor pueden actualizarse con menos frecuencia. Una formalización y/o automatización del proceso de actualización de los factores de emisión puede estabilizar el proceso y reducir los esfuerzos. La demanda de datos sobre la HCP a los proveedores puede requerir una planificación y un intercambio temprano con el proveedor respectivo (4.3). Una actualización de los factores de emisión también puede incluir la actualización de ciertos factores de emisión, por ejemplo, el cambio de una fuente de factores de emisión a otra. Por ejemplo, pasar de un conjunto de datos promedio de la industria de una base de datos de ACV o EEIO a un conjunto de datos específicos del proveedor en el año del informe podría hacer necesario (dependiendo de la importancia y de la política de recálculo de la empresa) alinear también el año base y cualquier otro cálculo del año anterior con el nuevo factor de emisión (véase el capítulo 4.5 sobre el recálculo de la línea de base). Para pasar de un método basado en el gasto a los métodos más específicos del proveedor, una empresa tendría que:

- Eliminar o reducir los datos basados en el gasto específico del bien o servicio adquirido de interés del total de las emisiones de alcance 3.
- Utilizar los datos sobre la HCP específicos del proveedor, si están disponibles, o los datos sobre la HCP específicos o promedio de la industria en lugar de estos datos basados en el gasto en un nuevo cálculo de las emisiones de alcance 3.
- Aplicar este nuevo método contable al año base y a los cálculos de años anteriores.
- Esto daría lugar a una combinación de los métodos de cálculo.

Por ejemplo, la empresa A gasta un total de 5 millones de dólares estadounidenses cada año en bienes y servicios adquiridos. 100.000 dólares de este gasto corresponden a 300 kg de insumo Y. Como la empresa A ha estado utilizando el método basado en el gasto para calcular sus emisiones de alcance 3, el proveedor del insumo Y puede ahora proporcionar una HCP para el insumo Y. La HCP para el insumo Y es de 10 kg de CO₂e/kg de insumo Y. Para realizar este cambio, la empresa A sigue lo siguiente:

$$5.000.000\$ - 100.000\$ = 4.900.000\$ \text{ aún utilizando el método basado en el gasto}$$

$$300 \text{ kg de insumo Y comprado} \times 10 \text{ kg de CO}_2\text{e/kg de insumo Y comprado} = 3.000 \text{ kg de CO}_2\text{e para el insumo Y}$$

$$\text{Total para el alcance 3.1 "bienes y servicios adquiridos"} = \text{resultados de los GEI del enfoque basado en el gasto para } 4.900.000\$ \text{ de gasto} + 3.000 \text{ kg de CO}_2\text{e para el insumo Y}$$

Las empresas deberían animar a sus proveedores a desarrollar y reportar datos sobre los GEI (5.1). Un estrecho compromiso con los proveedores puede ayudar a construir una comprensión común de la información relacionada con las emisiones y las oportunidades y beneficios de lograr reducciones de GEI. Un compromiso activo puede ayudar a ambas partes a comprender mejor el motor de las emisiones ascendentes, pero también el uso y la eliminación de los productos; también puede ayudar a reducir las preocupaciones sobre el intercambio de datos sobre la HCP. Por último, una demanda operativa y estratégica de factores de emisión debería ser definida en el plan de gestión de datos alineado con las ambiciones de reducción de GEI de las empresas informantes (5.2).

La importancia de los datos del proveedor

La descarbonización no será lineal, sino que se producirá a diferentes ritmos, dependiendo del sector, la geografía, la política y las fuerzas del mercado. En otras palabras, algunas empresas y productos se convertirán en bajos en carbono más rápidamente que otros. Debido a esta dinámica, los factores de emisión regionales y globales pueden sobrestimar o subestimar las emisiones reales de un bien adquirido. La incertidumbre resultante se está convirtiendo rápidamente en una preocupación apremiante para las empresas que buscan seguir el progreso hacia los objetivos climáticos de reducción de las emisiones de alcance 3.

Los datos del proveedor, recopilados a través de programas como el CDP, grupos industriales o directamente del proveedor, son una solución significativa en este caso. Los datos del proveedor pueden sustituirse por factores de emisión, multiplicados en función de los datos de actividad de la empresa informante, como las cantidades compradas o el gasto, por ejemplo:

- HCP del proveedor (kg de CO₂e por kg de producto) para los bienes adquiridos pertinentes
- Factores de intensidad de carbono de los ingresos (kg de CO₂e por ingresos en euros o dólares estadounidenses) para los bienes y servicios pertinentes

Al aplicar los factores de emisión del proveedor, debería tenerse cuidado de validar que los factores se hayan calculado correctamente y que se apliquen al bien o servicio adquirido correcto.

4.5 Línea de base y recálculo

Cuando decidan hacer un seguimiento del desempeño o establecer un objetivo de reducción, las empresas deberán:

- Elegir un año base del alcance 3 y especificar las razones por las que se eligió ese año en particular;
- Desarrollar una política de recálculo de las emisiones del año base que defina la base de cualquier recálculo; y
- Recalcular las emisiones del año base cuando se produzcan cambios significativos en la estructura de la empresa o en la metodología de elaboración del inventario.

Recalcular las emisiones del año base

Para hacer un seguimiento coherente de las emisiones de alcance 3 a lo largo del tiempo, las empresas deberán recalcular las emisiones del año base cuando se produzcan cambios significativos en la estructura de la empresa o en la metodología de elaboración del inventario. En esos casos, es necesario recalcular las emisiones del año base para mantener la coherencia y permitir comparaciones significativas del inventario a lo largo del tiempo. Las empresas deben recalcular las emisiones del año base cuando se produzcan los siguientes cambios y tengan un impacto significativo en el inventario:

- Cambios estructurales en la organización informante, como fusiones, adquisiciones, desinversiones, subcontratación e internalización.
- Cambios en las metodologías de cálculo, mejoras en la precisión de los datos o descubrimiento de errores significativos.
- Cambios en las categorías o actividades incluidas en el inventario de alcance 3.

En estos casos, es necesario recalcular las emisiones del año base para garantizar la coherencia y la pertinencia de los datos sobre las emisiones de GEI reportados. Las empresas deberán recalcular las emisiones del año base tanto para los aumentos como para las disminuciones de las emisiones de GEI. Los cambios significativos no sólo son el resultado de grandes cambios individuales, sino también de varios cambios pequeños que son significativos de forma acumulativa. Como parte de la política de recálculo de las emisiones del año base, las empresas deberán establecer y divulgar un umbral de significación que esté en consonancia con los objetivos de reducción de GEI de la empresa. Las empresas deberán aplicar la política de recálculo de forma coherente.

Los principios rectores para el establecimiento de políticas de recálculo y algunos temas adicionales para la industria química serán desarrollados por TfS en otro documento independiente, un informe oficial con propuestas para la reorganización de los temas relacionados con la elaboración de informes [Estándar de contabilidad e informes de la cadena de valor corporativa (Alcance 3) del Protocolo de GEI].

4.6 Orientación adicional para el cálculo y el informe

En la industria química es necesario abordar casos específicos, ya que no pueden ser cubiertos por el enfoque contable comúnmente aplicado. En este sentido, se abordan los siguientes temas y se describen los procedimientos. Se describen los retos para evitar la doble contabilización en la medida de lo posible, el tratamiento preciso de los datos y la contabilidad en situaciones específicas.

4.6.1 Fabricación por contrato, incluida la fabricación externalizada

Principios para el informe de emisiones de las actividades de fabricación por contrato:

- La externalización de las etapas de producción no deberá conducir a la externalización de las emisiones relacionadas con el producto, garantizando al mismo tiempo que se minimice la doble contabilización.
- La información necesaria para calcular las emisiones debería poder obtenerse con un esfuerzo razonable.

Descripción de los términos:

Un **fabricante por contrato** es una empresa que fabrica un producto por cuenta de otra empresa (cliente) para la que produce los bienes de fabricación por contrato utilizando sus propios activos. Las materias primas, las energías y los servicios públicos necesarios para producir el producto fabricado por contrato son adquiridos en su totalidad por el fabricante por contrato o adquiridos parcialmente, o proporcionados en su totalidad por el cliente.

Un **fabricante externalizado** es un fabricante por contrato, tal como se ha definido anteriormente, pero que produce en nombre y en consideración de la propiedad intelectual de otra empresa (cliente).

El **cliente** es la empresa que ha externalizado la producción al fabricante por contrato.

4.6.1.1 Fabricación por contrato con materias primas, energía y servicios públicos, etc., adquiridos exclusivamente por el fabricante por contrato

Desde el punto de vista de la contabilidad de los GEI, los productos fabricados por contrato (CMP), para los que sólo el fabricante por contrato adquiere las materias primas, las energías y los servicios públicos, deberán tratarse como los bienes comerciales o cualquier otra materia prima adquirida:

$$\text{Emisiones}_{\text{Alcance 3.1}} = \text{Masa}_{\text{CMP}} * \text{HCP}_{\text{CMP}}$$

El fabricante por contrato debería calcular la HCP del producto fabricado (véase el capítulo 5 para obtener orientación sobre el cálculo de la HCP) y proporcionar la HCP al cliente y a la empresa informante, pero en caso de que no se disponga de una HCP específica del fabricante se puede utilizar un valor de HCP de la base de datos o una aproximación (véase 5.2.5: tipos y fuentes de datos).

4.6.1.2 Fabricación por contrato con materias primas, energía y servicios públicos, etc., adquiridos parcialmente por el fabricante por contrato o proporcionados totalmente por el cliente

En la fabricación por contrato, en la que las materias primas, la energía y los servicios públicos son adquiridos sólo parcialmente por el fabricante por contrato o son proporcionados en su totalidad por el cliente, el cálculo de las emisiones de alcance 3.1 difiere en función del nivel de detalle de los datos sobre las emisiones proporcionados por la empresa de fabricación por contrato, así como del alcance de las materias primas y/o la energía proporcionadas por el cliente a los procesos del fabricante por contrato.

Las emisiones y la HCP resultante deberían calcularse a partir de los datos de actividad, recopilados por el fabricante por contrato utilizando datos de emisiones primarios o secundarios, y de la información sobre las emisiones de las materias primas y la energía proporcionadas por el cliente. En general, el cliente no debería solicitar los datos de actividad si puede haber implicaciones antimonopolio.

En lo que respecta a las materias primas, energías, etc., proporcionadas por el cliente, el supuesto y la condición previa para las siguientes reglas de cálculo sugeridas son que las emisiones de estas materias primas y energías ya están consideradas en el inventario de gases de efecto invernadero del cliente, por ejemplo, en las emisiones de alcance 3.1 o alcance 1 o 2.

Basándose en el intercambio de HCP agregadas, no es posible la extracción de datos de actividad. Sin embargo, en caso de que los valores de la HCP de los precursores sean enviados por el cliente al fabricante por contrato, las emisiones de GEI asociadas al proceso de fabricación, por ejemplo, las derivadas del uso de energía, deberán ser añadidas a la HCP por el fabricante por contrato en un nuevo cálculo de la HCP. El fabricante por contrato debería entonces proporcionar una nueva HCP al cliente para reflejar el proceso de fabricación. Debería evitarse que la información crítica para el negocio pueda extraerse del cálculo. Esta guía no pretende violar ninguna ley aplicable o antimonopolio, por lo que recomendamos a todas las empresas que, al intercambiar HCP parciales, comprueben el cumplimiento con su asesor legal.

Debería evitarse la doble contabilización de las emisiones del producto fabricado por contrato, pedido y recibido por el cliente, y de las materias primas compradas y suministradas por el cliente, pero en general es aceptable. Sin embargo, si se dispone de información más precisa, ésta deberá utilizarse para reducir el riesgo de doble contabilización.

En función de la información proporcionada, deberán aplicarse los siguientes enfoques, siendo siempre preferible el suministro de datos primarios sobre el producto fabricado por contrato:

- 1) Si el fabricante por contrato no puede proporcionar una HCP calculada para el producto fabricado por contrato basándose en los datos de actividad y en los datos sobre las emisiones primarias o secundarias, deberá utilizarse una huella de carbono de una base de datos, una aproximación o una HCP estimada para calcular las emisiones de la fabricación por contrato. Esta HCP genérica no deberá ajustarse en función del volumen conocido de energía y/o materiales proporcionados por el cliente para fabricar el producto.

- 2) Si el fabricante por contrato puede proporcionar una HCP completa de la cuna a la puerta, la empresa informante, que es el cliente, deberá calcular las emisiones de acuerdo con una de las siguientes opciones:

2a) Las emisiones del producto fabricado por contrato se calculan utilizando la HCP de la cuna a la puerta proporcionada por el fabricante por contrato, por lo que las emisiones causadas por la energía y/o las materias primas proporcionadas por el cliente son restadas de las respectivas emisiones de alcance 3.1 por el cliente que reporta las emisiones. En el caso de que las materias primas producidas por el cliente se proporcionen al fabricante por contrato, la HCP del producto fabricado por contrato puede ser reducida de las emisiones por kg de los productos proporcionados, considerando la parte de la materia prima producida y proporcionada por el cliente, la cual es necesaria para producir el producto fabricado por contrato.

2b) Las emisiones de alcance 3.1 vinculadas a la fabricación por contrato se calculan utilizando la HCP de la cuna a la puerta proporcionada por el fabricante por contrato, por lo que las emisiones causadas por la energía y/o las materias primas proporcionadas por el cliente se contabilizan dos veces.

- 3) Si es posible, el fabricante por contrato debería proporcionar una HCP de la cuna a la puerta ya reducida de la energía/los materiales proporcionados por el cliente ayudando a evitar la doble contabilización. En este caso, las emisiones causadas por la energía y/o las materias primas proporcionadas por el cliente no deben ser restadas por el cliente al calcular y reportar las emisiones.

En caso de que

- 1) Al menos el 90% de la masa de las materias primas (incluyendo siempre los catalizadores y otras materias primas con alta intensidad de CO₂), las energías y los servicios públicos son proporcionados por el cliente.
- 2) Y se garantiza que el fabricante por contrato no utiliza ninguna materia prima intensiva en GEI, por ejemplo, catalizadores.

Se puede seguir la siguiente opción adicional para calcular las emisiones:

El fabricante por contrato debería proporcionar al cliente información sobre las emisiones directas, así como las emisiones causadas por el tratamiento de residuos y aguas residuales en [kgCO₂e/kg] durante la producción del producto fabricado por contrato. En este caso, el cliente sólo deberá contabilizar estas emisiones adicionales mencionadas en la frase anterior en la categoría 3.1.

Si se conoce bien el proceso de fabricación por contrato, el propio cliente debería calcular las emisiones directas, así como las emisiones causadas por el tratamiento de residuos y aguas residuales, basándose en el consumo de combustible y la estequiometría, y restar las emisiones de la categoría 3.1.

Caso especial "Externalización de una etapa menor del proceso":

Una etapa menor de la producción se externaliza a otra empresa (fabricante por contrato), por ejemplo, procesos mecánicos o térmicos simples o reacciones químicas. La materia prima o el producto intermedio se entrega al fabricante por contrato para su procesamiento y el cliente lo compra o lo recupera después de la conversión. Tanto la materia prima o el producto intermedio como el producto procesado se registran en el sistema de contabilidad interno (por ejemplo, el sistema ERP).

Se pueden aplicar los siguientes métodos contables:

- 1) Las emisiones se calculan utilizando la HCP de la cuna a la puerta del bien fabricado por contrato después de la etapa externalizada del proceso. Las emisiones o los volúmenes comprados de la materia prima/producto intermedio que fue el material inicial se restan de las emisiones de alcance 3.1.
- 2) Las emisiones se calculan utilizando la HCP de la materia prima/producto intermedio, así como la HCP parcial de la etapa externalizada del proceso. Si no se conoce la HCP parcial de la etapa externalizada del proceso, se deberá estimar para las etapas esenciales del proceso (por ejemplo, por gasto, por masa o por intensidad energética) que deben identificarse mediante un análisis de puntos calientes (enfoque 80:20). La HCP ponderada por masa/gasto/energía así determinada debería utilizarse para estimar las emisiones aún no consideradas de las etapas no esenciales del proceso. Si el producto se rastrea adicionalmente en el sistema ERP después de la etapa de procesamiento, sus emisiones deberían restarse de las emisiones de alcance 3.1 para evitar la doble contabilización por figurar en diferentes sistemas.
- 3) Si no se dispone de HCP (parciales) que cubran sólo partes de todo el ciclo de vida, por ejemplo, de la cuna a la puerta, tal como se define en la norma ISO 14067, para los productos de la etapa externalizada del proceso y/o las materias primas antes de la etapa de externalización, la doble contabilización es aceptada y debería indicarse como tal. Tanto el material comprado como el procesado deberán considerarse en la etapa final de extrapolación para contabilizar el 100% de los materiales de origen (véase el capítulo 4.4).

En caso de que el fabricante por contrato sea la empresa informante, deberán reportarse todas las emisiones causadas por la producción, incluidas las emisiones ascendentes (como emisiones de alcance 1, alcance 2 y alcance 3.1, respectivamente), excepto las materias primas/energías, etc., que no hayan sido adquiridas sino proporcionadas por el cliente de forma gratuita.

4.6.2 Comercio de materiales/mercancías

En caso de que una empresa química actúe adicionalmente como comerciante de materiales, deberá reportar las emisiones relacionadas en el alcance 3, especialmente en las categorías 1 (bienes y servicios adquiridos), 4 y 9 (transporte y distribución ascendentes y descendentes), 11 (uso de productos vendidos - si procede) y 12 (tratamiento de los productos vendidos al final de su vida útil).

Si la actividad comercial es un "comercio de papel" (es decir, la compra y la venta se realizan una tras otra) y no está relacionada con ninguna entrega o distribución física de un material, la empresa comercial puede excluir las respectivas emisiones de GEI de su inventario de alcance 3. El razonamiento subyacente es que en estos casos:

- La información específica de los proveedores es difícil o imposible de obtener porque normalmente no existe una relación de suministro a largo plazo y, por tanto, la cadena de suministro no es rastreable.
- El frecuente cambio de "propietario" del material y la posterior presentación de informes de cada propietario conduciría a un alto nivel de doble contabilización de las emisiones de alcance 3.
- El esfuerzo de recopilación de datos no está justificado por el objetivo de este comercio, que es únicamente conseguir un beneficio económico.

[WBCSD (2013)]

4.6.3 Permutas

Las permutas son transacciones de bienes, en las que los productos se entregan o intercambian mutuamente entre dos socios comerciales (terceros). Por lo general, se intercambian productos idénticos o equivalentes en cantidades iguales. Estas operaciones de entrega mutua generalmente suelen realizarse porque son beneficiosas para los socios de la permuta, por ejemplo, debido a:

- Optimización de la logística (por ejemplo, ahorro de costes de transporte, depósito y aduanas) o
- Compensación de los embotellamientos o excedentes temporales de productos.

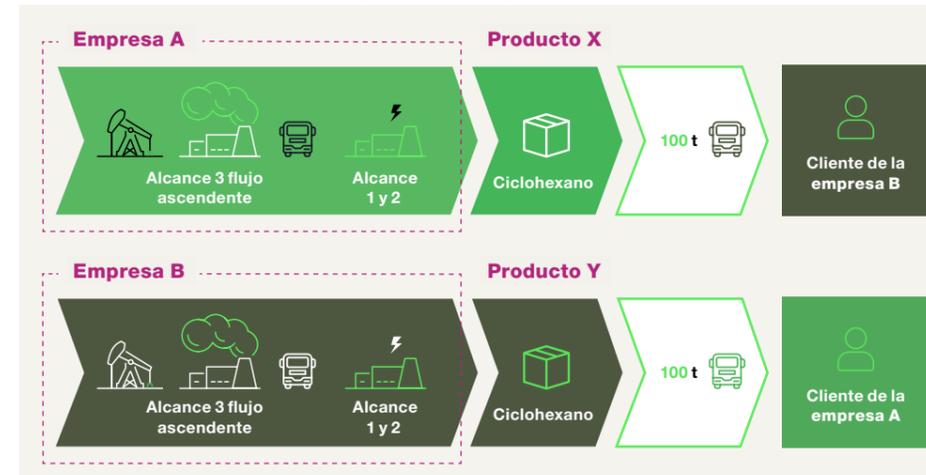
Un ejemplo de contrato de permuta relacionado con un producto químico es el siguiente.

La empresa A, ubicada en Europa, produce el producto X y la empresa B, ubicada en Asia, produce el producto Y. Ambas empresas firman un contrato de permuta y la empresa B vende el producto X (fabricado por la empresa A) a sus clientes en Europa y la empresa A vende el producto Y (fabricado por la empresa B) a sus clientes en Asia.

Hay que distinguir diferentes tipos de contratos de permuta, es decir, si se intercambian cantidades iguales y comparables, o diferentes cantidades de un producto químico a lo largo de un año (es decir, en el balance anual).

Para todos los contratos de permuta, cada una de las empresas deberá contabilizar sus propias emisiones de alcance 1, 2 y 3 relacionadas con su producto, es decir, la empresa A contabiliza y reporta las emisiones de alcance 1, 2 y 3 relacionadas con la producción del producto X, mientras que la empresa B contabiliza y comunica las emisiones relacionadas con la producción del producto Y. Esto significa que ambas empresas implicadas en el contrato de permuta consideran en la categoría 3.1. las emisiones de GEI relacionadas con su propia compra de materia prima, y no con la compra de materia prima relacionada con el producto que se entrega físicamente al cliente en virtud del contrato de permuta. La empresa vendedora sólo deberá reportar las emisiones de GEI procedentes del transporte desde el socio de permuta hasta el cliente (en el alcance 3). El ejemplo 2 se muestra en la figura 4.6.

Figura 4.6 Se intercambia el mismo producto con aproximadamente las mismas cantidades, ejemplo 1



La empresa A contabiliza y reporta:

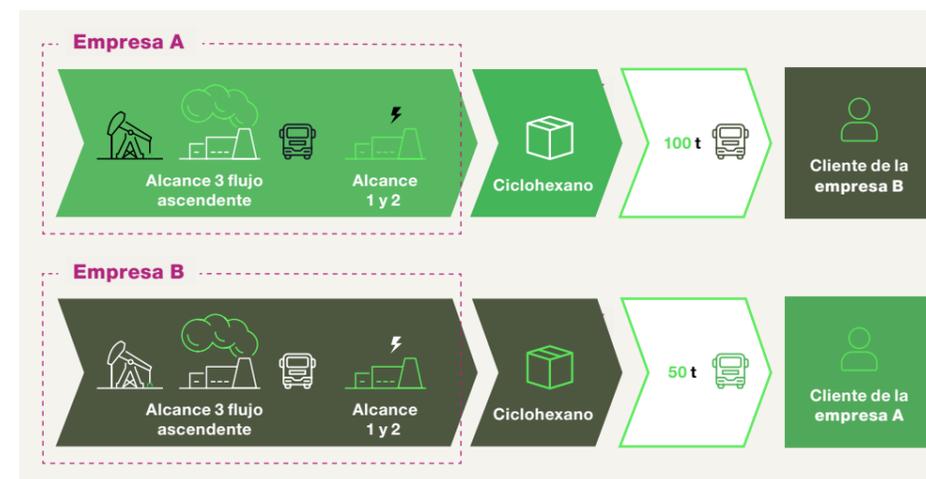
1. Las emisiones de alcance 1, alcance 2 y alcance 3 ascendentes relacionadas con la producción de las 100 toneladas de ciclohexano (Producto X).
2. Las emisiones de alcance 3 relacionadas con el transporte de 100 toneladas de ciclohexano (producto Y) desde el socio de permuta (empresa B) hasta su cliente.

Para la empresa B es lo mismo a la inversa.

La HCP comunicada al cliente es la HCP del mismo producto de la empresa vendedora. Esto significa que, por ejemplo, el cliente de la empresa B recibe la HCP del ciclohexano producido por la empresa B y no la HCP del producto entregado por la empresa A.

Esto garantiza que una empresa comunique a sus clientes sólo una HCP, de cuyo cálculo y base de datos es responsable. Además, la comunicación al cliente sigue siendo coherente, incluso cuando cambia el socio de permuta. Asimismo, no ofrece ningún incentivo para intercambiar productos con una elevada huella de carbono. El ejemplo 2 se muestra en la figura 4.7.

Figura 4.7 Se intercambian diferentes cantidades del mismo producto, ejemplo 2



La empresa A contabiliza y reporta:

1. Las emisiones de alcance 1, alcance 2 y alcance 3 ascendentes relacionadas con la producción de las 100 toneladas de ciclohexano (Producto X).
2. Las emisiones de alcance 3 relacionadas con el transporte de 50 toneladas de ciclohexano (producto Y) desde el socio de permuta (empresa B) hasta su cliente.

La empresa B contabiliza y reporta:

1. Las emisiones de alcance 1, alcance 2 y alcance 3 ascendentes relacionadas con la producción de las 50 toneladas de ciclohexano (Producto Y).
2. Las emisiones de alcance 3 relacionadas con el transporte de 100 toneladas de ciclohexano (producto X) desde el socio de permuta (empresa A) hasta su cliente.
3. Las emisiones de GEI de la cuna a la puerta relacionadas con la cantidad diferente de 50 toneladas de la empresa A como materia prima comprada en la categoría 3.1.

Para compensar la diferencia de cantidades en los respectivos balances de las empresas, la empresa B, que sólo ha producido 50 t en términos reales pero ha vendido 100 toneladas de ciclohexano a su cliente, debe contabilizar las emisiones de GEI de la cuna a la puerta relacionadas a las 50 toneladas "que faltan" como materia prima comprada en la categoría 3.1.

La comunicación de la HCP al cliente sigue las mismas reglas que en el caso 1.

4.6.4 Empresas conjuntas/acuerdos conjuntos

Esta sección pretende aclarar cómo contabilizar las emisiones de GEI de los productos fabricados a partir de operaciones conjuntas, empresas conjuntas u otras estructuras en las que existe una responsabilidad conjunta entre dos o más empresas. Describe cómo deberán considerarse los impactos de los procesos de producción de este tipo de relación empresarial para los bienes y servicios adquiridos.

El enfoque a adoptar difiere en función del enfoque contable elegido por la empresa en línea con los enfoques especificados en el Estándar Corporativo del Protocolo de Gases de Efecto Invernadero. Se anima a las empresas a alinear su contabilidad de GEI con sus informes financieros, tal y como se recomienda en la Guía para el cálculo y el informe de las emisiones empresariales de GEI en la cadena de valor del sector químico (WBCSD, 2013). Este enfoque garantiza la coherencia interna de la información sobre los GEI con los ingresos declarados (Tabla 4.5).

4.6.5 Reciclaje/contenido reciclado (qué reportar y dónde: categoría 3.1 vs. categoría 3.12)

Los principios rectores para incluir los productos reciclados y los productos con contenido reciclado en la contabilidad de la industria química serán desarrollados por TfS en otro documento independiente. En este documento, el capítulo 5.2.8.4 ofrece directrices para incluir el balance de masa en el cálculo de la HCP.

Un residuo es cualquier residuo de una operación de producción, transformación o utilización, o cualquier sustancia, material o producto que su poseedor pretende eliminar. Los residuos destinados a la eliminación final no tienen valor económico. El término materia prima secundaria se utiliza para los tipos de residuos que pueden ser utilizados, reciclados, reutilizados de nuevo antes de su eliminación final. Los esfuerzos necesarios para reciclar esos materiales y las subsiguientes emisiones de GEI pueden vincularse a los insumos y a las materias primas secundarias generadas de diferentes maneras. El capítulo 5.2.8.4 ofrece orientación

sobre cómo debería calcularse la HCP de los materiales reciclados. Si las empresas compran y utilizan materiales derivados del reciclaje, la parte del contenido reciclado deberá reportarse incluyendo la HCP.

Las emisiones del reciclaje o de los contenidos reciclados pueden contabilizarse en diferentes categorías:

A) Si una empresa adquiere un producto o material con contenido reciclado (hasta el 100%), las emisiones ascendentes de los procesos de reciclaje se incorporan al factor de emisión de la cuna a la puerta de ese producto y, por tanto, se reflejarán en la categoría 1 (bienes y servicios adquiridos). Si una empresa adquiere un material reciclado que tiene menos emisiones ascendentes que el material virgen equivalente, esto se registraría como emisiones más bajas en la categoría 1. En la circunstancia descrita en el punto B), una empresa puede reciclar parte de sus "residuos operativos".

B) Por otro lado, los productos con contenido reciclable acaban convirtiéndose en residuos, que podrían ser reciclados. Las emisiones generadas en este proceso se reportan en la categoría 12 (Tratamiento de los productos vendidos al final de su vida útil).

Para asignar las emisiones a las diferentes empresas y categorías de forma correcta y coherente, y evitar la doble contabilización, es necesario un método estandarizado que establezca límites coherentes.

Siguiendo la jerarquía de los residuos para la contabilidad y el informe de las emisiones de alcance 3, las empresas también deberán aplicar **el método del contenido reciclado** (descrito en detalle en las páginas 77-79 de la *Guía técnica para el cálculo de las emisiones de alcance 3* proporcionada por el *Protocolo de Gases de Efecto Invernadero [WBCSD (2013)]*). Según este método, los procesos de reciclaje deberán incluirse en la categoría 3.1 (bienes y servicios adquiridos) de la empresa que compra y utiliza el producto reciclado.

Las implicaciones para la categoría 3.12 (tratamiento de los productos vendidos al final de su vida útil) son las siguientes:

- Las empresas sólo deberán contabilizar las emisiones del primer ciclo de vida del producto, no las emisiones posteriores al reciclaje del producto.
- El factor de emisión de los productos reciclados y la parte asignada de recuperación de energía se reportarán como cero.

El método del contenido reciclado suele ser coherente con los factores de emisión secundarios disponibles para las entradas de material reciclado y, por tanto, es fácil de aplicar.

4.6.6 Emisiones y remociones biogénicas

Los principios rectores para incluir los productos de biomasa y con balance de masa en la contabilidad de la industria química serán desarrollados por TfS en otro documento independiente. En este documento, los capítulos 5.2.10.1 hasta 5.2.10.2 y 5.2.10.5 ofrecen directrices para incluir las remociones biogénicas de carbono en el cálculo de la HCP.

4.6.6.1 ACV de productos de la cuna a la tumba

De acuerdo con el sistema de la Comisión Europea sobre la huella ambiental de los productos (HAP 2021) y el [Estándar de contabilidad y reporte del ciclo de vida de los productos del Protocolo de GEI], las emisiones y remociones biogénicas de CO₂ se consideran neutrales, independientemente del tratamiento al final de la vida útil. La remoción de carbono se equilibra con las emisiones de carbono en el fin de vida útil. La norma ISO permite el cálculo de la remoción de carbono biogénico y solicita un cálculo de emisiones por separado en función de la aplicación, el plazo de utilización del carbono, etc. Se pueden considerar específicamente los usos a largo plazo u otros usos en el escenario de fin de vida útil.

De acuerdo con la norma ISO 14067 [ISO 14067: 2018], las remociones biogénicas de CO₂ durante el crecimiento de la biomasa deberán incluirse en el cálculo de la HCP. Las remociones biogénicas de CO₂ deberán caracterizarse en el cálculo de la HCP como - 1 kg CO₂/kg CO₂ al entrar en el sistema de producto, mientras que las emisiones biogénicas de CO₂ deberán caracterizarse como + 1 kg CO₂e/kg CO₂ de carbono biogénico [ISO 14067: 2018]. Para más detalles, véase el capítulo 5.2.10.1.

Para las aplicaciones a corto plazo de materiales de incineración, ambos enfoques son idénticos en las consideraciones de la cuna a la tumba. Para las aplicaciones a largo plazo, se calcularán diferencias significativas, dependiendo de la eliminación final. Deberá evaluarse el impacto del ritmo de las emisiones y remociones de CO₂. En el caso de otras tecnologías que eliminan el CO₂ de la atmósfera, en general estas normas se aplican también y deberá abordarse el beneficio específico de la reducción de GEI.

Cuando las emisiones de CO₂ (y las remociones iniciales) del producto en cuestión durante la fase de uso y/o al final de su vida útil se produzcan a lo largo de un período de tiempo más largo que aún debe definirse (si no se especifica de otra manera en las RCP) después de que el producto se haya puesto en uso, estas emisiones pueden despreciarse o tratarse como sumideros de carbono durante períodos de tiempo más largos. El marco temporal de estas emisiones de CO₂ en relación con el año de producción del producto deberá especificarse en el inventario del ciclo de vida. El impacto del ritmo de las emisiones y remociones de CO₂ del sistema de producto, si se calcula, deberá documentarse por separado en el inventario [ISO 14067: 2018].

4.6.6.2 Emisiones biogénicas en la contabilidad corporativa

Las emisiones de las fuentes de biomasa suelen compensarse con el CO₂ absorbido durante la fotosíntesis. Por lo tanto, muchas empresas reportan cero emisiones relacionadas con la combustión de biomasa. Pueden surgir incoherencias o confusiones si las distintas empresas aplican métodos o formatos diferentes para reportar las emisiones de origen biogénico [WBCSD (2013)].

Según el Estándar Corporativo del Protocolo de GEI, las emisiones biogénicas de CO₂ (por ejemplo, el CO₂ procedente de la combustión de biomasa) que se producen en la cadena de valor de la empresa informante deben incluirse en el informe público, pero se reportan por separado del alcance 3.

El requisito de reportar las emisiones biogénicas de CO₂ por separado se refiere a las emisiones de CO₂ procedentes de la combustión o biodegradación de la biomasa solamente, no a las emisiones de cualquier otro GEI (por ejemplo, CH₄ y N₂O), o a cualquier emisión de GEI que ocurra en el ciclo de vida de la biomasa que no sea por combustión o biodegradación (por ejemplo, las emisiones de GEI procedentes del procesamiento o transporte de la biomasa).

Los inventarios de alcance 1, alcance 2 y alcance 3 incluyen sólo las emisiones, no las remociones. Cualquier remoción (por ejemplo, el secuestro biológico de GEI) puede ser reportada por separado de los alcances [WBCSD (2013)].

En el informe corporativo se puede reportar la siguiente información:

- Emisiones totales de alcance 3, excluyendo las emisiones o remociones biogénicas de CO₂ (obligatorio).
- Por separado: Cualquier emisión o remoción biogénica de CO₂ (por ejemplo, secuestro biológico de GEI) (obligatorio).
- Por separado: Cualquier remoción biogénica de CO₂, por ejemplo, el secuestro biológico de CO₂ (obligatorio).

Tabla 4.5 Resumen de los enfoques del capital social y del control

Enfoque del capital social		El capital social se incluye en la contabilidad de los GEI de alcance 1 y 2 de la empresa
Enfoque del control	Enfoque del control operacional	Incluido en la contabilidad de los GEI de alcance 1 + 2 de la empresa si la empresa conjunta está bajo el control operacional de la empresa, O Incluido en el alcance 3 de la empresa (categoría 15) si la empresa conjunta no está bajo el control operacional de la empresa
	Enfoque del control financiero	El capital social se incluye en la contabilidad de los GEI de alcance 1 + 2 de la empresa si la empresa conjunta está bajo el control financiero de la empresa, O Se incluye en el alcance 3 de la empresa (categoría 15) si la empresa conjunta no está bajo el control financiero de la empresa

4.6.7 Cadena de custodia para el balance de masa

Los principios rectores para incluir los productos de biomasa y con balance de masa en la contabilidad de la industria química serán desarrollados por TfS en otro documento independiente. En este documento, el capítulo 5.2.10.5 ofrece directrices para incluir el balance de masa en el cálculo de la HCP.

La cadena de custodia es un proceso administrativo mediante el cual la información sobre los materiales se transfiere, se supervisa y se controla a medida que esos materiales se mueven a través de las cadenas de suministro [ISO 22095:2020]. El enfoque de balance de masa es un modelo de cadena de custodia en el que los materiales con un conjunto de características específicas (como el contenido reciclado, el contenido biológico u otra fuente sostenible) pueden mezclarse según criterios definidos con materiales sin ese conjunto de características (como los materiales fósiles vírgenes). En la industria química, la cadena de custodia para el balance de masa ayuda a sustituir las materias primas fósiles por materiales alternativos más sostenibles para reducir el consumo de fuentes fósiles y hacer la transición a una economía más circular.

En un **sistema de cadena de custodia para el balance de masa**, la cantidad de materias primas alternativas certificadas puede atribuirse a una cantidad específica de productos individuales (tras ajustar los factores de conversión y las pérdidas de rendimiento del proceso). A diferencia del uso por separado de las materias primas alternativas, el balance de masa permite utilizar las redes de producción existentes con una inversión mínima o nula en nuevas tecnologías de proceso e instalaciones de producción. Sin embargo, el contenido de la materia prima alternativa en el producto sólo se atribuye y, en la mayoría de los casos, no puede rastrearse mediante métodos analíticos, por ejemplo, el método del C14 para el contenido de base biológica.

Nota: El término "balance de masa" en estas directrices se refiere al sistema de cadena de custodia, que es diferente del concepto de conservación física de la masa.

Para una aplicación significativa, debe instalarse un sistema de contabilidad fiable para evitar la doble contabilización y la venta de una cantidad de productos calificados como alternativos mayor que la permitida por la cantidad de materias primas alternativas compradas. Además, también puede aplicarse un enfoque de balance de masa para los materiales reciclados que se introducen como materias primas en la industria química.

Cálculo de la HCP de los productos con balance de masa

El balance de masa se utiliza en muchas industrias en las que no es práctico hacer una separación física de los materiales sostenibles y convencionales durante el procesamiento. El enfoque de balance de masa garantiza que la cantidad de producción sostenible en una cadena de suministro está equilibrada con (no supera) la entrada de material sostenible y se ajusta adecuadamente a los rendimientos y factores de conversión.

El coprocesamiento de materias primas sostenibles y convencionales da lugar a la producción de materiales de origen mixto (como los de origen fósil, los de origen biológico, los basados en residuos reciclados) que no se distinguen en términos de composición o propiedades técnicas. El balance de masa permite atribuir el contenido sostenible a los productos individuales para crear valor a partir del uso de insumos sostenibles.

La HCP de los productos con balance de masa se calcula sustituyendo el impacto de la materia prima fósil en la cantidad que se intercambia por la materia prima alternativa. Debe evitarse la doble contabilización de la materia prima alternativa. Si la materia prima alternativa se asigna a productos con balance de masa específicos, todos los demás productos deberán calcularse con el impacto de la materia prima fósil. Además, deberá ser técnica o químicamente posible producir el producto con balance de masa a partir de la materia prima alternativa.

4.6.8 Especificaciones para las compensaciones, la captura y el almacenamiento de carbono (CAC) y la captura y utilización de carbono (CUC)

Los principios rectores para incluir los productos en los que se aplican compensaciones, CUC y CAC en la contabilidad de la industria química serán desarrollados por TfS en otro documento independiente. En este documento, el capítulo 5.2.10.4 ofrece directrices para incluir la CUC y la CAC en el cálculo de la HCP.

Se aplican normas específicas para las compensaciones, la CAC y la CUC. Hay una eliminación directa o indirecta incluida como parte del proceso, muy a menudo fuera de los límites de la empresa informante.

Los principios rectores para incluir los productos en los que se aplican compensaciones, CUC y CAC en la contabilidad de la industria química serán desarrollados por TfS en otro documento independiente. En este documento, el capítulo 5.2.10.4 ofrece directrices para incluir la CUC y la CAC en el cálculo de la HCP.

En general, deberán tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

- La empresa informante deberá reportar todas las compensaciones por separado de sus emisiones de alcance 1, 2 y 3. Esto incluye tanto las compensaciones con certificado como las que no lo tienen.
- Deben cumplirse todos los requisitos reglamentarios de presentación de informes.
- Siguiendo las orientaciones del Estándar Corporativo del Protocolo de GEI, las empresas deberán reportar sus emisiones por separado de las compensaciones utilizadas para cumplir con los objetivos de reducción de GEI establecidos, en lugar de proporcionar una cifra neta.
- Las empresas deberán reportar de forma transparente el origen de las compensaciones reportadas.
- Los certificados desagregados deberán reportarse como compensaciones separadas (es decir, sin ajustar los factores de emisión).
- Los certificados adquiridos por el proveedor de electricidad (es decir, el proveedor adquiere los certificados en su nombre) deberán reportarse como compensaciones separadas.

- Las emisiones procedentes de la energía comprada asociada a un certificado de energía renovable (REC) deberán reportarse sobre la base del factor de emisión que figura en el REC. [Guía de Alcance 2 del Protocolo de GEI]
- Si una empresa vende los certificados que ha recibido por las reducciones de emisiones realizadas dentro de sus límites de notificación, deberá reportar una "compensación" con un impacto positivo.

[ISO 14064:2019, WBCSD (2013)]

La organización puede reportar la información opcional por separado de la información obligatoria y de la recomendada. Cada tipo de información opcional descrita a continuación debe reportarse por separado de las demás.

La organización puede reportar los resultados de los instrumentos contractuales para los atributos de GEI (enfoque basado en el mercado), expresados en emisiones de GEI (tCO₂e), así como en la unidad de transferencia (por ejemplo, kWh). La organización puede reportar la cantidad comprada en comparación con la cantidad consumida.

La organización puede reportar compensaciones u otros tipos de créditos de carbono. Si es así, la organización:

- Deberá divulgar el régimen de GEI bajo el cual fueron generados;
- Puede sumar compensaciones u otros tipos de créditos de carbono si proceden del mismo régimen de GEI y tienen una antigüedad adecuada;
- No deberá sumar o restar compensaciones u otros tipos de créditos de carbono del inventario de sus emisiones directas o indirectas.

La organización puede reportar los GEI almacenados en los depósitos de GEI.

05

Especificaciones para el cálculo de la huella de Carbono de los productos de los proveedores

La transparencia del CO₂ a nivel de producto a lo largo de la cadena de valor es crucial para identificar, seguir y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en cooperación con los miembros de la cadena de suministro.

Esta transparencia es cada vez más demandada por los clientes de todos los sectores industriales, que tienen como objetivo principal y creciente la reducción de las emisiones de GEI.

El intercambio de información sobre la huella de carbono de los productos (HCP) entre los miembros de la cadena de suministro permite a las empresas hacer un seguimiento de sus emisiones de GEI de alcance 3 y facilitar los esfuerzos de reducción [Estándar de Alcance 3 del Protocolo de GEI (2011)].

Los siguientes requisitos se aplican al cálculo de los inventarios de GEI de la cuna a la puerta relacionados con los productos y sirven como norma/guía global para calcular las HCP en la industria química. El cumplimiento de estos requisitos permite la comparabilidad de los cálculos de la HCP y, por tanto, la igualdad de condiciones. Para crear una mayor transparencia y permitir la comparabilidad, la información sobre los métodos o normas exactos aplicados deberá compartirse posteriormente como parte de los elementos para el intercambio de datos.

La guía es aplicable a todos los productos químicos, independientemente de su uso final.

Las HCP se calculan de acuerdo con directrices y normas comparativas, lo que proporciona coherencia en la forma en que se han calculado los resultados. El resultado de la HCP puede diferir entre dos materiales comparables debido a las diferencias en las tecnologías, los datos utilizados de los proveedores, los aspectos geográficos, etc.

Sin embargo, la base para el cálculo debería estar bien descrita y relacionada con directrices como la presente para evitar las diferencias que se derivan del uso de diferentes enfoques de evaluación. El cálculo de los resultados debería estar vinculado a un informe significativo y armonizado que explique de qué manera se ejecutaron los cálculos y sobre qué base se generaron los resultados, específicamente en los casos de aplicación de una variedad de métodos diferentes. Además, la base para el cálculo, específicamente en los casos de aplicación de una variedad de enfoques diferentes, deberá seguir esta guía. El profesional o las personas encargadas de la elaboración de la HCP son responsables de la preparación, el cálculo, la calidad y el reporte de la HCP a un tercero.

El cálculo sólo es auditable si el proveedor elabora los informes con precisión. Por lo tanto, se añadieron a este documento una lista de atributos y requisitos específicos para permitir el intercambio de datos a través de plataformas específicas y garantizar que el destinatario obtenga información clara, de alta calidad y significativa.

La guía fue elaborada por expertos de la organización "Together for Sustainability (TfS)" junto con empresas de pruebas y organizaciones de terceros. Refleja el statu quo de las principales normas reconocidas a nivel mundial. Se especificaron los requisitos, los procedimientos y los enfoques de evaluación de las sustancias químicas. La guía se actualizará si se necesitan cambios o adaptaciones significativas debido a los cambios de otras normas genéricas, a nuevos aspectos que no se han considerado hasta ahora o a nuevos requisitos del mercado. Se publicará después de indicar la revisión en la página web de TfS con los cambios que se han realizado respecto a la versión anterior. Las versiones obsoletas se guardarán en un archivo accesible de TfS.

TfS reconoce que a menudo es difícil comparar los datos sobre la HCP de productos similares debido a las diferentes decisiones metodológicas subyacentes tomadas en el cálculo, las incertidumbres de los datos utilizados, los diferentes niveles de calidad de los datos, las diferencias en las regiones, las tecnologías, etc. Sin embargo, la aplicación de esta guía pretende reducir los problemas a la hora de comparar la HCP de las sustancias químicas. En el futuro, las HCP serán importantes fuentes de información para apoyar a las empresas en sus estrategias de reducción de GEI.

La información sobre la HCP de los proveedores de acuerdo con una guía específica del sector contribuirá a la transparencia a lo largo de las cadenas de suministro. Un buen informe que aborde toda la información pertinente, por ejemplo, el alcance, las normas utilizadas, las RCP aplicadas, las fuentes de datos utilizadas, los métodos de asignación aplicados, etc., permitirá una mejor comprensión de los resultados de la HCP de las sustancias químicas.

El objetivo del informe del estudio de la HCP es describir el estudio de la HCP, incluyendo la HCP o la HCP parcial, y demostrar que se han cumplido las disposiciones de este documento. Los resultados de la HCP generados por las empresas pueden utilizarse de diferentes maneras. La primera es un intercambio B2B de los datos con una revisión interna recomendada. Además, las empresas pueden publicar los resultados de la HCP de diferentes maneras, donde se solicita una revisión externa [ISO 14026:2017]. Los resultados y conclusiones del estudio de la HCP deberán documentarse en el informe del estudio de la HCP sin sesgos. Los resultados, los datos, los métodos, las hipótesis y la interpretación del ciclo de vida deberán ser transparentes y presentarse con suficiente detalle para que el lector pueda comprender las complejidades y las compensaciones inherentes al estudio de la HCP [ISO 14067: 2018].

Esta guía se centra en todos los GEI relevantes según la definición del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). Las emisiones de GEI relevantes y sus factores de emisión se describen en detalle en el apartado 5.2.6.

Sin embargo, los principios generales pueden utilizarse y aplicarse también a los productos químicos, si es necesario abordar otros impactos ambientales además de los GEI (por ejemplo, la calidad del aire, el uso del agua, la biodiversidad). Estas cuestiones se están convirtiendo en una petición cada vez más habitual de los clientes de la industria química y puede ser posible aprovechar el mismo método para todos los impactos. Se necesitan más especificaciones en este contexto y esto puede considerarse una posible tarea futura que dé lugar a una ampliación de la guía.

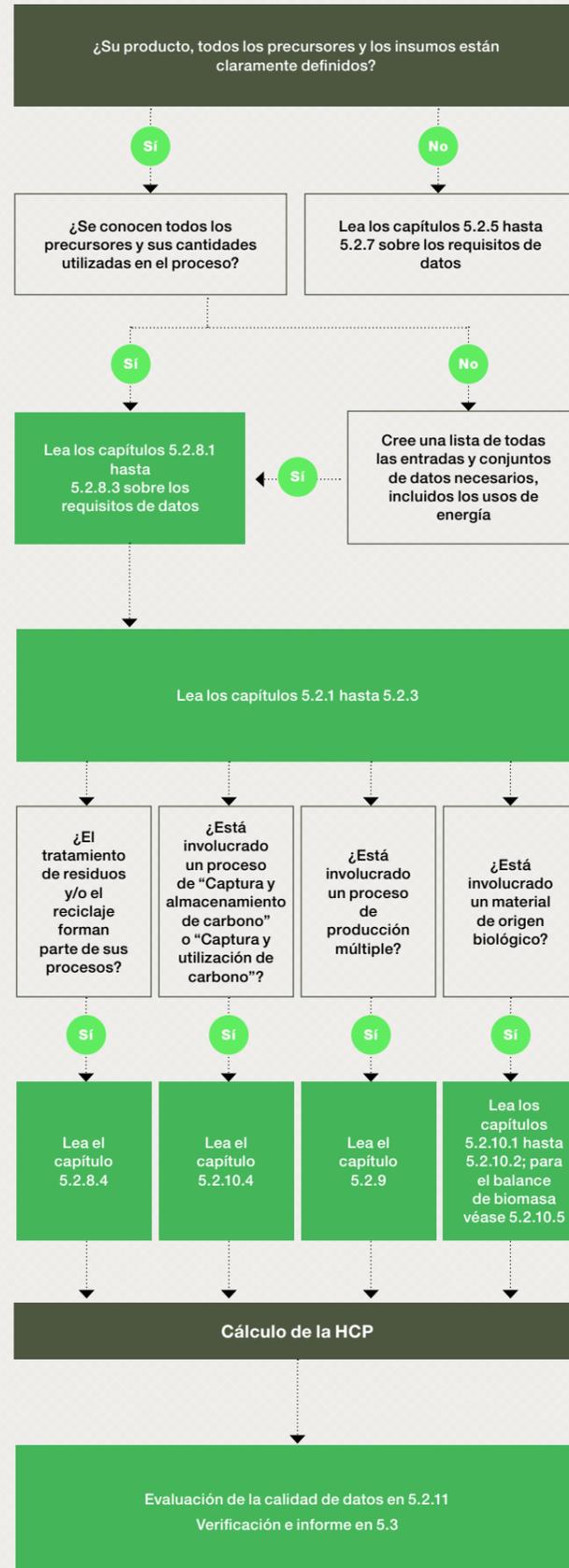
En la figura 5.1 se ofrece un resumen para facilitar la navegación en la guía y para encontrar más fácilmente los capítulos más relevantes y saltarse otros. La figura 5.1 también debería servir de apoyo para que los principiantes en este tema empiecen relativamente rápido con los primeros cálculos y sigan con preguntas específicas más adelante si es pertinente.

Actualmente, TÜV Rheinland Energy GmbH está prestando los siguientes servicios a TfS, que se espera que se completen en el tercer y cuarto trimestre de 2022:

- Evaluar la guía con respecto a todas las normas pertinentes aplicadas (por ejemplo, SBTi, WBCSD, Protocolo de GEI, etc.).
- Comprobar si los requisitos de presentación de informes para los solicitantes están suficientemente definidos en la guía.
- Probar el nivel de usabilidad y dar sugerencias para la optimización.
- Bucle de discusiones y posibles mejoras durante la fase de pruebas (WP 1-4 de TfS) y la fase de finalización (WP 1-5 de TfS).

Se puede confirmar que los enfoques utilizados y la metodología de cálculo son razonables, transparentes y adecuados para el objetivo de la guía. El enfoque presentado, así como los ejemplos de cálculo, son coherentes, transparentes y comprensibles.

Figura 5.1 Resumen de los capítulos principales de la guía



5.1 Objetivo y alcance

5.1.1 General

El alcance de esta guía abarca el enfoque denominado “de la cuna a la puerta” para calcular una HCP y se refiere a una “unidad declarada” (véase 5.1.3).

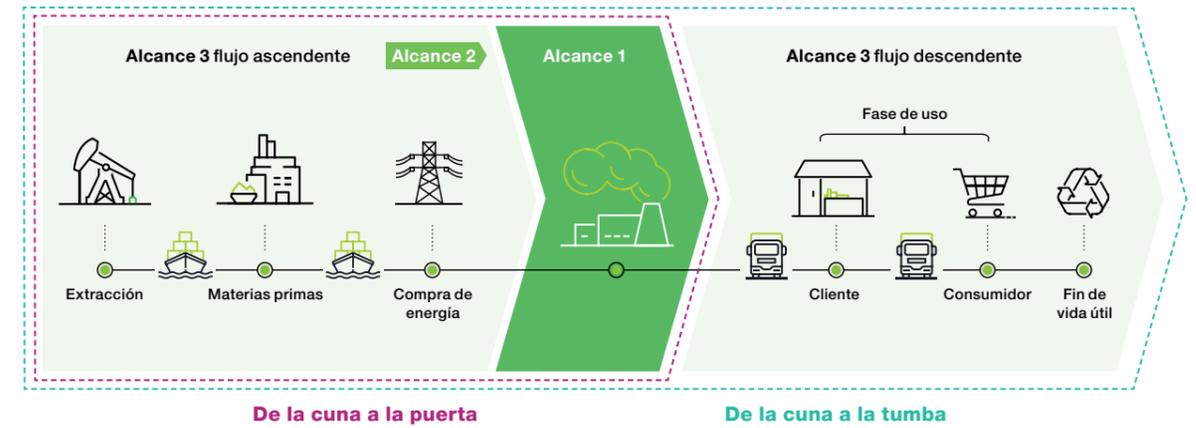
La guía permite calcular la HCP de la cuna a la puerta basándose en normas y directrices desarrolladas por diferentes organizaciones.

Los temas generales siguen las normas mencionadas en el apartado 5.2.4. Se indica que la guía ha definido reglas específicas para las sustancias químicas que no se reflejan en detalle en las normas actuales. La guía es totalmente compatible con la ISO y el Protocolo de GEI. Es un reto cumplir plenamente con todas las demás normas o directrices que puedan ser relevantes. TÜV Rheinland comprobó y validó el cumplimiento.

Una HCP de la cuna a la puerta, tal y como se utiliza en este documento, es la suma de las emisiones y remociones de GEI de uno o más procesos seleccionados en un sistema de producto, expresados como equivalentes de CO₂ (CO₂e) y basados en las etapas o procesos seleccionados dentro del ciclo de vida. Las etapas seleccionadas en esta guía cubren todas las actividades dentro de los límites definidos del sistema, como se define en detalle en el Capítulo 5.1.2.

Hay que tener en cuenta que una evaluación de productos limitada sólo a los GEI tiene la ventaja de simplificar el análisis y producir resultados que pueden ser comunicados claramente a las partes interesadas. La limitación de un inventario sólo de GEI es que pueden perderse las posibles compensaciones o co-beneficios entre los impactos ambientales. Por lo tanto, los resultados de un inventario sólo de GEI no deberían ser utilizados para comunicar el desempeño ambiental general de un producto [Estándar de contabilidad y reporte del ciclo de vida de los productos del Protocolo de GEI (2011)].

Figura 5.2 Definición de los límites del sistema



5.1.2 Límites del sistema

El límite de la guía es una HCP de la cuna a la puerta, que comprende todos los procesos de extracción, fabricación y transporte, hasta que el producto sale de la puerta de la fábrica. En general, las emisiones descendentes procedentes del uso del producto y del final de su vida útil quedan excluidas de la HCP de la cuna a la puerta (figura 5.2).

Las siguientes actividades **deberán incluirse** en el cálculo de la HCP de la cuna a la puerta: todas las emisiones de GEI directas (Alcance 1) e indirectas (Alcance 2) del proceso de producción del producto, incluidas las remociones fósiles o biogénicas, el consumo de energía (Alcance 2: electricidad, calor externo y vapor; Alcance 1: consumo de combustibles como el gas natural, el biogás), los servicios públicos, la fabricación, el transporte entrante, el transporte de un sitio a otro, el tratamiento de los residuos del proceso y el tratamiento de las aguas residuales y todas las emisiones de GEI de "Alcance 3" relacionadas con el consumo de materias primas, incluidos los catalizadores que se consumen en la reacción [BASF SE 2021]. En la tabla 5.1 se ofrece más información sobre las actividades incluidas.

Como la guía está relacionada con el producto, las siguientes actividades **no deberán incluirse** dentro de los límites de una HCP de la cuna a la puerta: fabricación de equipos de producción, edificios, infraestructura y otros bienes de capital, viajes de negocios del personal, viajes de ida y vuelta al trabajo del personal y actividades de investigación y desarrollo. [Pathfinder Framework (PACT impulsado por el WBCSD)], Tabla 5.1. Véase también el capítulo 5.2.3 sobre los requisitos para excluir las actividades.

Las siguientes actividades pueden incluirse o excluirse del límite del sistema en función de los criterios de corte o los requisitos del cliente: El transporte saliente del producto se excluye en general (véase la figura 5.2). Si el transporte saliente tiene que ser considerado por las peticiones de los clientes, puede calcularse y reportarse por separado. El embalaje del producto en cuestión puede incluirse o excluirse. En el caso de muchas sustancias químicas, la contribución del embalaje puede ser insignificante en el contexto de una HCP en términos de masa e importancia medioambiental. Este es

el caso, por ejemplo, de los productos químicos a granel que son entregados por un proveedor a los sitios de fabricación del cliente. En el caso de otros productos químicos, como los productos químicos especializados o los productos químicos para la construcción, el embalaje puede desempeñar un papel más importante en la HCP, concretamente en el caso de los productos vendidos en unidades más pequeñas (por ejemplo, en cubos, cartuchos o rollos envueltos). De acuerdo con los criterios de corte definidos en la sección 5.2.3 de esta guía, los embalajes pueden ser excluidos o incluidos en el cálculo de la HCP, dependiendo de su contribución en masa y de su importancia medioambiental. Si se incluye el embalaje, debería ser visible en la descripción de la unidad declarada (véase 5.1.3).

El límite del sistema deberá ser la base utilizada para determinar qué procesos unitarios se incluyen en el estudio de la HCP. Cuando se utilicen las reglas de categoría de producto (RCP) de la HCP, sus requisitos sobre los procesos que deben incluirse sustituyen a los indicados anteriormente (véase 5.2.4). Según la norma ISO 14067 [ISO 14067: 2018], una RCP es un "...conjunto de normas, requisitos y directrices específicos para la cuantificación y comunicación de la huella de carbono de un producto o de la huella de carbono parcial de un producto para una o varias categorías de productos". Los criterios, por ejemplo, los criterios de corte (5.2.3), utilizados para establecer el límite del sistema deberán identificarse y documentarse internamente en el informe de cálculo de la HCP.

Deberá decidirse qué procesos unitarios se incluirán en el estudio de la HCP y con qué nivel de detalle se analizarán dichos procesos unitarios. La exclusión de las etapas del ciclo de vida, los procesos, las entradas o las salidas sólo se permite si no cambian significativamente las conclusiones generales del cálculo de la HCP. En un enfoque "de la cuna a la puerta", las fases de uso y eliminación no siempre son de menor importancia, pero no están en el alcance del análisis y se excluyen. En el capítulo 5.1.3 se describe detalladamente el enfoque de corte.

La siguiente tabla describe de forma genérica las actividades que deberán incluirse o excluirse de los límites del sistema, así como las que son opcionales.

Tabla 5.1 Actividades que deben incluirse y excluirse de los límites del sistema y actividades opcionales

Incluida	Excluida	Opcional
Materias primas relacionadas con la producción (incluidos los catalizadores y los materiales auxiliares que se consumen) ¹	Servicios como los de ingeniería o infraestructuras, actividades de I+D	Embalaje en función del producto específico y del cumplimiento de los criterios de corte
Servicios públicos consumidos	Viajes de negocios o desplazamientos de los empleados	Transporte saliente (si se incluye en el límite del sistema, deberá indicarse por separado)
Consumo de energía	Producción de bienes de inversión	Transporte entrante si no es relevante
Emisiones directas procedentes de la fabricación y de la producción/generación de servicios públicos relacionados in situ	Actividades que entran dentro de los criterios de corte (según lo dispuesto en el capítulo 5.2.3)	
Transporte de materias primas y transporte de un sitio a otro		
Tratamiento o eliminación de residuos de procesos y tratamiento de aguas residuales		

(1) El aprovisionamiento no relacionado con la producción (a menudo denominado aprovisionamiento indirecto) consiste en la adquisición de bienes y servicios que no forman parte de los productos de la empresa, sino que se utilizan para facilitar las operaciones. El aprovisionamiento no relacionado con la producción puede incluir bienes de capital, como mobiliario, equipos de oficina y ordenadores. Fuente: Estándar de contabilidad e informes de la cadena de valor corporativa del Protocolo de GEI.

5.1.3 Unidad declarada (UD) de la HCP

La unidad declarada (UD) describe la cantidad de un producto que se utiliza como unidad de referencia en la cuantificación de la HCP de la cuna a la puerta. En el caso de los productos químicos, la unidad declarada suele definirse como 1 kg de producto.

Esta guía de TfS se refiere exclusivamente al uso de una unidad declarada, ya que sólo sirve de orientación para calcular las HCP de la cuna a la puerta y, por tanto, no incluye el ciclo de vida completo del producto.

La HCP, expresada en kg de equivalentes de CO₂ por unidad declarada, refleja el impacto acumulado en el cambio climático de las emisiones atmosféricas de gases de efecto invernadero (GEI). Cada proveedor del mismo producto deberá calcular sus emisiones utilizando la misma unidad declarada [BASF SE 2021].

La unidad estándar debería ser, preferiblemente, kg de equivalentes de CO₂ por kg de producto. En el caso de algunos productos específicos, como los gases (por ejemplo, el hidrógeno o el GLP), la HCP podría expresarse por unidad de metro cúbico de producto. Además, algunos productos se venden en base a una unidad de volumen (como el litro), y en ese caso la HCP podría expresarse por unidad de volumen. En estos casos, el proveedor deberá proporcionar factores de conversión (densidades con condiciones asociadas) para la conversión a kg que se requiere en la lista de atributos del capítulo 5.3. No deberá utilizarse ninguna otra unidad de medida, como piezas o euros.

En el caso de los procesos, la HCP puede expresarse como kg de equivalentes de CO₂ por tonelada de producto destilado, por tonelada de agua residual tratada o por tonelada de producto en un proceso de cristalización.

Algunos sectores pueden utilizar piezas u otras unidades en la unidad declarada. Independientemente de lo que se utilice, deberá comunicarse una transferencia física suficiente para poder convertir estas unidades en kg.

Los resultados de una HCP vinculada a la unidad declarada deberían ser reportados como kg de equivalentes de CO₂ por unidad declarada con un decimal. Más decimales no son significativos debido a la variabilidad de las cifras. Los resultados con un segundo decimal deberían ser redondeados: En el caso de un valor alto de una HCP, un decimal puede ser omitido, en caso de una HCP muy baja más decimales pueden ser significativos.

1,25 kg se redondean a 1,3 kg de equivalentes de CO₂; 1,24 kg se redondean a 1,2 kg de equivalentes de CO₂.

Un estudio de la HCP deberá **especificar claramente** la unidad declarada del sistema bajo estudio. La unidad declarada deberá ser **coherente con el objetivo y el alcance** del estudio de la HCP [ISO 14067: 2018]. El propósito principal de una unidad declarada es **proporcionar una referencia** con la que se relacionan las entradas y salidas. Por lo tanto, la unidad declarada deberá estar claramente **definida y ser medible**. Un ejemplo de **unidad declarada** suele referirse a la cantidad física de un producto, por ejemplo "1 kg de detergente líquido para la ropa con un 30 por ciento de contenido de agua".

La unidad declarada con la que se calcula la HCP de un sistema de producto es **1 kg de producto sin embalar** en la puerta de la fábrica, independientemente de su estado (sólido, líquido, gas), ya que se considera su densidad específica [BASF SE 2021]. Si se incluye el embalaje (véase 5.1.2), la unidad declarada es 1 kg de producto embalado en la puerta de la fábrica.

TfS considerará una orientación específica para la inclusión de los embalajes en la próxima revisión de la guía.

En todos los casos, deberá divulgarse una definición clara de la **unidad declarada** como base para el cálculo de la HCP. Los cálculos deberán referirse a la **unidad declarada** e integrarse en los resultados cuando los datos sobre la HCP se intercambien entre empresas.

5.2 Reglas de cálculo

5.2.1 Pasos del cálculo de la HCP

Este capítulo comprende los principales criterios de cálculo que deben seguirse al elaborar las HCP.

Un estudio de la HCP conforme a este documento suele pasar por las cuatro fases del análisis del ciclo de vida, lo que da lugar a los siguientes pasos generales:

(i) Definición del objetivo y del alcance: Deberá definirse la unidad declarada e identificarse todas las actividades y procesos relevantes dentro de los límites del sistema. Los límites del sistema se describen en el capítulo 5.1.2 y comprenden todos los flujos de servicios, materiales y energía que se convierten en, fabrican y transportan el producto desde la extracción de la materia prima hasta la puerta de la fábrica.

(ii) Creación del inventario del ciclo de vida mediante la recopilación de datos de actividad: Los datos de actividad deberán recopilarse para los procesos dentro de los límites del sistema (por ejemplo, entradas de materiales, entradas de energía como electricidad, refrigeración y calefacción, productos adquiridos y emisiones directas). Los requisitos de datos aplicables a los distintos tipos de datos de actividad se describen en el capítulo 5.2.8. Véase el capítulo 5.2.3 para conocer los detalles sobre las actividades que pueden excluirse de los datos recopilados.

(iii) Evaluación del impacto del ciclo de vida:

a. Cálculo de las emisiones: Las emisiones de GEI derivadas de un proceso deberán calcularse multiplicando los datos de actividad pertinentes por su respectivo factor de emisión (CO₂e por unidad declarada). El término datos de actividad describe, por ejemplo, la entrada de materiales, un proceso, una reacción química, una etapa de elaboración o purificación. Los tipos de datos y las fuentes de factores de emisión se describen en los capítulos 5.2.5 y 5.2.6.

b. Pueden ser necesarios pasos adicionales, como la división de las emisiones de los procesos de producción múltiple o su asignación a diferentes productos. Para obtener orientación sobre estos temas, véase el capítulo 5.2.9.

c. Para permitir la flexibilidad en la aplicación de las normas contables, los cálculos deberían realizarse de forma que se pudieran aplicar diferentes métodos de asignación si fuera necesario. De este modo, se garantiza que se puedan seguir diferentes directrices estándar en caso necesario [Pathfinder Framework (PACT impulsado por el WBCSD)], [BASF SE 2021].

(iv) Consolidación de la HCP: La HCP deberá calcularse sumando todas las emisiones de GEI.

a. Si la empresa fabrica el producto en varios sitios diferentes, deberán realizarse cálculos ascendentes para cada sitio de producción utilizando datos específicos del sitio y, si procede, datos secundarios específicos del país para los procesos que no estén bajo el control de la empresa informante. A efectos de comunicación, la empresa puede agregar los datos específicos de cada sitio en una media ponderada basada en los volúmenes de producción de las respectivas producciones. Si se promedian los datos de la HCP específicos de cada sitio, esto debe indicarse de forma transparente. Además, se reflejará en una menor puntuación de la calidad de los datos.

b. En general, la recopilación de datos debería ser lo más granular posible, idealmente de los procesos específicos implicados en la producción del producto estudiado. Cuando no se dispone de datos a nivel de proceso, los datos deben recopilarse a nivel de planta o incluso de sitio, prefiriendo los datos a nivel de planta a los datos a nivel de sitio. En estos casos, los factores de emisión del uso de la energía o las emisiones directas de GEI de toda una instalación o sitio deben atribuirse a los procesos específicos de la instalación o sitio. Esto deberá hacerse utilizando un enfoque de atribución de masa, tiempo u otro tipo de atribución física. Para ello se necesita un factor de desglose Break-Down Factor (BDF) para atribuir las emisiones de GEI de una instalación o un sitio al proceso individual. El BDF se calcula como se ha descrito anteriormente, por ejemplo, como una proporción del volumen de producción de la instalación o sitio completo (en toneladas). Posteriormente, las emisiones de GEI de la instalación o sitio se multiplican por este BDF para obtener las emisiones de GEI a nivel de proceso.

(v) Documentación y elaboración de informes.

5.2.2 Alcance temporal

El límite temporal de una HCP se refiere al período de tiempo durante el cual el valor de la HCP se considera representativo [ISO 14067: 2018]. Los siguientes límites temporales se aplican a los diferentes tipos de datos:

- **Los datos primarios** utilizados en el cálculo de las HCP deberán ser lo más recientes posible y **no tener más de cinco años. El año completo más reciente** (año del informe o año natural) deberá utilizarse como límite temporal para el cálculo de las HCP, si es representativo de un año medio de producción. En el caso de los años de producción que sean discontinuos o irregulares, los datos de producción podrán promediarse para un período de tiempo más largo con el fin de reducir la variabilidad debida a las revisiones, los cambios de rumbo u otras condiciones de producción atípicas. Cuando se apliquen los datos de producción promedio en un cálculo de la HCP, no deberán promediarse y utilizarse en un cálculo de la HCP más de los últimos tres años de producción (año del informe o año natural) [BASF SE 2021], [Pathfinder Framework (PACT impulsado por el WBCSD)].
- **Los datos secundarios** utilizados para todas las entradas y salidas deberían reflejar los datos de actividad más recientes y/o los últimos datos sobre el ICV disponibles. Los datos sobre el ICV (por ejemplo, los procedentes de las bases de datos) utilizados en el cálculo de las HCP deberán ser lo más recientes posible y **no tener más de diez años** [BASF SE 2021]. Si son más antiguos, deberían utilizarse en su lugar aproximaciones adecuadas y posteriores. La calificación de la calidad de los datos se verá influida por la elección de los mismos.
- **Las HCP** deberían calcularse periódicamente para hacer un seguimiento de las mejoras a lo largo del tiempo. Sin embargo, esto puede suponer un reto para las empresas que dependen del cálculo manual de las HCP de los productos y que no disponen de un método de cálculo automatizado. Por lo tanto, las HCP deberán tener **un período de validez máximo de hasta cinco años** a partir del año de referencia de la recopilación de datos si no se han producido cambios importantes en el proceso de producción (> 20% de impacto respecto a la HCP original). Las empresas podrán actualizar sus cálculos de la HCP **con mayor regularidad** (por ejemplo, anualmente). TfS decidió que después de cinco años o si el proceso de producción ha cambiado significativamente, los valores de la HCP ya no se consideran representativos y deben ser recalculados. Según la norma EN 15804 [EN 15804 - 2: 2019], una DAP también es válida durante 5 años, tras los cuales debe volver a verificarse y, normalmente, revisarse. Si no se detectan cambios después

de 5 años, el valor de la HCP puede renovarse también mediante una declaración. Una vez revisada una HCP, la versión revisada sustituirá a la HCP original y será válida durante 5 años. No obstante, se recomienda iniciar un proceso de revisión de una HCP después de 3 años.

- El límite temporal del cálculo de la HCP es el año de referencia. El **año de referencia** de la HCP y la fecha de cálculo/publicación deberán figurar siempre junto al valor de la HCP.

5.2.3 Criterios para excluir determinadas actividades (Corte)

En general, **todos los procesos, flujos y actividades** atribuibles al sistema de producto deberán **incluirse** en una HCP (véase 5.1.2 sobre las actividades generalmente excluidas e incluidas) [BASF SE 2021] [ISO 14067: 2018]. El proceso de recopilación de datos del ICV deberá tener como objetivo la **exhaustividad**. Cuando se disponga de datos cuantitativos, deberán incluirse. Sin embargo, no se debería dedicar un esfuerzo excesivo a la elaboración de datos de importancia insignificante en relación con las emisiones de GEI. Si se comprueba que los flujos individuales de materiales o energía **son insignificantes** para la huella de carbono de un proceso unitario concreto, podrán excluirse por **razones prácticas** y deberán reportarse como exclusiones de datos.

Los criterios de corte especifican la cantidad de flujo de material o energía o el nivel de importancia de las emisiones de GEI asociadas a los procesos unitarios o al sistema de producto que pueden excluirse de un estudio de la HCP [BASF SE 2021]. Además, los cortes pueden ser necesarios en los casos en los que **no se disponga de datos**, en los que los flujos elementales sean muy pequeños (por debajo del límite de cuantificación) o en los que el nivel de esfuerzo requerido para cerrar las **lagunas de datos** y lograr un resultado aceptable resulte prohibitivo.

Si no se dispone de datos, pero los flujos elementales son significativos, las lagunas de datos deberían cerrarse de acuerdo con los capítulos 5.2.6 y 5.2.8.

En la práctica del ACV se utilizan varios criterios de corte para decidir qué entradas deben incluirse en la evaluación, como la masa, la energía y la importancia medioambiental [BASF SE 2021]. La identificación inicial de las entradas basada únicamente en la contribución en masa puede hacer que se omitan entradas importantes del estudio. En consecuencia, la energía y la importancia medioambiental deberían utilizarse también como criterios de corte en este proceso.

Criterios de corte de la HCP

- Deberán incluirse todas las entradas de materiales que representen al menos el 95% de las entradas de masa totales del proceso unitario. Pero se recomienda cubrir el 98% o más para eliminar posibles incertidumbres y aumentar el nivel de exhaustividad [BASF SE 2021].
- Deberán incluirse todas las entradas de energía que representen al menos el 95% del total de las entradas de energía del proceso unitario. Para generar una HCP de mayor calidad mejorando la exhaustividad del cálculo, debería incluirse el 98% de las entradas de energía totales o más.
- En los casos en los que la contribución y la influencia en la HCP no están claras, debería hacerse un cálculo global con cifras genéricas para decidir si se puede aplicar un límite o no (enfoque iterativo) [BASF SE 2021].

- Los flujos de materiales de entrada que tienen una huella ambiental ascendente considerable (por ejemplo, metales preciosos como los catalizadores que contienen el grupo del platino) deberían considerarse en el cálculo de la HCP, independientemente de su contribución relativa a la masa total de los flujos de materiales, incluso si su entrada de masa es $< = 1\%$ de la masa total. El cálculo de la HCP debería considerar, como mínimo, la pérdida de material (por ejemplo, la pérdida de catalizador) y asignar una HCP igual a la del material virgen. Si se conocen, deberían considerarse además los esfuerzos de reciclaje. De lo contrario, los esfuerzos conocidos, derivados de otros procesos, pueden utilizarse como sustituto.

5.2.4 Normas utilizadas

Esta guía sectorial de TfS para los productos químicos sigue las normas internacionales **ISO 14040:2006/AMD 1:2020** e **ISO 14044:2006/AMD 2:2020** para el Análisis del Ciclo de Vida. A partir de estas normas genéricas, la guía sigue la **ISO 14067: 2018 para la huella de carbono de los productos (HCP)**. Según la norma ISO 14067 [ISO 14067: 2018], la huella de carbono de un producto es la "...suma de las emisiones y remociones de GEI en un sistema de producto, expresada en equivalentes de CO₂ y basada en un análisis del ciclo de vida utilizando la categoría única de impacto en el cambio climático." Según la norma ISO 14067 [ISO 14067: 2018], una RCP es un "conjunto de normas, requisitos y directrices específicas para la cuantificación y comunicación de la huella de carbono de un producto o de la huella de carbono parcial de un producto para una o más categorías de productos." También se basa en otras directrices, como el **Protocolo de GEI** desarrollado en los últimos años. También se ha tenido en cuenta el trabajo del Pathfinder Framework de la Asociación para la Transparencia del Carbono (auspiciado por el WBCSD) y la directriz del WBCSD sobre el Análisis del Ciclo de Vida. En general, la guía sigue estas normas y ofrece aclaraciones y ejemplos para la industria química.

Para aumentar la coherencia de los cálculos de la HCP a lo largo de la cadena de valor, deberá seguirse la siguiente jerarquía de normas armonizadas para el cálculo de la HCP:

- RCP que se desarrolló sobre la base de la **guía de TfS**.
- Directrices específicas del producto o del sector basadas en la serie ISO 14000 (como las RCP o Plastics Europe).
- Guía de TfS** si todavía no tiene una RCP, puede utilizar la guía para calcular la HCP.
- Norma ISO 14067 [ISO 14067: 2018].
- Pathfinder Framework (PACT impulsado por el WBCSD); Estándar de contabilidad y reporte del ciclo de vida de los productos del Protocolo de GEI [Estándar de contabilidad y reporte del ciclo de vida de los productos del Protocolo de GEI].
- Regla de Categoría de Huella Ambiental de Producto (RCHAP) desarrollada bajo la iniciativa europea de Huella Ambiental de Producto [UE HAP].

Si existen diferentes RCP declaradas oficialmente para el mismo producto de diferentes organizaciones, TfS las revisará con un equipo de expertos y declarará la "RCP aceptada por TfS". Como base para la decisión se comprueba primero la correcta aplicación de la guía de TfS. TfS publica y actualiza cada año una lista de las "RCP aceptadas por TfS". En el caso de las normas sectoriales que no están declaradas oficialmente como RCP o RCHAP, la aplicación también deberá ser justificada y verificada por TfS.

Tabla 5.2 RCP aceptada por TfS (la lista puede adoptarse tras la revisión de la RCP por los expertos de TfS)

Sistema de producto	Norma/Lógica seguida
Craqueo al vapor	[Plastics Europe - Asignación del craqueo al vapor [2017]]
C12-14 Alcoholes grasos (aceites), ésteres metílicos, aceites refinados y crudos de palma, aceites refinados y crudos de coco	[ERASM 2014]
Diisocianato de tolueno (TDI), diisocianato de metileno (MDI)	[ISOPA 2012]
Cloro (proceso cloro-álcali)	[EUROCHLOR 2022]

5.2.5 Tipos y fuentes de datos

Los datos pueden tener diferentes niveles de calidad. Todos los cálculos de la HCP deberían tener el máximo nivel de calidad para que sean significativos y aplicables. Los datos de alta calidad son, por ejemplo, los datos de emisiones que se verifican en el marco de un sistema gubernamental como el EU-ETS. En una reacción química, se necesitan varias entradas. La información sobre las entradas puede provenir de diferentes fuentes. Las entradas de todas las fuentes deberán ser evaluadas con un sistema de calificación de calidad y los datos con los índices de calidad más altos deberán ser utilizados en el cálculo de la HCP. Para la proporción de datos primarios y la calificación de la calidad de los datos, véase el capítulo 5.2.11.

Las fuentes pueden definirse como:

Datos primarios:

- Datos específicos de la empresa: se trata de datos medidos o recopilados directamente de uno o varios procesos (datos específicos de los procesos), de una o varias instalaciones (datos específicos de las instalaciones o plantas) o de uno o varios sitios (datos específicos de los sitios) que son representativos de las actividades de la empresa (empresa se utiliza como sinónimo de organización). Para determinar el nivel de representatividad se puede aplicar un procedimiento de muestreo¹.
- Los datos primarios se definen como datos de procesos específicos del ciclo de vida del producto estudiado. Se recopilan para todos los procesos que pertenecen o están bajo el control de la empresa informante. Los datos de las emisiones directas, los factores de emisión y los datos de actividad de los procesos pueden clasificarse como datos primarios si corresponden a la definición.
- En general, los datos primarios, específicos de la empresa, deberían recopilarse y calcularse con el mayor nivel de granularidad posible. Esto significa que los datos específicos de los procesos se prefieren a los datos específicos de las instalaciones, que a su vez se prefieren a los datos específicos de los sitios.
- Si sólo se dispone de datos específicos de la instalación o del sitio de una empresa, deberán recopilarse o calcularse y ser representativos de la instalación o del sitio para el que se recopilan.
- A continuación, los datos específicos de la instalación o del sitio deberán desglosarse hasta el nivel del producto en función de la masa u otras relaciones significativas.
- También deberían utilizarse datos específicos del sitio para aquellos procesos unitarios que se utilizan habitualmente para varios procesos, por ejemplo, la incineración o el tratamiento de residuos. Los datos de consumo global deberían calcularse por unidad de servicio, por ejemplo, kg de CO₂e por tonelada de residuos incinerados. Además, deberá tenerse en cuenta la información disponible sobre las emisiones específicas en procesos concretos

(por ejemplo, las emisiones de SF₆ de un proceso de incineración de plasma que se utiliza en la industria de los semiconductores).

Varias normas dan prioridad al uso de datos primarios, lo que también apoya esta norma, si la calidad de los datos es alta (véase 5.2.11).

Datos secundarios:

- Datos secundarios - Se definen como datos que no se recopilan, miden o calculan directamente a partir de los datos específicos de producción disponibles para la empresa. Los datos secundarios pueden incluir datos específicos del proveedor y de la tecnología, derivados de datos detallados a nivel de planta/sitio de informes de mercado o patentes, datos promedio de la industria o estudios bibliográficos, y pueden ser una fuente importante y significativa para los datos incluidos en los cálculos de la HCP.
- Los datos secundarios incluyen medias de la industria, estimaciones basadas en estudios bibliográficos, asociaciones, datos de producción publicados, estadísticas gubernamentales, estudios bibliográficos, estudios de ingeniería y patentes, y también pueden basarse en datos financieros. Pueden contener datos indirectos generados por el juicio de expertos externos y otros datos genéricos. Además, pueden proceder de una base de datos de ICV de terceros, de fuentes abiertas, de cálculos de la HCP, etc.
- Pueden ser revisados de forma independiente, lo que aumenta la fiabilidad y la puntuación de la Calificación de la Calidad de los Datos (DQR). Los datos secundarios sólo deberán utilizarse para las entradas y salidas cuando la recopilación de datos primarios no sea factible, o para los procesos de menor importancia o cuando los secundarios, por diversas razones, tengan una mayor calidad o se ajusten mejor que los datos primarios (por ejemplo, datos de asociación para productos específicos).
- Los datos secundarios pueden tener el mismo nivel de calidad que los primarios, dependiendo del proceso de generación de los datos, del ajuste significativo a los datos utilizados, del nivel de agregación, etc.

En caso de lagunas de datos

Hay lagunas de datos cuando no hay datos primarios o secundarios que sean suficientemente representativos del proceso en cuestión en el ciclo de vida del producto. Para la mayoría de los procesos en los que faltan datos, debería ser posible obtener información suficiente para proporcionar una estimación razonable. Por lo tanto, debería haber pocas lagunas de datos, si es que hay alguna. La calificación de la calidad de los datos indicará que existen lagunas de datos que se han rellenado con datos indirectos. En las siguientes secciones se ofrecen orientaciones adicionales para llenar las lagunas de datos con datos indirectos y datos estimados.

⁽¹⁾ Véase el Apéndice A del Estándar Corporativo del Protocolo de GEI para obtener más información sobre el muestreo y las técnicas de muestreo.

Tabla 5.3 Jerarquía de datos para las entradas de energía y materiales en relación con los datos primarios, secundarios e indirectos [Pathfinder Framework (PACT impulsado por el WBCSD)]

Enfoque	Fuente de datos de actividad		Fuente de los factores de emisión	
	Energía ¹	Material	Energía	Material
Mejor caso	Datos internos/ primarios		Para la producción in situ: internos/ primarios Para la electricidad comprada: Certificados de energía renovable específicos del proveedor y garantías de origen Para otros tipos de energía comprada: Específicos del proveedor	Específicos del proveedor (por ejemplo, a través del Pathfinder Network)
Caso base ²	Datos internos/ primarios		Bases de datos secundarios	
Peor caso ³	Datos internos/ secundarios ³ Datos indirectos		Datos indirectos y bases de datos EEIO	

(1) Electricidad, calefacción/refrigeración, vapor.
(2) Enfoque predominante en la práctica.
(3) Datos financieros.

Datos indirectos

Los datos indirectos son datos de procesos similares que se utilizan como sustituto para un proceso específico. Los datos indirectos pueden extrapolarse, ampliarse o personalizarse para representar el proceso en cuestión. Las empresas pueden personalizar los datos indirectos para que se asemejen más a las condiciones del proceso estudiado en el ciclo de vida del producto si existe suficiente información para hacerlo. Los datos pueden personalizarse para que se ajusten mejor a los parámetros geográficos, tecnológicos o de otro tipo del proceso. La identificación de las entradas, salidas y otros parámetros críticos debería basarse en otros inventarios de productos relevantes o en otras consideraciones (por ejemplo, discusiones con un consultor de las partes interesadas) cuando no existan inventarios de productos.

Algunos ejemplos de datos indirectos son:

- Utilizar los datos de los procesos del polietileno cuando se desconocen los datos del insumo plástico específico (por ejemplo, el PEAD). Dependiendo de la evaluación específica, de los procesos que se estudien y de la contribución a la HCP global, utilizar los datos del polietileno como sustituto del polipropileno podría ser también suficiente.
- Adaptar un factor de emisión de la red eléctrica de una región a otra con una combinación de generación diferente.
- Personalizar un proceso de otro producto para que coincida con el proceso estudiado, por ejemplo, cambiando la cantidad de material consumido para que coincida con un proceso similar del producto estudiado.

Datos estimados

Cuando una empresa no pueda recopilar datos primarios o integrar datos secundarios significativos o datos indirectos para llenar una laguna de datos, las empresas deberán estimar los datos que faltan para determinar la importancia de su contribución al resultado de la HCP. Si se determina que los procesos son insignificantes sobre la base de los datos estimados, el proceso puede ser excluido de los resultados del inventario (criterios de corte). Los criterios para determinar la insignificancia se describen en el capítulo 5.2.3 [Estándar de contabilidad y reporte del ciclo de vida de los productos del Protocolo de GEI]. Si la laguna de datos es significativa

y no puede colmarse con los otros tipos de datos definidos en este capítulo, se introducirá una estimación de los datos. Esto deberá hacerse cuidadosamente teniendo en cuenta todo el conocimiento de la laguna de datos con una generación posterior de datos estimados. Los datos estimados deberán ser sustituidos por datos primarios o secundarios lo antes posible en la actualización de la HCP. Para ayudar a evaluar la calidad de los datos, debería documentarse cualquier suposición realizada para rellenar las lagunas de datos, junto con el efecto previsto en los resultados del inventario de productos [ISO 14067: 2018].

5.2.6 Requisitos y fuentes de los factores de emisión

Los factores de emisión son las emisiones de GEI por unidad de datos de actividad, y se multiplican por los datos de actividad para calcular las emisiones de GEI. Los factores de emisión pueden cubrir un tipo de GEI (por ejemplo, CH₄/litro de combustible) o pueden incluir muchos gases en unidades de equivalentes de CO₂. Los factores de emisión pueden incluir un solo proceso en el ciclo de vida de un producto, o pueden incluir múltiples procesos agregados. Los factores de emisión del ciclo de vida que incluyen las emisiones de todos los procesos ascendentes atribuibles a un producto suelen denominarse factores de emisión de la cuna a la puerta. Las empresas deberían entender qué procesos se incluyen en los factores de emisión del inventario para garantizar que todos los procesos del ciclo de vida del producto se tienen en cuenta en el proceso de recopilación de datos.

Los factores de emisión provienen de diferentes fuentes y se distingue entre factores de emisión primarios y secundarios:

Los factores de emisión primarios son factores de emisión calculados a partir de los datos de actividad primarios para un proceso bajo el control de una empresa o facilitados por un proveedor para un proceso bajo su control.

Los factores de emisión secundarios se derivan de fuentes como bases de datos de ACV, informes de inventario de productos publicados, organismos gubernamentales o asociaciones industriales. Los factores de emisión secundarios o por defecto se basan en datos de actividad secundarios. La fuente de los datos secundarios debe especificarse en el informe.

Los factores de emisión siempre deberán incluir todos los GEI y ser factores de emisión de la cuna a la puerta que incluyan las emisiones de todos los procesos ascendentes atribuibles a un producto.

Al seleccionar los factores de emisión deberá aplicarse la siguiente jerarquía:

1. Cuando se disponga de factores de emisión primarios directamente de los proveedores de materias primas y energía, o de los procesos internos, deberán utilizarse éstos. La calidad del factor de emisión específico del proveedor o de la empresa debe evaluarse y comprobarse para ver si es adecuado (véase requisitos de datos primarios o referencia al capítulo correspondiente).
2. Cuando se utilicen los factores de emisión de las empresas de servicios públicos, por ejemplo, para la electricidad o el vapor (los denominados factores basados en el mercado), debe garantizarse que se trata de factores de emisión de la cuna a la puerta, incluyendo tanto las emisiones de la combustión como las emisiones del suministro de portadores de energía primaria. Si la empresa de servicios públicos no puede proporcionar un factor de emisión del ciclo de vida, es necesario revelar información adicional, como los portadores de energía primaria utilizados, y sus respectivas proporciones. Sobre la base de esta información, las emisiones ascendentes procedentes del suministro de los portadores de energía deberán calcularse para complementar el factor de emisión de CO₂ procedente de la combustión y obtener un factor de emisión del ciclo de vida, tal como se describe en el apartado 5.2.8 Requisitos de los datos de actividad. Además, los factores de emisión proporcionados deberían incluir todos los GEI, en especial el CO₂, que es, de lejos, el mayor contribuyente (> 95%) a las emisiones de GEI procedentes de la combustión de combustibles primarios.
3. Los proveedores de servicios públicos deberían utilizar el enfoque de eficiencia o el de asignación de energía al calcular las emisiones de las plantas de cogeneración Combined Heat and Power (CHP), siguiendo las recomendaciones del documento contable del WBCSD, que incluye valores de eficiencia por defecto para utilizarlos en caso necesario [WBCSD Chemicals [2013]].
4. Si los factores de emisión primarios no están disponibles, utilice los factores de emisión secundarios que sean más adecuados según el capítulo 5.2.6. Entre los datos disponibles, utilice los valores de la HCP que sean más representativos y específicos para la geografía y la tecnología utilizada para producir las materias primas, los servicios públicos y los combustibles. Como fuente de datos secundarios, sólo deberían utilizarse los datos de las bases de datos de alta calidad y verificadas que se enumeran a continuación.

Los requisitos adicionales para la selección de datos secundarios para la materia prima se aplican como se muestra a continuación. Deberá seguirse la siguiente jerarquía de selección [BASF SE [2021]]:

1. Si se conoce el lugar de producción (región o país) y la tecnología de producción de la materia prima suministrada, elija un factor de emisión específico de la región o país/ tecnología. Una región puede ser el mundo entero, un grupo de varios países (por ejemplo, Europa) o un área más pequeña (por ejemplo, un grupo de estados en los Estados Unidos, una provincia en Canadá). Por ejemplo, la producción de hidrógeno líquido por electrólisis cloroalcalina en celdas de membranas.
2. Si se conoce el lugar de producción (región o país) de la materia prima suministrada, pero no se conoce la tecnología, elija una combinación de producción específica de la región o del país, por ejemplo, la producción de hidrógeno líquido en Europa.
3. Si no se conoce el lugar de producción, elija una combinación de consumo específica de la región o del país en función de la

ubicación de su proveedor directo, por ejemplo, el mercado de hidrógeno líquido en Europa.

4. Si no hay un conjunto de datos específicos de la región o del país disponible, elija la misma materia prima de otro país o región que sea la más adecuada en términos de emisiones de GEI. Por ejemplo, la producción de hidrógeno líquido por electrólisis cloroalcalina en celdas de membrana en Europa para un proveedor situado en Brasil, en lugar de utilizar un valor medio mundial basado en una alta proporción de países donde la energía se basa principalmente en el carbón.
5. Si la materia prima específica no está disponible, elija un sustituto adecuado, por ejemplo, una sustancia química del mismo grupo químico.

La calidad de los datos sobre los transportes entrantes y entre sitios se basa en los datos primarios de una base de datos sobre las actividades de transporte que incluye los factores de emisión de los modos de transporte con una alta calidad.

En general, los factores de emisión del ciclo de vida deberán obtenerse y calcularse a partir de datos de fuentes verificadas como las que se indican a continuación (lista no exhaustiva):

- Datos verificados de asociaciones como ISOPA, Plastics Europe, Fertilizer Europe, World Steel association, etc.
- Bases de datos de ACV como GaBi (Sphera), Ecoinvent, Carbon Minds, Agribalyse, ELCD (HAP), IDEA, etc.
- Bases de datos oficiales de factores de emisión nacionales, como la EPA de EE.UU., la AIE, Defra, GREET, etc.
- Marco Operativo del GLEC [GLEC Framework] o DIN EN ISO 16258 para el transporte.

Si los factores de emisión secundarios no están disponibles en las referencias enumeradas anteriormente, podrán utilizarse otras fuentes o datos indirectos para llenar los factores de emisión que falten. En cualquier caso, deberá reportarse la fuente de datos secundarios o el empleo de fuentes de datos indirectos. El grado de utilización de datos secundarios deberá especificarse en relación con todas las emisiones de GEI por equivalentes de CO₂.

Las fuentes de datos secundarios deberán especificarse en el informe. Los requisitos de la lista de atributos del Capítulo 5.3 describen detalladamente los atributos que deberán reportarse para los datos primarios y secundarios, así como para el uso de bases de datos secundarios.

5.2.7 Evaluación del impacto del ciclo de vida Life Cycle Impact Assessment (LCIA)

Una HCP representa el impacto potencial del ciclo de vida de un producto en la categoría de impacto ambiental en el cambio climático. Esta categoría de impacto considera que los diferentes GEI tienen un impacto diferente en el cambio climático, expresado como potencial de calentamiento global (PCG) en kg de equivalentes de CO₂ (CO₂e).

La ecuación básica para calcular las emisiones de GEI (CO₂e) de un dato de actividad es:

Kg de CO ₂ e	Datos de actividad	X	Factor de emisión	X	PCG
	Cantidad de actividad		(kg de GEI/ actividad)		(kg de CO ₂ e/ kg de GEI)

Fórmula 1 Por ejemplo, si la actividad es la compra de 5000 kg de metanol como materia prima y el factor de emisión específico del proveedor es 0,80 kg de CO₂e/kg, entonces las emisiones de GEI de la actividad son 5000 * 0,80 = 4000 kg de CO₂e.

La ecuación básica para calcular el CO₂e de una emisión directa es:

$$\text{Kg de CO}_2\text{e} = \text{Datos sobre la emisión directa} \times \text{PCG}$$

(unidad) (unidad) (kg de GEI) (kg de CO₂e/kg de GEI)

Fórmula 2 Los tipos de factores de emisión necesarios dependen de los tipos de datos de actividad recopilados.

Figura 5.3 Tipos de datos para el cálculo de la HCP en el ejemplo de producción de 1 kWh de electricidad

DATOS DE ACTIVIDAD	ELABORACIÓN DE UN INVENTARIO DE EMISIONES POR ACTIVIDAD	CÁLCULO DEL INVENTARIO DE EMISIONES CON DATOS DE ACTIVIDAD	DATOS DEL INVENTARIO DEL CICLO DE VIDA (ICV)	EVALUACIÓN DEL IMPACTO DEL CICLO DE VIDA CON FACTORES DE POTENCIAL DE CALENTAMIENTO GLOBAL (PCG)	FACTORES DE EMISIÓN DE GEI/ DATOS SOBRE LA HCP
Compra de petróleo	Conjunto de datos del proveedor (TfS) HCP de la cuna a la puerta: HCP / kg de petróleo	X 0.5 kg de petróleo	0.2 kg de CO ₂ e / kWh	0.2 kg de CO ₂ e / kWh	0.2 kg de CO ₂ e / kWh
Transporte de petróleo por camión	Conjunto de datos de la base de datos de ACV ICV de la cuna a la puerta: ICV de GEI / kg*km	X 0.5 kg de petróleo para 120 km	0.2 kg de CO ₂ + 0.01 kg de CH ₄ / kWh	1 kg de CO ₂ e / kg de CO ₂ + 30 kg de CO ₂ e / kg de CH ₄	0.5 kg de CO ₂ e / kWh 2.7 kg de CO ₂ e / kWh
Combustión de petróleo en el generador	Cálculo de la emisión de GEI basado en la estequiometría: ICV de GEI / kg de petróleo	X 0.5 kg de petróleo	2 kg de CO ₂ / kWh	2 kg de CO ₂ / kWh	2 kg de CO ₂ e / kWh
Lista de actividades dentro del límite del sistema para producir el producto	Existen diferentes fuentes de datos sobre los factores de emisión	Por unidad declarada 1 kWh	Inventario de emisiones de GEI por unidad declarada	Los factores de PCG convierten los distintos GEI en la unidad común de CO ₂ e	Emisiones agregadas de GEI en CO ₂ e por unidad declarada

En la figura 5.4 se describe un ejemplo de datos sobre el proceso de cloro-álcali puerta a puerta. Se muestra la media ponderada de las entradas y salidas de material y energía seleccionadas para la producción de cloro por kg de cloro. Los valores de la figura no representan las entradas y salidas asignadas, sino las totales del proceso de electrólisis medio divididas por la cantidad de cloro producida y sólo muestran algunas entradas. La asignación

sigue la generación de esta información sobre los GEI. Se muestra cómo deberán introducirse los datos de actividad y los factores de emisión para generar un conjunto de datos conforme a las directrices antes de la asignación [EUROCHLOR 2022]. Los datos secundarios indirectos para la HCP de los materiales de entrada se extrajeron de Winnipeg [Winnipeg CO₂ Emission Factors].

Figura 5.4 Datos sobre el proceso de cloro-álcali puerta a puerta para el cálculo de la HCP y la transferencia a una HCP básica antes de la asignación

DATOS DE ACTIVIDAD	ELABORACIÓN DE UN INVENTARIO DE EMISIONES POR ACTIVIDAD	CÁLCULO DEL INVENTARIO DE EMISIONES CON DATOS DE ACTIVIDAD	DATOS DEL INVENTARIO DEL CICLO DE VIDA (ICV)	EVALUACIÓN DEL IMPACTO DEL CICLO DE VIDA CON FACTORES DE POTENCIAL DE CALENTAMIENTO GLOBAL (PCG)	FACTORES DE EMISIÓN DE GEI/ DATOS SOBRE LA HCP
Uso de la red eléctrica	Cálculo de las emisiones de GEI a partir de los datos de la red: ICV de GEI / kWh	X 2.36 kWh	0.395 kg de CO ₂ / kWh	1 kg de CO ₂ e / kg de CO ₂	0.93 kg de CO ₂ e / kg
Compra de sal	Conjunto de datos del proveedor (TfS) HCP de la cuna a la puerta: HCP / kg de petróleo	X 2.15 kg de sal	0.2 kg de CO ₂ / kg	1 kg de CO ₂ e / kg de CO ₂	0.43 kg de CO ₂ e / kg 1.4 kg de CO ₂ e / kg
Compra de ácido sulfúrico	Conjunto de datos de la base de datos de ACV ICV de la cuna a la puerta: ICV de GEI / kg	X 0.01 kg de ácido sulfúrico	0.14 kg de CO ₂ / kg	1 kg de CO ₂ e / kg de CO ₂	0.001 kg de CO ₂ e / kg
Lista de actividades dentro del límite del sistema para producir el producto	Existen diferentes fuentes de datos sobre los factores de emisión	Por unidad declarada 1 kg de cloro	Inventario de emisiones de GEI por unidad declarada	Los factores de PCG convierten los distintos GEI en la unidad común de CO ₂ e	Emisiones agregadas de GEI en CO ₂ e por unidad declarada

El cálculo de la HCP consiste en la suma de cada uno de los GEI emitidos y removidos del sistema de producto y en la aplicación de las reglas de asignación cuando sea necesario (véanse los capítulos 5.2.9 y 5.2.10).

Los GEI que deberán contabilizarse se identifican en el Protocolo de GEI titulado "Gases de efecto invernadero requeridos en los inventarios: Enmienda al Estándar de contabilidad e informes". La lista incluye el dióxido de carbono (CO₂), el metano (CH₄), el óxido nítrico (N₂O), los hidrofluorocarbonos (HFC), los compuestos perfluorados, el hexafluoruro de azufre (SF₆), el trifluoruro de nitrógeno (NF₃), los perfluorocarbonos (PFC), los éteres fluorados (HFE), los perfluoropolímeros (p. ej., los PFPE), los clorofluorocarbonos (CFC) y los hidroclorofluorocarbonos (HCFC). Las emisiones de GEI deberán agregarse como equivalentes de CO₂ y no deberán reportarse por separado para los gases individuales.

Según el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), en los cálculos de la HCP deberán utilizarse los factores de caracterización del PCG en 100 años (GWP100y), sobre la base del Sexto Informe de Evaluación (IE6) del IPCC. Estos factores incluyen la retroalimentación entre el ciclo del carbono y el cambio climático para los gases que no son CO₂. Si en el futuro se producen actualizaciones, TfS actualizará la guía en consecuencia para ajustarse a la última versión.

Los factores de caracterización del PCG en 100 años del IE6 **deberán extraerse prioritariamente de la tabla 7.15** del capítulo 7 del Sexto Informe de Evaluación del IPCC - Cambio Climático 2021: La base física. Esta tabla incluye los efectos químicos del CH₄ y del N₂O [IPCC 2021- La base física].

Los factores de caracterización del PCG en 100 años del IE6 para las sustancias que no figuran en la tabla 7.15 deberán extraerse de la **tabla 7.SM.7** de los materiales suplementarios del capítulo 7 del Sexto Informe de Evaluación (IE6) - Cambio Climático 2021: La base física [IPCC 2021- Materiales Suplementarios].

Los factores de caracterización del PCG en 100 años según el Quinto Informe de Evaluación (IE5) del IPCC, Apéndice 8.A (Duración, Forzamientos Radiativos y Valores Métricos) pueden ser utilizados en 2022 durante el periodo de transición [IPCC 2013- La base física].

El informe de la HCP deberá revelar qué base del Informe de Evaluación del IPCC se utiliza.

5.2.8 Requisitos de los datos de actividad

Los datos de actividad describen aplicaciones y usos específicos de materiales, energías, servicios, etc. En un ACV, la descripción de las actividades dentro de los límites de un sistema es necesaria para calcular los flujos de masas de los usos de los materiales, los usos de la energía, etc. Las cantidades de las actividades se relacionan posteriormente con los inventarios del ciclo de vida para calcular la contribución de dichas actividades a la HCP de todo el producto.

5.2.8.1 Electricidad y energía térmica

Este capítulo ofrece orientación sobre cómo contabilizar las emisiones asociadas al uso de la electricidad y la energía térmica, como el vapor, el calor y la refrigeración.

Las emisiones de GEI asociadas al uso de la energía deberían incluir

- **Emisiones ascendentes** del sistema de suministro de energía (por ejemplo, la extracción y el transporte del combustible hasta el generador de energía o el cultivo y el procesamiento de la biomasa para su uso como combustible).
- Emisiones de GEI **durante la generación de electricidad o energía térmica**, incluidas las pérdidas durante el transporte y la distribución.
- **Emisiones descendentes** (por ejemplo, el tratamiento de los residuos en forma de cenizas procedentes del funcionamiento de las centrales eléctricas de carbón).

Para las fuentes de los factores de emisión, véase el capítulo 5.2.6. Si se utilizan fuentes como la AIE o la EPA, deberá garantizarse que también se incluyan las emisiones asociadas a las actividades ascendentes.

Una empresa puede adquirir portadores de energía primaria como el gas natural, el petróleo o el carbón, ya sea como materia prima para el posterior procesamiento de materiales o como combustible para generar energía. Las emisiones ascendentes derivadas de la actividad para proporcionar estos portadores de energía primaria deberán estimarse como se describe en el capítulo 5.2.8.2. Materias primas.

Energía térmica: sistemas de vapor, calor y refrigeración

Las empresas deberán reportar las emisiones derivadas de la compra y el uso de estos productos energéticos de la misma manera que para la electricidad: de acuerdo con un método basado en la localización y en el mercado si los instrumentos contractuales utilizados cumplen con los Criterios de Calidad de Alcance 2, según corresponda para las transacciones de gas. Estas pueden ser el mismo total cuando se utilicen transferencias de energía en línea directa [Estándar de Alcance 2 del Protocolo de GEI].

Energía térmica autogenerada

Si la energía se genera internamente (por ejemplo, in situ) y se consume para la producción del producto estudiado, los datos primarios del sistema de generación de energía deberán utilizarse para calcular la HCP del producto. Los datos primarios tanto de la actividad como de las emisiones directas deberán recopilarse mediante un enfoque ascendente.

La energía térmica también puede generarse como un coproducto de un proceso químico (por ejemplo, el exceso de vapor). Véase el capítulo 5.2.9 para obtener más orientación sobre cómo contabilizar las emisiones de la energía y otros coproductos.

Energía térmica comprada

Si la empresa informante compra energía térmica, deberán utilizarse los factores de emisión de GEI de un producto energético específico del proveedor (enfoque basado en el mercado).

Un método basado en el mercado refleja las emisiones de la electricidad que las empresas han elegido a propósito (o su falta de elección). Deriva los factores de emisión de los instrumentos contractuales, que incluyen cualquier tipo de contrato entre dos partes para la venta y la compra de energía agrupada con atributos sobre la generación de energía, o para las demandas de atributos no agrupados.

Si el proveedor de energía no puede proporcionar un factor de emisión de GEI basado en el ciclo de vida para el producto energético, sino sólo el factor de emisión de CO₂e de las emisiones directas (por ejemplo, la combustión), es necesario añadir las emisiones anteriores de los combustibles que intervienen en la producción de energía. En este caso, el proveedor de energía debe proporcionar información sobre los portadores de energía primaria utilizados y su proporción. Los factores de emisión de GEI deberán ser calificados con una evaluación DQR siguiendo esta norma.

Electricidad

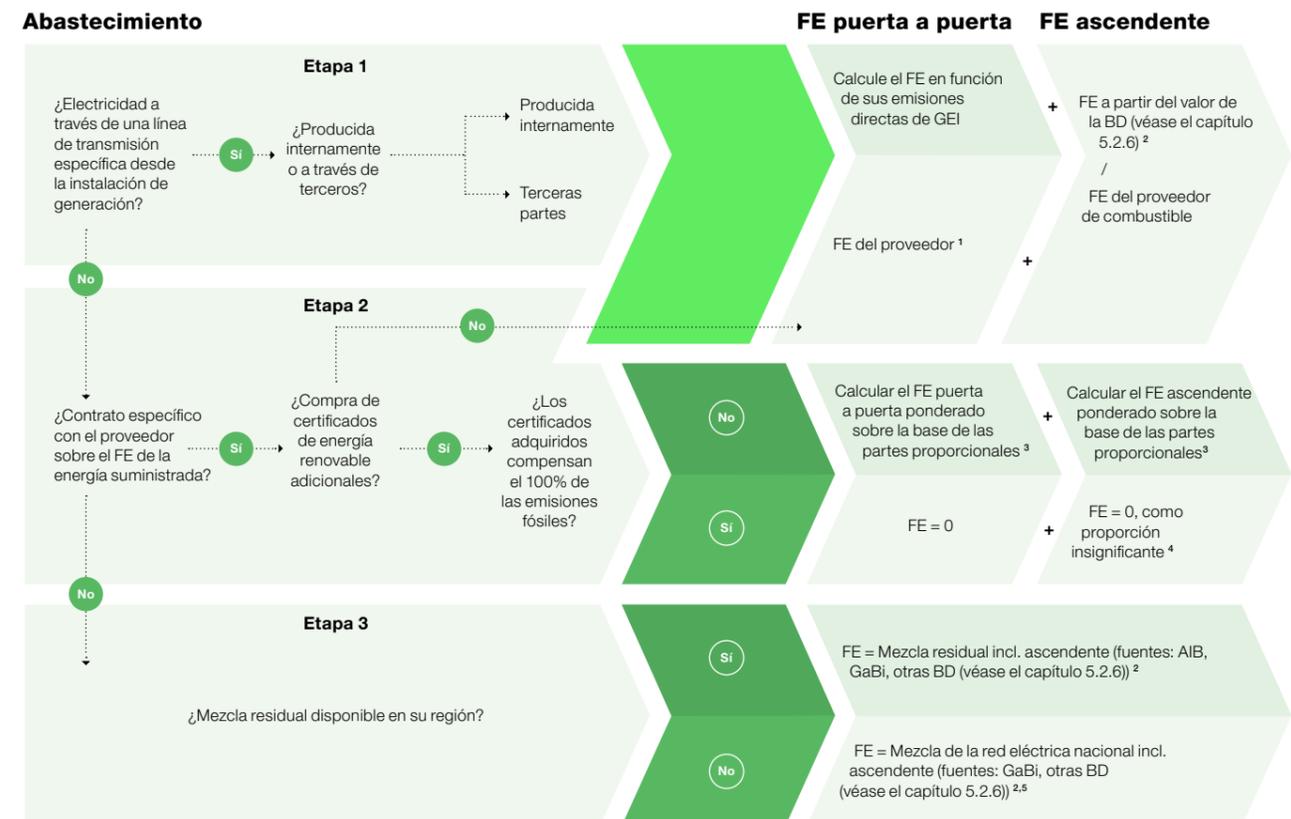
Para el uso en el cálculo de la HCP, las organizaciones deberían calcular generalmente las emisiones de la electricidad siguiendo el enfoque basado en el mercado (tal y como se describe en la Guía de Alcance 2 del Protocolo de GEI). El enfoque de contabilización de la electricidad utilizado debería abordarse en el informe de la HCP. Por favor, siga el árbol de decisiones en la Figura 5.5 para determinar sus opciones en cuanto a las emisiones de GEI de la electricidad adquirida. Como se ha indicado anteriormente, el factor de emisión total de GEI debería incluir las emisiones de GEI producidas durante la generación de la electricidad (puerta a puerta) y las emisiones ascendentes del sistema de suministro de energía primaria. Por comodidad, es posible sumar ambos factores para obtener un factor total de GEI si ambos se refieren a la misma unidad energética. El árbol de decisiones se divide en tres etapas (que se explican adicionalmente a continuación con más detalle):

- Etapa 1: Electricidad a través de una línea de transmisión específica (basada en el mercado).
- Etapa 2: Electricidad de la red (basada en la ubicación) o contrato específico con el proveedor sobre la combinación energética (basada en el mercado).
- Etapa 3: Mezcla residual (no hay contrato específico con el proveedor sobre la combinación energética o no hay datos específicos disponibles).

Comience en la esquina superior izquierda de la etapa 1. Excepción: Si su empresa ha vendido a un tercero certificados de atribución de la energía para la electricidad recibida a través de un instrumento contractual, comience en la etapa 3 (véase la Figura 5.5).

Los factores de emisión puerta a puerta consideran las emisiones dentro de los límites de la empresa, excluyendo todas las emisiones ascendentes.

Figura 5.5 Árbol de decisiones sobre la selección de factores de emisión adecuados para la electricidad de origen externo



(1) Si el Factor de Emisión (FE) del proveedor no está disponible, pase directamente a la etapa 3.
 (2) Si no tiene acceso a los datos sobre el FE ascendente, aplique en su lugar el 20% del valor de la AIE y añádalo al FE puerta a puerta.
 (3) Después de recibir la combinación energética individual de su proveedor, multiplique los FE correspondientes a su fuente de energía con su parte proporcional de la combinación energética, teniendo en cuenta también las emisiones fósiles parcialmente compensadas por los certificados adquiridos (por ejemplo: combinación energética: 20% de energía renovable (ER), 80% de energía fósil (EF); certificados adquiridos: una cantidad para compensar el 50% de las emisiones fósiles = $FE_{\text{renovables}} = 0,2 \times FE_{\text{ER}} + 0,8 \times 0,5 \times FE_{\text{EF}} + 0,8 \times 0,5 \times 0$).
 (4) Si el impacto se encuentra dentro del intervalo de corte (véase el capítulo 5.2.3), aplique un valor de FE = 0. En caso contrario, utilice el valor de la BD (GaBi u otras BD (véase el capítulo 5.2.6)).
 (5) Como alternativa, se pueden utilizar los datos de la AIE si se añaden los FE ascendentes de las BD (GaBi u otras BD (véase el capítulo 5.2.6)).

Etapa 1: Comprobar si la electricidad llega a través de una línea de transmisión específica desde la instalación de generación

Determinación del factor de emisión puerta a puerta

Si existe una línea de transmisión dedicada entre la organización y la planta de generación de electricidad y no se han vendido certificados (también conocidos como instrumentos contractuales) para esa electricidad consumida a un tercero, deberán utilizarse los factores de emisión de GEI de la electricidad específica del proveedor.

- Si la electricidad se genera internamente (por ejemplo, electricidad generada in situ) deberán utilizarse los datos primarios del sistema de generación de electricidad para calcular la HCP del producto.
- Si la electricidad es suministrada por un tercero, se puede utilizar un factor de emisión de GEI obtenido del tercero.

Si existe una línea de transmisión específica entre la organización y la planta de generación de electricidad y los certificados de atribución de la energía se han vendido mediante instrumentos contractuales a un tercero, la organización debe comenzar en la etapa 3 del árbol de decisiones.

Determinación del factor de emisión ascendente

Las emisiones ascendentes de GEI adicionales (por ejemplo, las derivadas de la extracción y el transporte de combustibles hasta la instalación de generación de electricidad) pueden solicitarse a los proveedores de combustible o electricidad o calcularse a partir de los valores de la base de datos (las bases de datos adecuadas se encuentran en el capítulo 5.2.6). Si la organización ha producido internamente la electricidad y decide calcular las emisiones ascendentes de GEI a partir de los valores de la base de datos, el consumo de combustible por unidad de electricidad producida sirve de base. En el caso de la electricidad procedente de terceros, se requiere la composición de la combinación eléctrica para el cálculo.

Etapa 2: Electricidad de la red (contrato específico con el proveedor sobre la combinación energética)

Determinación del factor de emisión puerta a puerta

Si la organización tiene un contrato específico con un proveedor de electricidad con un determinado factor de emisión de GEI y no se compran más certificados de atribución de energía renovable, la organización deberá utilizar las emisiones de GEI de un producto eléctrico específico del proveedor.

En el caso de que se adquirieran más certificados de energía renovable, la organización debe comprobar si son suficientes para compensar las emisiones fósiles de la electricidad obtenida. Si no es así, debe calcularse un factor de emisión puerta a puerta proporcional para la electricidad basado en la parte restante que no está compensada por los certificados. Si los certificados compensan las emisiones fósiles, el factor de emisión puerta a puerta puede fijarse en cero.

Tenga en cuenta que, por contrato, el proveedor de electricidad debe garantizar el seguimiento de su producto para que no se produzca una doble contabilización de la electricidad renovable.

Determinación del factor de emisión ascendente

Las emisiones ascendentes de GEI adicionales (por ejemplo, las derivadas de la extracción y el transporte de combustibles hasta la instalación de generación de electricidad) pueden solicitarse a los proveedores de electricidad o calcularse a partir de valores de bases de datos (véase el capítulo 5.2.6 para bases de datos adecuadas). Si la organización decide calcular las emisiones ascendentes de GEI a partir de valores de bases de datos, se requiere la composición de la combinación eléctrica para el cálculo.

En el caso de que se adquirieran más certificados de energía renovable, la organización debe comprobar si son suficientes para compensar las emisiones fósiles de la electricidad obtenida. Si no es así, debe calcularse un factor de emisión ascendente proporcional para la electricidad basado en la parte restante que no está compensada por los certificados. Si los certificados compensan las emisiones fósiles en el factor puerta a puerta, la organización debería determinar las emisiones ascendentes del tipo de energía renovable aplicada calculándolas a partir de los valores de la base de datos. Las emisiones ascendentes pueden despreciarse si son insignificantes y, por tanto, entran dentro de los criterios de corte (véase el capítulo 5.2.3). Para comprobarlo, deberían utilizarse datos primarios. Si no se dispone de ellos, la información de los datos secundarios puede ser útil para verificar el punto de corte.

Etapa 3: Mezcla residual (no hay contrato específico con el proveedor sobre la combinación energética o no hay datos específicos disponibles).

Cuando no se disponga de información sobre la electricidad específica del proveedor o se hayan vendido certificados de atribución de la energía a un tercero, debería utilizarse un factor de emisión de GEI residual (enfoque basado en el mercado). Este factor representa las emisiones que quedan después de que los certificados, contratos y factores específicos del proveedor hayan sido reclamados y eliminados del cálculo. Las organizaciones deberían comprobar las bases de datos (véase el capítulo 5.2.6) para conocer las mezclas residuales disponibles para su región de operación. Los valores de las bases de datos son preferibles si cubren un límite de la cuna a la puerta. Como alternativa, las organizaciones que operan en Europa pueden utilizar mezclas residuales de fuentes como AIB [AIB 2021- European Residual Mix] para determinar sus factores de emisión puerta a puerta. Si se utiliza esta fuente, los factores de emisión ascendentes deben calcularse a partir de la composición de la combinación eléctrica utilizando los valores de la base de datos para los combustibles. Si se utiliza una mezcla residual de AIB, las emisiones ascendentes de la electricidad deben calcularse sobre la base de los combustibles utilizados. Las empresas que operan en otras regiones deberían comprobar si se dispone de datos sobre la mezcla residual (por ejemplo, para determinadas regiones de EE.UU. se publican mezclas residuales, véase [Green-e 2021- Residual Mix Emission Rate]).

Si no se dispone de datos sobre la mezcla residual, como última opción de calidad según la Guía de Alcance 2 del Protocolo de GEI [Estándar de Alcance 2 del Protocolo de GEI], se pueden aplicar mezclas de la red nacional. Las organizaciones deberían

comprobar las bases de datos (véase el capítulo 5.2.6) para los factores de emisión que cubren un límite de la cuna a la puerta. Si no se dispone de valores de bases de datos, las organizaciones pueden utilizar los datos de la AIE como factores de emisión puerta a puerta. Si se opta por esa vía, es obligatorio calcular los factores de emisión ascendentes a partir de la composición de la mezcla de la red eléctrica aplicando los valores de la base de datos para los combustibles.

Notas adicionales sobre las energías renovables

La Directiva sobre energías renovables [CE-Directiva sobre energías renovables] define la energía renovable o "verde" como: "...la energía procedente de fuentes renovables no fósiles, a saber, la energía eólica, solar, aerotérmica, geotérmica, térmica, hidrotérmica y oceánica, la energía hidroeléctrica, la biomasa, los gases de vertedero, los gases de las plantas de depuración y los biogases".

Es importante evitar la doble contabilización. Según la norma ISO 14067 [ISO 14067: 2018], no se produce una doble contabilización:

- Cuando el proceso que utilizó la electricidad y ningún otro proceso puede reclamar los factores de emisión de GEI específicos del generador para esa electricidad.
- Cuando la producción de electricidad específica del generador no influye en los factores de emisión de GEI de ningún otro proceso u organización [ISO 14067: 2018].

La compra y el uso de electricidad verde pueden considerarse en el factor de emisión basado en el mercado siempre que se cumplan los criterios del capítulo 6.4.9.4.4 de la norma ISO 14067 [ISO 14067: 2018].

Si una unidad funciona con un 20% de certificados de energía 100% renovable, la producción total puede declararse renovable en un 20%. Alternativamente, puede aplicarse un enfoque de balance de masas a la electricidad renovable o descarbonizada. En este caso, se pueden aplicar los mismos principios que los de la cadena de custodia para el balance de biomasa (capítulo 5.2.10.5). La energía renovable adquirida para productos específicos puede aplicarse a esos productos específicos.

No deberán utilizarse compensaciones en el cálculo de la energía renovable.

Los mismos requisitos y disposiciones para la electricidad renovable son aplicables a otras formas de energía renovable, incluida la energía térmica renovable.

Notas adicionales:

- Si los procesos dentro del sistema bajo estudio se encuentran en pequeños estados insulares en desarrollo (PEID, según la definición de las Naciones Unidas), la HCP o la HCP de la cuna a la puerta pueden cuantificarse adicionalmente utilizando instrumentos contractuales para dichos procesos, independientemente de la interconectividad de la red.
- Los instrumentos contractuales son cualquier tipo de contrato entre dos partes para la compra y venta de energía agrupada con atributos sobre la generación de energía, o para reclamaciones de atributos no agrupados. EJEMPLO: Los instrumentos contractuales pueden incluir certificados de atribución de la energía, certificados de energía renovable (REC), garantías de origen (GdO) o certificados de energía verde.
- Las características de un generador deberían incluir el nombre registrado de la instalación, el nombre de los propietarios, la naturaleza de la energía generada, la capacidad de generación y la energía renovable suministrada. Se pueden añadir características adicionales para describir la generación de electricidad.

5.2.8.2 Materias primas

Las materias primas se definen como materiales que se compran y se utilizan para fabricar un producto. Pueden ser de origen primario o secundario. Las materias primas secundarias incluyen, por ejemplo, el material reciclado (ISO 14040 [ISO 14040: 2006], véase capítulo 5.2.8.4). Las materias primas primarias suelen denominarse materiales "vírgenes".

De acuerdo con el Pathfinder Framework [Pathfinder Framework (PACT impulsado por el WBCSD)], las materias primas pueden ser:

- Extraídas directamente por la empresa, por ejemplo, actividades mineras o producción agrícola.
- Abastecidas por proveedores externos.
- De fabricación externalizada.
- Procedentes de procesos de reciclaje.

Los productos químicos suelen basarse en materias primas derivadas del petróleo y sus derivados. Las materias primas suministradas a una máquina o planta de procesamiento se definen como insumos.

El cálculo de la HCP deberá tener en cuenta los ciclos de vida ascendentes completos de las materias primas; desde la adquisición de materias primas y el preprocesamiento o la generación directa a partir de recursos naturales (por ejemplo, la minería) hasta la puerta de la fábrica. También deberá incluir la eliminación de los residuos generados durante la producción de materias primas.

Según el Pathfinder Framework [Pathfinder Framework (PACT impulsado por el WBCSD)], la adquisición de materiales se refiere a la extracción de recursos del medio ambiente necesarios para crear un producto. El preprocesamiento se refiere al refinamiento de todos los recursos naturales y biogénicos adquiridos para que puedan ser utilizados en una instalación de producción. También deberá incluirse el transporte hacia y desde los lugares de extracción de los recursos, las instalaciones de preprocesamiento y las instalaciones de producción.

Información sobre las materias primas compradas y las materias primas utilizadas en una reacción química

En las reacciones químicas, las materias primas pueden comprarse o utilizarse en diferentes sitios o en diferentes plantas dentro de un sitio.

Como base para los cálculos de la HCP, deberían definirse las proporciones de la red de producción de productos químicos y las combinaciones de consumo de materias primas. Las relaciones entre los productos de diferentes fuentes deberían documentarse con una lista de materiales (BoM) de un sistema de informes. Las relaciones intraempresariales entre todos los sitios implicados de una empresa pueden integrarse en una red de información. Los promedios representativos de las proporciones de la red de producción (tasa porcentual) deberían generarse resolviendo y eliminando las relaciones entre empresas. Para los cálculos se utilizará la lista de materiales consolidada. Las proporciones están disponibles para todas las materias primas necesarias en una empresa y están basadas en un equilibrio entre oferta y demanda para cada sitio/planta de producción y la información de la empresa. Para calcular promedios de insumos de la misma materia prima de diferentes fuentes, deberá utilizarse un enfoque de ponderación de masas vinculado con la HCP de las diferentes materias primas obtenidas.

El cálculo promedio puede basarse en:

- Fuente externa (comprada a un proveedor externo):
 - La materia prima se adquiere de un proveedor externo.
 - Todas las materias primas compradas vienen con una HCP. La información sobre la HCP debe obtenerse mediante la HCP específica del proveedor que se suministra con las materias primas o mediante datos secundarios sobre la materia prima (véase el apartado 5.2.5 sobre los requisitos de los datos primarios y secundarios y el apartado 5.2.6 sobre los requisitos de los factores de emisión).
 - En el caso de varios proveedores de una materia prima, la HCP de las materias primas debe promediarse por cantidad de volúmenes comprados. Como alternativa, las materias primas específicas de un proveedor pueden dividirse en líneas de productos específicas con una justificación documentada.
- Origen empresarial:
 - El producto se fabrica según otra lista de materiales en la misma empresa.
 - Producto transferido dentro de la empresa: el producto se obtiene según una lista de materiales de otro sitio interno o incluso de una planta.
- Origen mixto:
 - El producto se produce según otra lista de materiales en el mismo sitio/planta interno, y/o el producto procede de otro sitio/planta de la empresa, y el producto se adquiere de un proveedor externo [BASF SE [2021]].

La ecuación del apartado 5.2.7 muestra una ecuación básica para calcular las emisiones de GEI (CO₂e) a partir de los datos de actividad.

Los datos utilizados para las materias primas pueden ser datos primarios o secundarios (véase el capítulo 5.2.5). En el capítulo 5.2.6 se pueden encontrar más requisitos sobre los factores de emisión.

Actualmente no existen requisitos mínimos de calidad de los datos (véase el capítulo 5.2.11) para las materias primas, con el fin de adaptarse a la necesidad de un tiempo de transición para el desarrollo de capacidades en las cadenas de suministro. Es deseable que TfS o las empresas miembros implementen requisitos mínimos de calidad de los datos en el futuro.

5.2.8.3 Transporte

Las emisiones de GEI procedentes del transporte suelen tener un impacto menor en la HCP de un producto químico. Sin embargo, deberán considerarse y comprobarse si son importantes para la HCP mediante un proceso iterativo (véase también los criterios de corte, capítulo 5.2.3).

Las siguientes actividades de transporte deberán incluirse en una HCP de la cuna a la puerta:

- El transporte en la cadena de suministro, por ejemplo, el transporte de materias primas a la sede de la empresa, o el transporte de una materia prima de un proveedor de nivel 2 a un proveedor de nivel 1 (si aún no se ha considerado).
- El transporte interno como, por ejemplo, el transporte a un lugar de almacenamiento interno como parte de las actividades directas de una empresa, sólo debería considerarse si la contribución a la HCP global es significativa (véase el capítulo 5.2.3).
- El transporte de un producto intermedio de un lugar de producción a otro deberá considerarse si es pertinente según los criterios de corte.

Las emisiones de GEI del transporte saliente no deberán incluirse en la HCP de la cuna a la puerta, sino que deberán calcularse y reportarse por separado si así lo solicitan los clientes.

En general, las emisiones de GEI relativas a todo el ciclo de vida del combustible (es decir, del pozo a la rueda)¹ deberán considerarse en el cálculo de las emisiones del transporte.

Los transportes pueden ser realizados directamente por la empresa informante, por ejemplo, mediante vehículos propios de la empresa o alquilados, o por proveedores externos de servicios de transporte. Por tanto, el método utilizado para calcular las emisiones del transporte relacionadas con el producto depende en gran medida de la disponibilidad de información como el consumo de combustible, la distancia recorrida, el modo de transporte o las características específicas de la carga.

En los siguientes párrafos se ofrece una orientación sobre cómo calcular las emisiones del transporte en función del tipo de datos disponibles (véase también la figura 5.6), [Pathfinder Framework (PACT impulsado por el WBCSD)]. Esta orientación ya no está disponible en la versión actualizada del Pathfinder Framework.

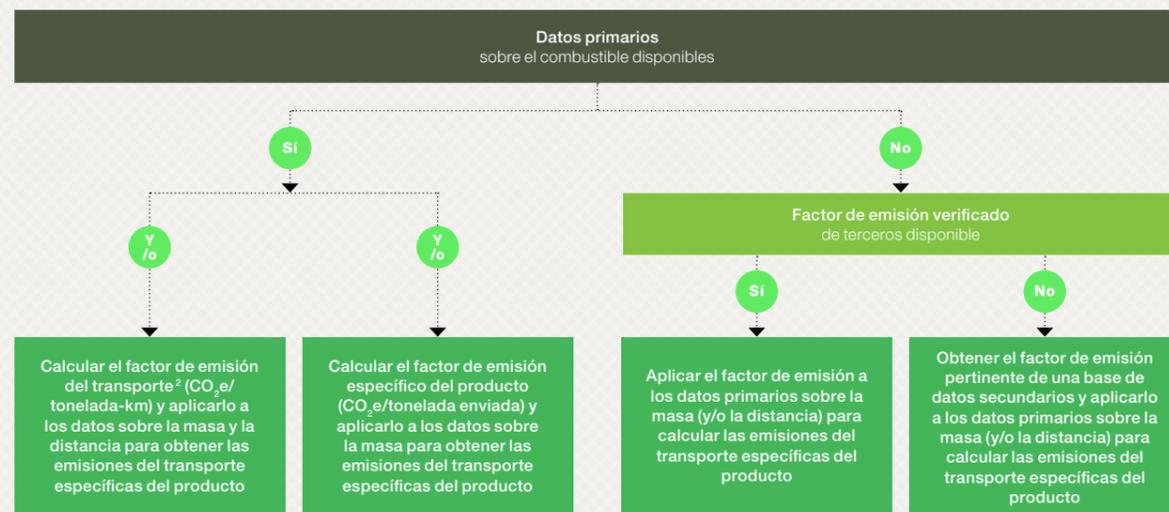
1. Si están disponibles, deberían utilizarse datos primarios sobre el uso de combustible para calcular las emisiones del transporte relacionadas con el producto, basándose en el modo de transporte efectivo, la distancia y la carga del vehículo. Los datos sobre el consumo de combustible deberían cubrir el viaje de ida y vuelta completo, es decir, incluir todo el combustible asociado a los viajes llenos, parcialmente cargados y vacíos, cuando proceda. La asignación de estas emisiones deberá basarse en la masa del producto. En los casos en que el transporte esté

limitado por el volumen (la masa de la carga completa es inferior a la capacidad de carga del camión), la asignación deberá basarse en el volumen.

2. Cuando no se disponga de datos primarios, pero los datos sobre las emisiones del transporte específicas del producto hayan sido compartidos por la tercera parte que opera el transporte, estos datos deberían utilizarse e incluirse en el cálculo de la HCP.
3. Cuando una empresa no disponga ni de datos primarios sobre el uso de combustible ni de acceso a las emisiones del transporte específicas del producto, deberán utilizarse los datos primarios sobre la masa y la distancia más adecuada para el cálculo de las emisiones. El factor de emisión pertinente por tipo de transporte (expresado en CO₂e por tonelada-km) facilitado, por ejemplo, por el proveedor de servicios de transporte, debería aplicarse a estos datos para calcular las emisiones específicas del producto. Si no se dispone de ningún factor de emisión, deberán consultarse las bases de datos secundarios pertinentes para obtener el factor de emisión necesario (véase la sección 5.2.6 para las bases de datos adecuadas o [Marco Operativo del GLEC]).

NOTA: Las emisiones de GEI de las aeronaves tienen impactos climáticos adicionales en determinadas circunstancias a grandes altitudes debido a las reacciones físicas y químicas con la atmósfera. Para más información sobre las emisiones de GEI de las aeronaves, véanse las Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero y el Informe especial del IPCC sobre la aviación.

Figura 5.6 Pasos para calcular las emisiones del transporte de productos [Pathfinder Framework (PACT impulsado por el WBCSD)]



(1) El concepto "del pozo a la rueda" incluye las emisiones de GEI relacionadas con la producción, distribución y combustión del combustible.
 (2) Los factores de emisión son siempre por modo y tipo de transporte.

Evaluación del impacto del transporte: ejemplo del transporte por camión

Los conjuntos de datos sobre el transporte por camión se expresan en tkm (tonelada*km) y reflejan el impacto ambiental de 1 tonelada (t) de producto que se transporta durante 1km en un camión con una carga determinada. La carga útil de transporte (= masa máxima permitida) se indica en el conjunto de datos. Por ejemplo, un camión de 28-32 t tiene una carga útil de 22 t; el conjunto de datos de ACV para 1 tkm (a plena carga) expresa el impacto ambiental de 1 t de producto que se transporta durante 1 km en un camión de 22 t de carga. Las emisiones del transporte se asignan en función de la masa del producto transportado y sólo se obtiene una parte de 1/22 de las emisiones totales del camión. Cuando la carga transportada es inferior a la capacidad máxima de carga (por ejemplo, 10 t), el impacto ambiental de 1 t de producto se ve afectado de dos maneras. En primer lugar, el camión consume menos combustible por carga total transportada (lo que no se tiene en cuenta por razones de simplificación) y, en segundo lugar, su impacto ambiental se asigna en función de la carga transportada (por ejemplo, 1/10 t). Cuando la masa de una carga completa es inferior a la capacidad de carga del camión (por ejemplo, 10 t), el transporte del producto puede considerarse limitado en volumen. En este caso, el impacto ambiental deberá calcularse utilizando la masa real cargada. Si se sabe que se trata de transportes de ida y vuelta vacíos, deberá considerarse el impacto de las emisiones del transporte de ida y vuelta y atribuirse al producto transportado. Para el transporte de ida y vuelta vacío, puede considerarse un factor de emisión reducido en comparación con la carga útil completa.

Puede considerarse un factor de carga medio de 0,5 toneladas netas por tonelada bruta. Puede concluirse que la proporción de vehículos vacíos/km en el transporte de larga distancia sigue siendo significativamente mayor en el ferrocarril que en el transporte por carretera. El mayor número de vehículos vacíos/km en el ferrocarril puede atribuirse en parte a las características de las mercancías transportadas.

Por lo tanto, suponemos diferencias menores para las mercancías a granel y de gran volumen y hacemos las siguientes suposiciones:

- La carga máxima se alcanza para el vehículo cargado/km con mercancías a granel. Los vehículos vacíos/km adicionales se estiman en un 60% de la carga máxima para el transporte por carretera y en un 80% de la carga máxima para el transporte por ferrocarril.
- El factor de carga relacionado con el peso del vehículo cargado/km con mercancías voluminosas se estima en un 30% de la carga máxima para el transporte por carretera y ferrocarril. El factor de viaje en vacío se estima en un 10% para el transporte por carretera y en un 20% para el transporte por ferrocarril en relación con la carga máxima. Estos supuestos tienen en cuenta la mayor flexibilidad del transporte por carretera, así como la idoneidad general del transportista para transportar otras mercancías en el transporte de ida y vuelta.

EcoTransIT World ofrece una calculadora de emisiones de gases de efecto invernadero y de gases de escape de conformidad con la norma EN 16258 y el Marco Operativo del GLEC [EcoTransIT- Calculadora de emisiones de gases de efecto invernadero].

La norma ISO 14083, que está en fase de desarrollo, ofrecerá más orientación sobre el transporte. Deberán reportarse todos los supuestos y cortes relativos al transporte. Además, el Consejo Global de Emisiones Logísticas (GLEC) ha desarrollado el Marco Operativo del GLEC, una metodología

mundialmente reconocida para el cálculo y el informe armonizados de la huella logística de GEI en toda la cadena de suministro multimodal [Consejo Global de Emisiones Logísticas (GLEC)].

5.2.8.4 Tratamiento y reciclaje de residuos

La fabricación de productos químicos a menudo implica la generación de materiales de desecho, incluidos sólidos, líquidos, gases y aguas residuales.

Un residuo es cualquier sustancia u objeto del que su poseedor se desprende o tiene la intención de desprenderse según la Directiva Marco de Residuos de la UE [Directiva Marco de Residuos de la UE]. Los residuos no tienen valor económico.

Un coproducto es un producto que se produce en un proceso de producción múltiple de forma incidental a la producción de los productos que se pretenden producir y que tienen el mayor valor económico en dicho proceso¹. Los coproductos tienen un valor económico y deberán tenerse en cuenta para los cálculos de la HCP. Véase el capítulo 5.2.9 para obtener orientación sobre cómo contabilizar los coproductos valiosos.

Este capítulo ofrece orientación sobre el cálculo de las cargas y los beneficios de los procesos de tratamiento y reciclaje de residuos, lo cual es relevante para el cálculo de la HCP en tres casos:

- Tratamiento de los residuos generados por las operaciones relacionadas con la fabricación de productos.
- El uso de la energía que se recupera de la incineración de residuos para la fabricación de productos.
- La utilización de materias primas secundarias recicladas en la fabricación del producto.
- Los pasos preparatorios y las actividades de apoyo para todo el tratamiento de los residuos - como la recogida, el transporte, la clasificación, el desmantelamiento o la trituración - deberán tenerse en cuenta e incluirse en el cálculo de la HCP siguiendo la directriz que se describe a continuación.

Debido al límite de la cuna a la puerta del cálculo de la HCP dentro de esta guía, las emisiones del uso y del final de la vida útil del propio producto no deberán incluirse en el cálculo de la HCP. Si los materiales se utilizan para el producto como materias primas en un enfoque circular, deberán considerarse siguiendo los capítulos pertinentes de esta guía.

Para la consideración del carbono biogénico, véase el capítulo 5.2.10.1.

Fuentes de los factores de emisión:

- Siempre que sea posible, las empresas deberían utilizar factores de emisión del tratamiento de residuos basados en datos primarios.
 - Si los residuos son tratados por la empresa que los genera, el factor de emisión deberá calcularse a partir de datos primarios internos.
 - Si los residuos se envían a un tercero para su tratamiento, el proveedor del tratamiento deberá calcular las emisiones del tratamiento de los residuos, desarrollar factores de emisión y verificarlos y comunicarlos a la empresa que ha generado los residuos. Los factores de emisión del tratamiento por terceros deberán calcularse sobre la base del enfoque de TfS.

(1) Consulte la Directiva Marco de Residuos (2008/98/CE) para conocer los requisitos de definición de los subproductos.

- Si no se pueden obtener factores de emisión primarios, deberán utilizarse factores de emisión secundarios según la siguiente jerarquía:

- Los factores de emisión deberán estimarse a partir de la información disponible sobre la composición de los residuos y la tecnología de proceso y los parámetros de la tecnología de tratamiento aplicada. El cálculo deberá basarse en el enfoque de TFS.

- Si esto no es posible, los factores de emisión deberían derivarse de bases de datos secundarios aceptadas (capítulo 5.2.6).

- En caso de que no se disponga de datos, en el apéndice se muestran algunas propuestas para desarrollar aproximaciones para el vertido y el tratamiento de aguas residuales.

Orientación sobre el cálculo de los factores de emisión para el tratamiento y la eliminación de residuos

Las emisiones procedentes del tratamiento de residuos no reciclados generados durante la producción deberán asignarse al producto principal o a los coproductos y, por lo tanto, deberán reflejarse en la HCP. Dado que los residuos se consideran un producto sin valor económico, no se asignan emisiones de producción a los residuos efectivos generados durante la producción.

Las operaciones típicas de tratamiento de residuos incluyen actividades de eliminación como:

- Vertedero.
- Tratamiento de aguas residuales.
- Incineración sin recuperación de energía (véase el ejemplo 1).
- Tratamiento de residuos peligrosos.

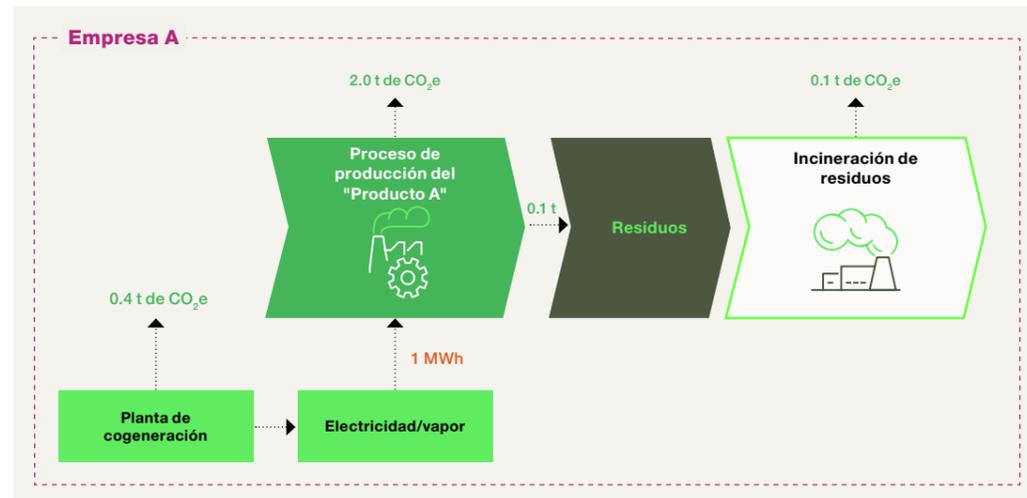
En algunos casos, diferentes tipos de flujos de residuos se tratan conjuntamente en una única instalación de tratamiento de residuos, por ejemplo, en el caso de la coincineración de flujos de residuos de alto y bajo poder calorífico o el tratamiento de flujos de aguas residuales con diferentes composiciones. Estos procesos de tratamiento de residuos son multifuncionales, independientemente de que incluyan o no recuperación de energía. Si se dispone de datos, el impacto del proceso de incineración deberá asignarse a los distintos tipos de residuos siguiendo la jerarquía de asignación para procesos multifuncionales descrita en el capítulo 5.2.9.

Ejemplo 1: Incineración de residuos sin recuperación de energía

Los residuos del proceso de fabricación del producto A se incineran sin recuperación de energía (ya sea in situ o por un tercero).

El impacto del proceso de incineración debería calcularse o estimarse sobre la base de los requisitos señalados en esta guía. El factor de emisión resultante deberá asignarse a la HCP del producto A.

Figura 5.7 Incineración de residuos sin recuperación de energía y sin aprovechamiento de la misma



$HCP_{\text{Producto A}} = 2,0 \text{ t de CO}_2\text{e/t} + 0,4 \text{ t de CO}_2\text{e/t} + 0,1 \text{ t de CO}_2\text{e/t} = 2,5 \text{ t de CO}_2\text{e/t}$

Orientación sobre el cálculo de los factores de emisión para el tratamiento de residuos con recuperación de energía

"La recuperación de energía a partir de residuos es la conversión de materiales de desecho no reciclables en energía utilizable, como calor o electricidad, a través de una variedad de procesos, incluida la combustión y otros procesos para recuperar energía. Este proceso suele denominarse "conversión de residuos en energía" [EPA].

El impacto del tratamiento de residuos con recuperación de energía deberá incluirse en el inventario del ciclo de vida del producto y en el límite del sistema siguiendo el enfoque de cálculo indicado en este subcapítulo.

Los procesos de reciclaje de materiales son aquellos procesos que obtienen una materia prima secundaria a partir de un material de desecho que se utiliza posteriormente como materia prima para la fabricación de productos. Tales procesos son, por ejemplo, el reciclaje químico a través de la pirólisis, la destilación o el reciclaje mecánico. A continuación, se ofrece orientación sobre el método de cálculo para el reciclaje de materiales.

El reciclaje de materiales y el tratamiento de residuos con recuperación de energía se consideran actividades separadas y no iguales. Para reducir las emisiones de GEI, la industria química debería esforzarse por mantener el carbono en un circuito cerrado de materiales. Esto se consigue principalmente mediante la reducción de la generación de residuos y el reciclaje material de los residuos restantes. El enfoque de atribución de impacto debería diseñarse para incentivar ambas cosas.

La incineración es la solución menos favorable porque se trata de una eliminación final. Los diferentes enfoques de cálculo disponibles en relación con el tratamiento de residuos con recuperación de energía se han debatido entre los miembros del grupo de TFS y hasta ahora no se ha llegado a un

consenso. En el estado actual de este documento se discuten tres enfoques, que se describen con sus pros y sus contras a continuación (Tabla 5.4). Deberá seguirse uno de los tres enfoques de asignación. La elección deberá documentarse y comunicarse en la información adicional sobre la HCP.

El debate para seleccionar la orientación más adecuada en este capítulo continuará, invitando a otras partes interesadas a contribuir. La guía se actualizará en consecuencia para reflejar los cambios y el consenso. TFS también fomenta el desarrollo de soluciones específicas para estos casos mediante, entre otras cosas, reglas de categoría de producto.

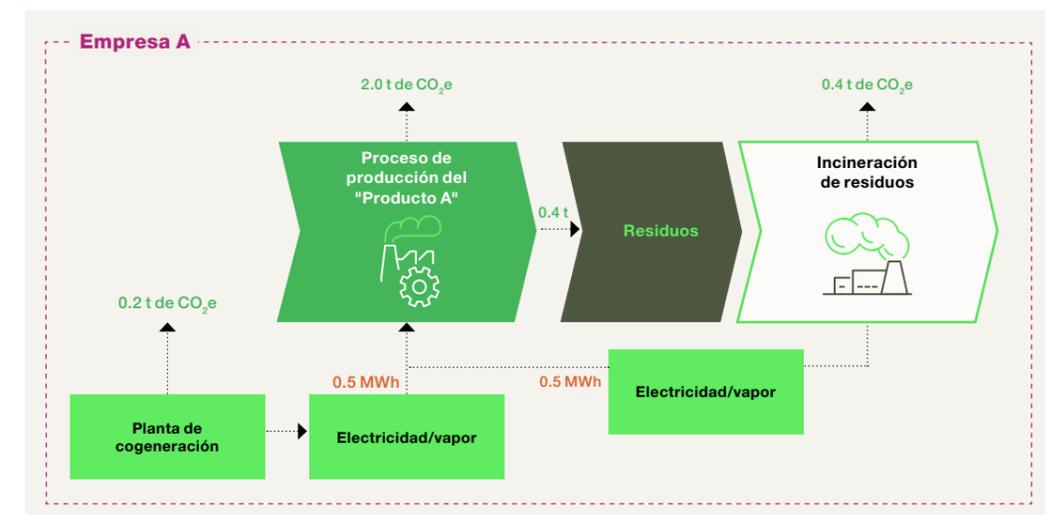
Recuperación de energía dentro de los límites del sistema de un producto

Si todos los procesos relacionados con la recuperación de energía a partir de residuos están incluidos en el límite del sistema, no es necesaria una asignación, o bien todos los enfoques de asignación conducen al mismo resultado. Este es el caso si la energía generada se utiliza directamente en el proceso de producción del producto estudiado. El impacto de la incineración de residuos deberá incluirse en la HCP (véase el ejemplo 2). Este reciclaje de circuito cerrado significa que la energía reciclada directamente no tiene ningún impacto ambiental adicional (= 0). Lo mismo se aplica al reciclaje de materiales dentro de los límites del sistema, como se describe en el subcapítulo siguiente.

Ejemplo 2: Incineración de residuos con recuperación de energía dentro de los límites del sistema

Los residuos del proceso de fabricación del producto A se incineran con recuperación de energía in situ y bajo control operacional. La energía recuperada se utiliza en el proceso de fabricación del producto A. Dado que la energía recuperada se utiliza dentro de los límites del sistema del producto A, no es necesaria ninguna asignación. Todas las emisiones de CO₂e del proceso deberán atribuirse al producto A.

Figura 5.8 Incineración de residuos con recuperación de energía dentro de los límites del sistema de la empresa



$HCP_{\text{Producto A}} = 2,0 \text{ t de CO}_2\text{e/t} + 0,2 \text{ t de CO}_2\text{e/t} + 0,4 \text{ t de CO}_2\text{e/t} = 2,6 \text{ t de CO}_2\text{e/t}$

Recuperación de energía fuera de los límites del sistema de un producto

El material de desecho forma parte del ciclo de vida de un sistema de producto. Puede tratarse con recuperación de energía y esta energía puede utilizarse en otros sistemas de productos. Esto crea la necesidad de dividir el impacto del proceso de tratamiento e identificar la parte del impacto que se añade a cada sistema de producto.

Deberán aplicarse las siguientes normas generales:

1. Siempre que sea aplicable y posible, deberá utilizarse la subdivisión de procesos para dividir los procesos comunes y evitar la necesidad de asignación [Estándar de contabilidad y reporte del ciclo de vida de los productos del Protocolo de GEI (2011)].

2. Para el tratamiento de residuos con recuperación de energía, siempre que se disponga de ellos, deberán aplicarse métodos de asignación en línea con las reglas de categoría de producto (RCP) publicadas y aceptadas.
3. Si no se aplica ninguno de los anteriores, deberá aplicarse cualquiera de los tres enfoques de asignación descritos a continuación. La elección deberá documentarse y comunicarse en la información adicional sobre la HCP.

La siguiente tabla describe los tres enfoques diferentes y analiza sus pros y sus contras. Cualquiera de los tres métodos puede utilizarse hasta que se produzcan nuevas actualizaciones tras los debates en curso dentro de TfS.

Tabla 5.4 Resumen de los diferentes enfoques de evaluación

	Enfoque de corte también conocido como enfoque del contenido reciclado	Enfoque de corte inverso también conocido como asignación de residuos	Sustitución
Descripción	"El productor de energía toma el control" Toda la carga asignada a la energía generada	"Quien contamina paga" Toda la carga asignada al proceso de generación de residuos	"Implicaciones para el mercado consideradas" Las emisiones de la incineración se reducen por el crédito de la energía sustituida
¿Quién lleva la carga?	Usuario(s) de energía	Generador de residuos	Usuario(s) de energía y generador de residuos
¿Quién recibe el beneficio?	Generador de residuos	Usuario de energía	Usuario(s) de energía y generador de residuos
Pros	+ Incentiva el tratamiento de residuos con recuperación de energía frente al que no lo hace + En consonancia con el Protocolo de GEI y el Pathfinder Framework del WBCSD + Fácil de aplicar	+ Incentiva la reducción de residuos + Incentiva la recuperación de energía a partir del tratamiento de residuos + Fácil de aplicar + Intercambio de datos simples (el generador de residuos proporciona los datos sobre los residuos para el cálculo y recibe el factor de emisión)	+ Incentiva el tratamiento de residuos con recuperación de energía frente al que no lo hace + Conformidad con el Protocolo de GEI y la norma ISO + Implementado comúnmente en las bases de datos de ACV + Incentiva la reducción de residuos si se dispone de más energía renovable
Contras	- No hay incentivos para el reciclaje de materiales en comparación con la recuperación de energía - No hay incentivos para reducir los residuos - No hay incentivos para usar la energía en comparación con las energías renovables (Factores de emisión más altos en comparación con la mejor tecnología) - Hay que ajustar algunas bases de datos de ACV	- Se desvía del Protocolo de GEI - No hay diferencia en el factor de emisión de la energía en comparación con las fuentes renovables - Menor incentivo para la reducción de energía - Hay que ajustar algunas bases de datos de ACV	- El resultado depende en gran medida del sistema comparativo seleccionado para la sustitución - Se requiere un intercambio de datos complejos para la solución comparativa (datos de mercado) y se acuerda entre el usuario de la energía y el proveedor de residuos
Relación con/ Implicaciones para los informes de emisiones de GEI de las empresas	En línea con los informes de GEI de las empresas	Hay que ajustar los informes de las empresas	Las emisiones sustituidas deben reportarse por separado

Siguiendo el enfoque de corte (también conocido como enfoque del contenido reciclado):

- El impacto de los pasos preparatorios y las actividades de apoyo, como la recogida, el transporte, la clasificación, el desmantelamiento o la trituración, deberá añadirse a los resultados del inventario del sistema de producto que produce el producto secundario.
- Los residuos introducidos en el proceso de recuperación de energía deberán tratarse como libres de cargas. Las cargas o los créditos asociados a materiales de ciclos de vida anteriores o posteriores no se consideran, es decir, se "cortan".
- El impacto del proceso de recuperación de energía deberá añadirse a los resultados del inventario del producto que utiliza la energía.

Ejemplo 3: Recuperación de energía con varios sistemas de productos (enfoque de corte)

Los residuos de disolventes orgánicos procedentes del proceso de fabricación del producto A se tratan en un proceso de incineración de residuos con recuperación de energía in situ y bajo control operacional. La energía recuperada no se utiliza en el proceso de fabricación del producto A. Se utiliza en la fabricación del producto B.

Siguiendo el enfoque de corte, el impacto del proceso de tratamiento de residuos deberá asignarse al usuario de la energía, el producto B. Ningún impacto del proceso de producción del producto A deberá asignarse a la HCP del producto B. Si alguno de los procesos, por ejemplo, el proceso de producción del "Producto B" no es operado por la empresa A sino por un tercero, deberá aplicarse el mismo enfoque.

Siguiendo el enfoque de corte inverso (enfoque de asignación de residuos)

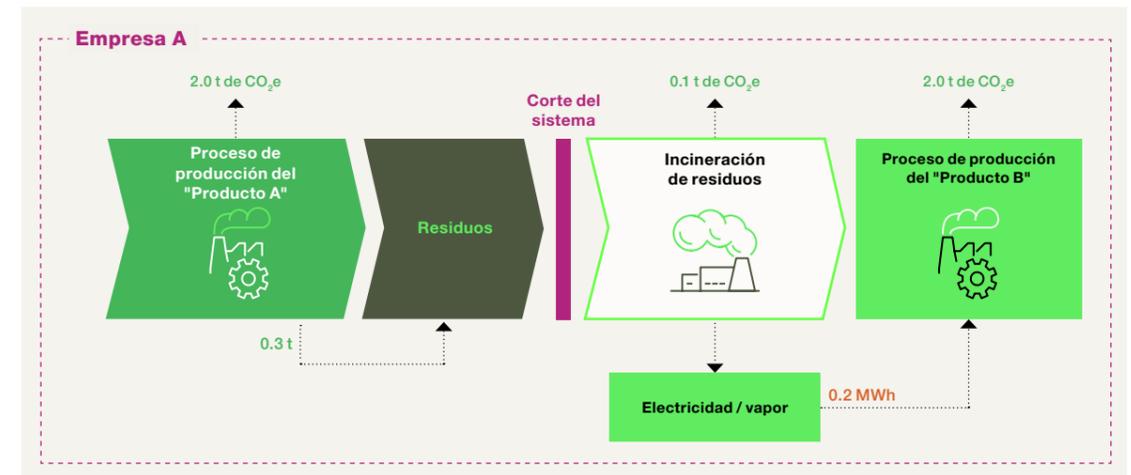
- El impacto de los pasos preparatorios y las actividades de apoyo, como la recogida, el transporte, la clasificación, el desmantelamiento o la trituración, deberá añadirse a los resultados del inventario del sistema de producto que genera los residuos.
- El impacto del proceso de tratamiento de residuos con recuperación de energía (por ejemplo, la incineración) deberá añadirse a los resultados del inventario del sistema de producto que generó los residuos tratados en el proceso.
- La energía recuperada del proceso de conversión de residuos en energía deberá tratarse como libre de cargas. Las cargas o los créditos asociados a ciclos de vida anteriores o posteriores no se consideran, es decir, se "cortan".

Ejemplo 4: Recuperación de energía con varios sistemas de productos (enfoque de corte inverso)

Los residuos de disolventes orgánicos procedentes del proceso de fabricación del producto A son procesados por un tercero en un proceso de recuperación de energía. La energía recuperada no se utiliza en el proceso de fabricación del producto A, sino en la fabricación del producto B.

Siguiendo el enfoque de corte inverso, el impacto del proceso de incineración de residuos deberá asignarse al generador de los residuos, el producto A. La energía deberá considerarse libre de cargas.

Figura 5.9 Recuperación de energía a partir de la incineración de residuos con la aplicación del enfoque de corte

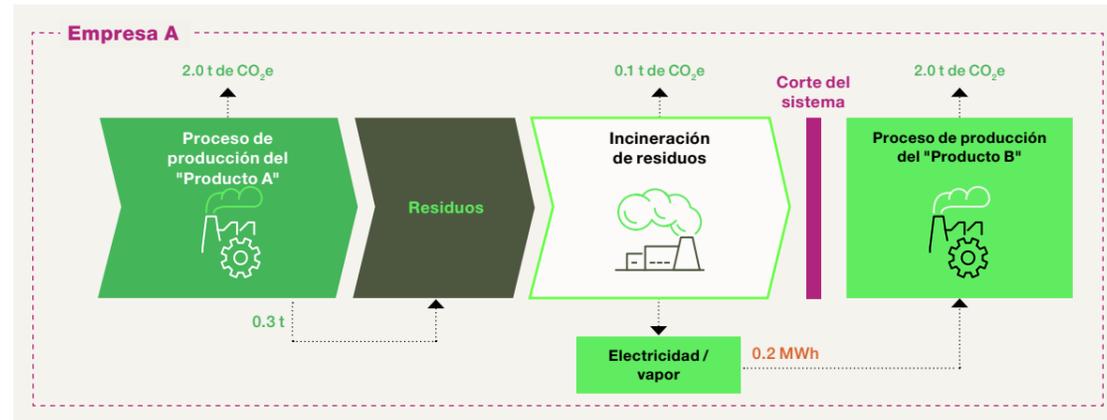


$$HCP_{\text{Producto A}} = 2,0 \text{ t de CO}_2\text{e} / \text{t}$$

$$HCP_{\text{Producto B}} = 2,0 \text{ t de CO}_2\text{e} / \text{t} + 0,1 \text{ t de CO}_2\text{e} / \text{t} = 2,1 \text{ t de CO}_2\text{e} / \text{t}$$

$$HCP_{\text{Energía}} = 0,1 \text{ t de CO}_2\text{e} / 0,2 \text{ MWh} = 0,5 \text{ t de CO}_2\text{e} / \text{MWh}$$

Figura 5.10 Recuperación de energía a partir de la incineración de residuos con la aplicación del enfoque de corte inverso



$HCP_{Producto A} = 2,0 \text{ t de CO}_2\text{e/t} + 0,1 \text{ t de CO}_2\text{e/t} = 2,1 \text{ t de CO}_2\text{e/t}$
 $HCP_{Producto B} = 2,0 \text{ t de CO}_2\text{e/t}$
 $HCP_{Energía} = 0 \text{ t de CO}_2\text{e/MWh}$

Siguiendo el enfoque de sustitución:

El enfoque de sustitución es un método para distribuir los impactos del proceso multifuncional (por ejemplo, el tratamiento de residuos con recuperación de energía) entre el sistema de generación de residuos y el de utilización de energía. Según el enfoque de sustitución, esto se consigue incluyendo un sistema de referencia para la producción de energía. Siguiendo este enfoque:

- El impacto de los pasos preparatorios y las actividades de apoyo, como la recogida, el transporte, la clasificación, el desmantelamiento o la trituración, deberá añadirse a los resultados del inventario del sistema de producto que genera los residuos.
- La energía recuperada del proceso de recuperación (por ejemplo, la incineración) deberá recibir una HCP que represente el impacto de la producción de la energía de referencia (por ejemplo, el vapor obtenido del gas natural de una planta de cogeneración). Este impacto deberá añadirse

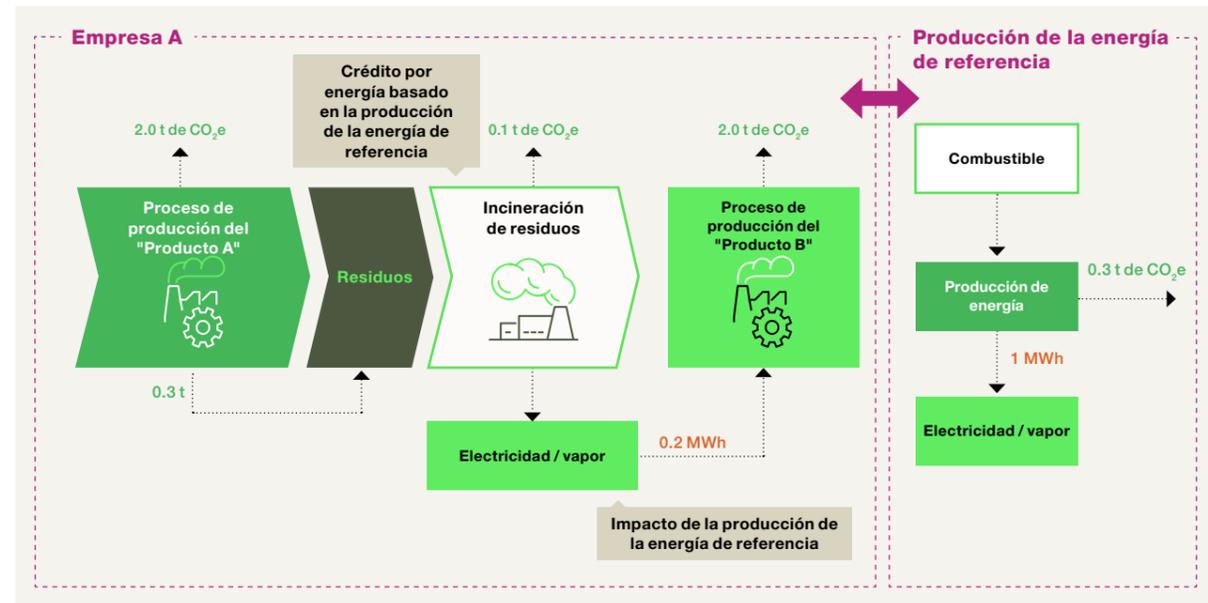
al sistema de producto que utiliza la energía. El sistema de producto que utiliza la energía no recibe ningún beneficio del tratamiento de residuos con recuperación de energía.

- El impacto del proceso de recuperación (por ejemplo, la incineración) deberá añadirse a los sistemas de generación de residuos. Deberá restarse un crédito por la cantidad de energía recuperada utilizando el impacto de la producción de la energía de referencia.

Ejemplo 5: Recuperación de energía con varios sistemas de productos (enfoque de sustitución)

El proceso de producción del producto A genera un residuo (por ejemplo, un residuo de disolvente). Este residuo se incinera con recuperación de energía. La energía se utiliza en la producción del producto B. Como referencia, se puede producir energía mediante la incineración de un combustible primario.

Figura 5.11 Recuperación de energía a partir de la incineración de residuos con la aplicación del enfoque de sustitución



$HCP_{Producto A} = 2,0 \text{ t de CO}_2\text{e/t} + 0,1 \text{ t de CO}_2\text{e/t} - 0,2 \text{ MWh} * 0,3 \text{ t de CO}_2\text{e/MWh} = 2,04 \text{ t de CO}_2\text{e/t}$
 $HCP_{Producto B} = 2,0 \text{ t de CO}_2\text{e/t} + 0,2 \text{ MWh} * 0,3 \text{ t de CO}_2\text{e/MWh} = 2,06 \text{ t de CO}_2\text{e/t}$
 $HCP_{Energía de referencia} = 0,3 \text{ t de CO}_2\text{e/1 MWh}$

Ejemplo 6: Recuperación de energía en una red de calor (comparación de los tres enfoques)

Para una comparación de los diferentes enfoques, este ejemplo se calcula según los tres enfoques discutidos en este capítulo. El ejemplo muestra un esquema simplificado de una posible red de producción en una cadena de valor. Los diferentes valores de la HCP para el vapor y los productos calculados con los diferentes enfoques se muestran en la Tabla 5.5.

La empresa A produce el producto A. Los residuos que se generan en la producción del producto A se incineran con recuperación de energía. Además del vapor generado por la incineración de residuos con recuperación de energía, la red de vapor está formada por una planta de cogeneración y un incinerador de residuos municipales que incinera el producto C al final de su vida útil con recuperación de energía. Tanto la empresa A como la B utilizan vapor en la fabricación de sus productos. En el sistema se produce 1 t de producto A y 1 t de producto B. Se trata 1 t de producto C al final de su vida útil.

Figura 5.12 Ejemplo de sistema interconectado con recuperación de energía tanto de la producción como de los residuos municipales

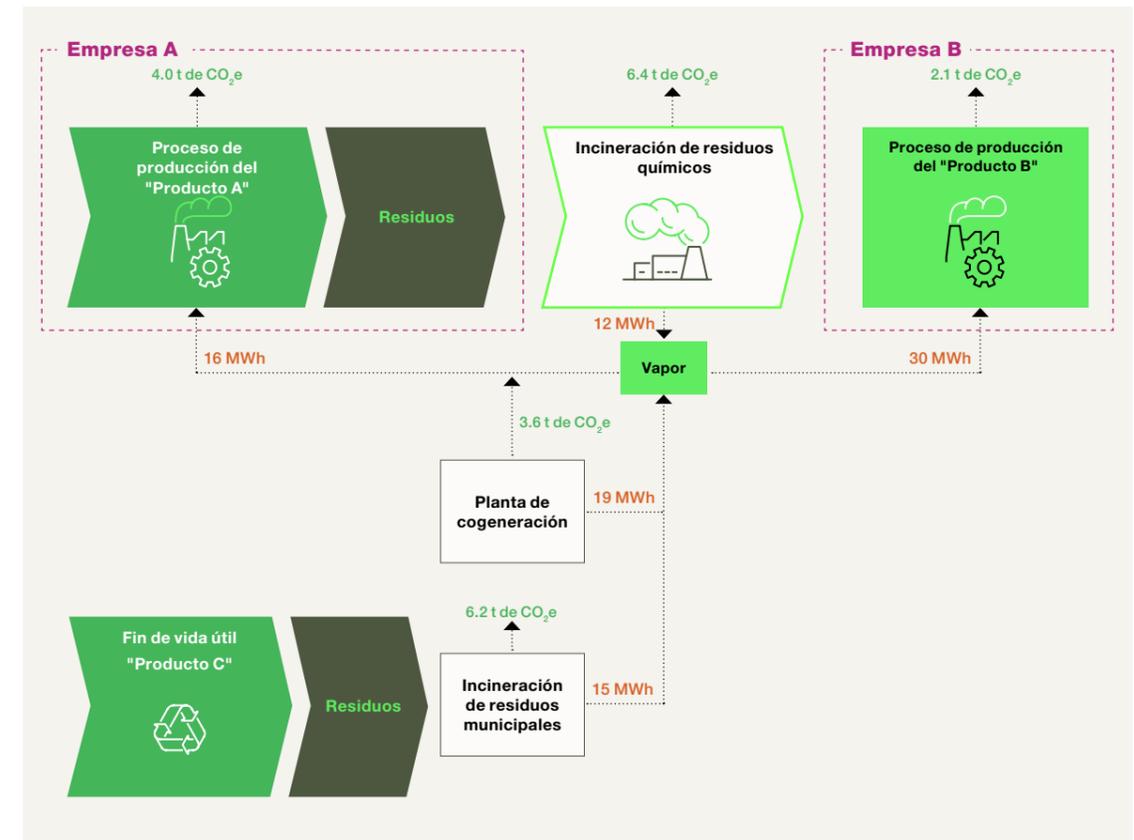


Tabla 5.5 Cálculo de la HCP para el ejemplo de la Figura 5.12 según los diferentes enfoques de evaluación

Unidad: t de CO ₂ e/kg (materiales) t de CO ₂ e/MWh (vapor)		Enfoque de corte	Enfoque de corte inverso	Enfoque de sustitución
Vapor	HCP (vapor, planta de cogeneración)	3.6 / 19 = 0.19	3.6 / 19 = 0.19	3.6 / 19 = 0.19
	HCP (vapor, incineración de residuos químicos)	6.4 / 12 = 0.53	0	0.19 = HCP (vapor, planta de cogeneración)
	HCP (vapor, incineración de residuos municipales)	6.2 / 15 = 0.41	0	0.19 = HCP (vapor, planta de cogeneración)
	HCP (vapor, total)	$(3.6 + 6.2 + 6.4) / (19 + 15 + 12) = 0.35$	$3.6 / (19 + 15 + 12) = 0.078$	0.19 = HCP (vapor, planta de cogeneración)
Producto A	Emisiones directas del proceso	4.0	4.0	4.0
	Emisiones de la incineración de residuos	0	6.40	6.40
	Emisiones de vapor	16 * 0.35 = 5.63	16 * 0.078 = 1.25	16 * 0.19 = 3.04
	Crédito de vapor	0	0	12 * 0.19 = 2.28
	HCP (Producto A)	9.63	11.65	11.16
Producto B	Emisiones directas del proceso	2.10	2.10	2.10
	Emisiones de la incineración de residuos	0	0	0
	Emisiones de vapor	30 * 0.35 = 10.56	30 * 0.078 = 2.34	30 * 0.19 = 5.70
	HCP (Producto B)	12.66	4.44	7.80
Producto C	Emisiones de fin de vida útil (EoL)	0	6.20	$6.2 - 15 * 0.19 = 3.35$

Orientación sobre el cálculo de los factores de emisión para el reciclaje de materiales

Los procesos de reciclaje de materiales son procesos que obtienen una materia prima secundaria a partir de un material de desecho que se utiliza posteriormente como materia prima para la fabricación de productos. Tales procesos incluyen el reciclaje químico a través de la pirólisis, la destilación de materiales o el reciclaje mecánico. El impacto del reciclaje de materiales deberá incluirse en el inventario del ciclo de vida del producto y en el límite del sistema siguiendo el enfoque de cálculo descrito en este subcapítulo.

Reciclaje dentro de los límites del sistema de un producto

Si todos los procesos relacionados con el reciclaje de residuos están incluidos en el límite del sistema, no se requieren consideraciones específicas. El impacto del proceso de reciclaje deberá incluirse en la HCP. Este enfoque se describe para el tratamiento de residuos con recuperación de energía en el ejemplo 2.

Reciclaje fuera de los límites del sistema de un producto

Los materiales industriales también pueden reciclarse a lo largo de una cadena de valor. El material de desecho forma parte del ciclo de vida de un sistema de producto y se reutiliza

o recicla como materia prima secundaria en un nuevo sistema de producto. Esto crea la necesidad de dividir el impacto de los procesos relacionados con el reciclaje, ya que pueden compartirse entre dos ciclos de vida de productos diferentes.

Para reducir las emisiones de GEI, la industria química debería esforzarse por mantener el carbono en un circuito cerrado de materiales. Esto se consigue principalmente mediante la reducción de la generación de residuos y el reciclaje material de los residuos restantes. El enfoque de asignación de impactos debería diseñarse para incentivar ambas cosas.

Los distintos enfoques de cálculo disponibles se han debatido entre los miembros del grupo de TfS y hasta ahora no se ha llegado a un consenso. El debate para seleccionar la orientación más adecuada en este capítulo continuará, invitando a otras partes interesadas a contribuir. La guía se actualizará a su debido tiempo para reflejar los cambios y el consenso. TfS también fomenta el desarrollo de soluciones específicas para estos casos mediante, entre otras cosas, reglas de categoría de producto.

Las normas para los ACV de los productos y los informes de sostenibilidad de las empresas no están armonizadas en la actualidad y no abordan plenamente el efecto de dirección de las HCP en el caso de tecnologías importantes con potencial para descarbonizar la industria química, como, por ejemplo, el reciclaje químico. Las siguientes metodologías son una

propuesta de la industria química para dirigir esas tecnologías, pero aún no están armonizadas con las normas existentes, incluido el Protocolo de GEI.

La siguiente sección se centra en la evaluación del reciclaje de residuos postconsumo. Los flujos de residuos postindustriales de alta calidad y/o alto valor que vayan a ser reciclados y, por tanto, utilizados en otra aplicación deberán evaluarse como subproductos siguiendo las orientaciones del apartado 5.2.9. Esto no deberá interferir con la clasificación de los residuos de acuerdo con la normativa legal.

Las tecnologías de reciclaje que consumen mucha energía (por ejemplo, el reciclaje químico) se utilizan para reciclar flujos de residuos que no pueden reciclarse mediante otros métodos (por ejemplo, el reciclaje mecánico debido a razones técnicas y económicas). Ejemplos de ello son varios tipos de residuos plásticos mezclados tras la fase de clasificación y separación de materiales que no pueden tratarse en, por ejemplo, el reciclaje mecánico. Si una tecnología de reciclaje permite que los residuos se utilicen como materia prima (evitando así otras opciones de fin de vida útil menos favorables y manteniendo el carbono en el circuito cerrado), genera beneficios sociales en forma de reducción de CO₂ y ahorro de recursos y debería reconocerse en consecuencia.

Deberán aplicarse las siguientes normas generales:

1. Siempre que sea aplicable y posible, deberá utilizarse la subdivisión de procesos para dividir los procesos comunes y evitar la necesidad de asignación [Estándar de contabilidad y reporte del ciclo de vida de los productos del Protocolo de GEI].
2. Para las materias primas secundarias derivadas de un proceso de reciclaje, siempre que estén disponibles, "deberán aplicarse métodos de asignación acordes con las reglas de categoría de producto (RCP) publicadas y aceptadas de procesos análogos, por ejemplo, Plastics Europe" [Pathfinder Framework (PACT impulsado por el WBCSD)].
3. Si no se aplica ninguno de los anteriores, deberán consultarse los dos enfoques de cálculo descritos a continuación.

La primera opción deberá ser un enfoque de corte debido a los requisitos del Protocolo de GEI [Estándar de contabilidad y reporte del ciclo de vida de los productos del Protocolo de GEI] con requisitos adicionales sobre el reporte. Cuando se proporcione una HCP de la cuna a la puerta, deberá reportarse adicionalmente la cifra de emisiones al final de la vida útil.

Para casos específicos, se puede utilizar como opción alternativa un enfoque de expansión del sistema ascendente. En este enfoque, la HCP de la cuna a la puerta se proporciona considerando un crédito por el tratamiento de residuos evitado en el primer ciclo de vida.

Ambos métodos se explican en el siguiente texto proporcionando ejemplos.

Siguiendo el enfoque de corte (también conocido como enfoque del contenido reciclado):

- El impacto de los pasos preparatorios y las actividades de apoyo, como la recogida, el transporte, la clasificación, el desmantelamiento o la trituración, deberá añadirse a los resultados del inventario del sistema de producto que produce el producto secundario.
- Los residuos introducidos en el proceso de reciclaje deberán tratarse como libres de cargas. Las cargas o los créditos asociados a materiales de ciclos de vida anteriores o posteriores no se consideran, es decir, se "cortan".
- El impacto del proceso de reciclaje deberá añadirse a los resultados del inventario del producto que utiliza la materia prima secundaria.
- Para el producto incluido en el alcance, deberá reportarse la HCP de toda la carga. Además, debería mostrarse el impacto del fin de vida útil (EoL) de la alternativa virgen en comparación con el producto reciclado. Se trata de una HCP específica que cubre también los impactos del fin de vida útil (EoL). Con este enfoque, se pueden mostrar los beneficios del reciclaje de materiales, pero van más allá de un alcance "de la cuna a la puerta".

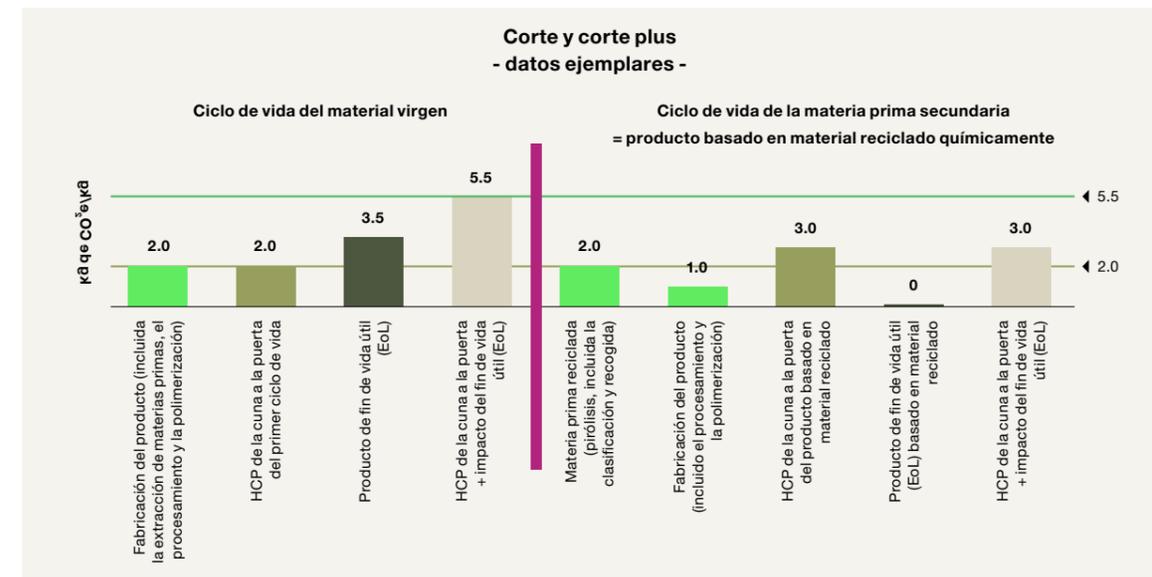
Los detalles de este enfoque de cálculo se muestran en el ejemplo 3 de este capítulo.

Ejemplo de corte e información adicional

La información estándar para el corte es la siguiente: HCP material virgen (primer ciclo de vida de la cuna a la puerta) = 2,0 kg de CO₂e /kg HCP materia prima secundaria (primer ciclo de vida de la cuna a la puerta) = 3,0 kg de CO₂e /kg

Información adicional: HCP material virgen incl. el impacto del fin de vida útil (EoL) = 5,5 kg de CO₂e /kg HCP materia prima secundaria incl. el impacto del fin de vida útil (EoL) = 3,0 kg de CO₂e /kg

Figura 5.13 Enfoque de corte e información adicional - datos ejemplares



La tecnología de fin de vida útil (EoL) asumida en este ejemplo para el material virgen fue la incineración en Europa sobre la base del contenido de C del material virgen. Todo el impacto de la incineración se asignó al fin de vida útil (EoL), incluida la sustitución de la energía recuperada. Si no se dispone de más información sobre el impacto del fin de vida útil (EoL) del material virgen, deberá considerarse la combinación de tecnologías de eliminación del país de origen.

Este enfoque se aproxima al enfoque de corte descrito en el Protocolo de GEI. A través de la información adicional del corte plus, el beneficio del material reciclado en comparación con un material virgen se hace evidente.

Siguiendo el enfoque de Expansión del Sistema Ascendente (USE):

En casos excepcionales, los beneficios de un material reciclado pueden demostrarse utilizando el enfoque de "Expansión del sistema ascendente (USE)" [BASF (2020)]. Estos casos excepcionales deberán cumplir todos los criterios siguientes:

- Demostrar un beneficio social en forma de reducción de las emisiones globales de GEI en comparación con otros métodos de tratamiento disponibles.
- Ser una nueva tecnología con una alta probabilidad de mejora de la eficiencia tras el escalamiento comercial.
- Garantizar el uso de datos actualizados periódicamente de acuerdo con la guía de TfS.
- Se conoce el mercado de los tratamientos alternativos de los residuos, los requisitos deberán estar claramente definidos.
- Se aplica un enfoque de sustitución conforme a la norma ISO, se conoce el uso exacto de los residuos.
- La sustitución sólo deberá aplicarse si el tratamiento alternativo sustituye directamente a la eliminación final y, por tanto, se reduce el proceso mediante el suministro del coproducto.
- Es necesario obtener datos sobre el impacto del proceso de producción alternativo para calcular la HCP del producto alternativo y compararlo con el sistema que se encuentra bajo estudio.
- Deberá documentarse una descripción clara del proceso de selección de la opción de fin de vida útil (EoL) reemplazada por el reciclaje químico.

Las cargas derivadas de la recogida, la clasificación, la fase de reciclaje (por ejemplo, la pirólisis) y el tratamiento posterior del producto final (por ejemplo, el craqueo) se contabilizan en la materia prima secundaria, así como la carga del proceso de reciclaje. Deberán reportarse todas las cargas. Además, puede deducirse el crédito del impacto del fin de vida útil (EoL) sustituido. Como base para las estimaciones del impacto del fin de vida útil (EoL), deberá tenerse en cuenta la combinación de tecnologías de eliminación del país de origen si no se dispone de más información sobre el impacto del fin de vida útil (EoL) del material virgen.

En un segundo paso, hay que identificar las emisiones del escenario contrafactual (qué habría pasado con los residuos si no se hubieran utilizado para reciclar). En el caso del reciclaje químico, los flujos de residuos utilizados son difíciles de reciclar y, de lo contrario, se habrían incinerado. Es necesario calcular las emisiones del escenario contrafactual, por ejemplo, la incineración de plásticos mezclados, incluida la recuperación de energía mediante tecnologías comúnmente disponibles en la región definida [Estándar de contabilidad y reporte del ciclo de vida de los productos del Protocolo de GEI (2011)].

La HCP final de los productos reciclados químicamente resulta de las cargas del reciclaje deducidas por el ahorro del escenario contrafactual, porque la tecnología está beneficiando al ahorro social de CO₂ al sustituir la opción de tratamiento de residuos menos favorable.

Con este enfoque, se pueden mostrar los beneficios del reciclaje de materiales, pero van más allá de un alcance "de la cuna a la puerta".

Ejemplo de USE

HCP material virgen (primer ciclo de vida de la cuna a la puerta) = 2,0 kg de CO₂e /kg HCP materia prima secundaria (de la cuna a la puerta basada en mat. reciclado) = - 0,5 kg de CO₂e /kg

Información adicional:
HCP material virgen incl. el impacto del fin de vida útil (EoL) = 5,5 kg de CO₂e /kg
HCP materia prima secundaria incl. el impacto del fin de vida útil (EoL) = 3,0 kg de CO₂e /kg

Dependiendo de los enfoques utilizados, la contabilidad corporativa en las categorías 3.1 y 3.12 puede diferir como se explica en la descripción de los informes corporativos de TfS.

Este enfoque es diferente del enfoque existente en el Protocolo de GEI. Los resultados del enfoque de USE, incluido el impacto del fin de vida útil (EoL), van más allá de un alcance "de la cuna a la puerta". La obtención de una HCP a partir de ahí puede abordarse más a fondo en un proceso de alineación de las partes interesadas. La contabilización del impacto del fin de vida útil (EoL) a lo largo de la cadena de valor entre los recicladores y los usuarios del material debería formar parte de este proceso.

5.2.8.5 Emisiones directas

Las emisiones directas son las emisiones procedentes de los procesos que pertenecen o están controlados por la empresa y que se derivan de:

- Reacciones químicas.
- Tratamiento de residuos con y sin uso de energía (por ejemplo, antorchas).
- Incineración de combustibles y residuos en plantas de procesamiento.

Las emisiones directas deberán calcularse determinando la cantidad de GEI emitidos basándose en la estequiometría, el balance de masas o los datos medidos. A continuación, las emisiones deberán multiplicarse por el respectivo potencial de calentamiento global (PCG) para calcular el factor de emisión como CO₂e por unidad declarada. Cuando proceda, las emisiones directas de CO₂e fósiles y biogénicas deberán reportarse por separado de acuerdo con las orientaciones del capítulo 5.2.10.1.

5.2.9 Procesos de producción múltiple

Este capítulo trata sobre la atribución de entradas y emisiones en situaciones de producción múltiple, es decir, cuando un proceso genera varios productos, denominados coproductos. El término coproducto incluye también los productos energéticos, como el vapor o la electricidad, o cualquier otro producto con un valor económico definido, como un combustible residual. En este sentido, se entiende por energía la energía directa procedente, por ejemplo, de reacciones exotérmicas [Pathfinder Framework (PACT impulsado por el WBCSD)]. Los materiales de desecho que se destinan directamente a una eliminación final, por ejemplo, una incineración o un vertedero, no son coproductos ya que no tienen un valor económico y, por lo tanto, deberán excluirse de la atribución de cargas ambientales del proceso de producción múltiple. La generación de energía a partir de la incineración de residuos se describe en el capítulo sobre el tratamiento de residuos.

Basándose en las jerarquías descritas en el Estándar de contabilidad y reporte del ciclo de vida de los productos del Protocolo de GEI, la ISO 14040:2006, la ISO 14044: 2006, la ISO 14067: 2018, el Pathfinder Framework del WBCSD y las recomendaciones de la Comisión Europea para el cálculo de la Huella Ambiental, deberán aplicarse los siguientes pasos para atribuir impactos en situaciones de producción múltiple (véase la Figura 5.15):

- 1) Las situaciones de producción múltiple deberán evitarse utilizando la subdivisión de procesos, siempre que sea posible. El proceso común deberá dividirse en subprocesos que produzcan por separado los coproductos. La subdivisión del proceso puede realizarse mediante la submedición de líneas de proceso específicas y/o el uso de modelos de ingeniería para modelar las entradas y salidas del proceso [Estándar de contabilidad y reporte del ciclo de vida de los productos del Protocolo de GEI].

- 2) Si la situación de producción múltiple no puede evitarse mediante la subdivisión, deberá aplicarse una expansión del sistema. La expansión del sistema consiste en ampliar el sistema incluyendo los coproductos en el límite del sistema y en comunicar los resultados de la HCP del sistema ampliado [Guía de la HAP: 2012]. La expansión y sustitución del sistema puede ser un medio para evitar la asignación. El sistema de producto sustituido por el coproducto se integra en el sistema de producto bajo estudio. En la práctica, los coproductos se comparan con otros productos sustituibles, y las cargas ambientales asociadas al/los producto(s) sustituido(s) se restan del sistema de producto bajo estudio [ISO 14044: 2006]. La expansión del sistema por sustitución (también denominada "sustitución") sólo es aceptable si la unidad declarada se mantiene tal y como se define en el capítulo 5.1.3.

La sustitución, tal como se describe en el capítulo 5.2.9.1, puede aplicarse para atribuir el impacto a los coproductos en situaciones de producción múltiple si se cumplen todos los requisitos siguientes:

- a. Los coproductos se generan en el proceso adicionalmente pero no son los productos principales del mismo. Los productos principales se definen como productos para cuya producción se opera y optimiza el proceso. Además, los valores económicos de los productos principales suelen ser significativamente superiores a los de los coproductos.
- b. El coproducto sustituye directamente a un producto alternativo con un proceso de producción específico en el mercado. La producción de este producto alternativo se reduce gracias al suministro del coproducto.
- c. Los datos sobre el impacto del proceso de producción alternativo están disponibles para calcular la HCP del producto alternativo.
- d. TfS ha acordado una ruta de producción para el producto sustituido. Nota: TfS mantendrá y publicará una lista positiva de procesos y productos.

- 3) Deberá aplicarse el enfoque descrito en las reglas de categoría de producto (RCP) publicadas y aceptadas o en los proyectos de las asociaciones industriales, cuando existan, para los sistemas de productos correspondientes (véase el apartado 5.2.4 sobre las normas utilizadas). Cuando exista más de una RCP para un producto o categoría de productos, deberá darse prioridad a las reglas de asignación descritas en el capítulo 5.2.9.3.

- 4) En todos los demás casos, las empresas deberán asignar el impacto a los coproductos siguiendo las reglas de asignación descritas en el capítulo 5.2.9.3. Siempre deberá indicarse y justificarse el enfoque aplicado para resolver la multifuncionalidad. TfS se alineará con el WBCSD y Catena X en la jerarquía de asignación y, por tanto, el enfoque de asignación descrito en una RCP podría priorizarse antes de la expansión y sustitución del sistema. Como ya ha recibido una puntuación muy alta, la RCP prevalecerá sobre otros enfoques.

Figura 5.14 Enfoque de USE - datos ejemplares

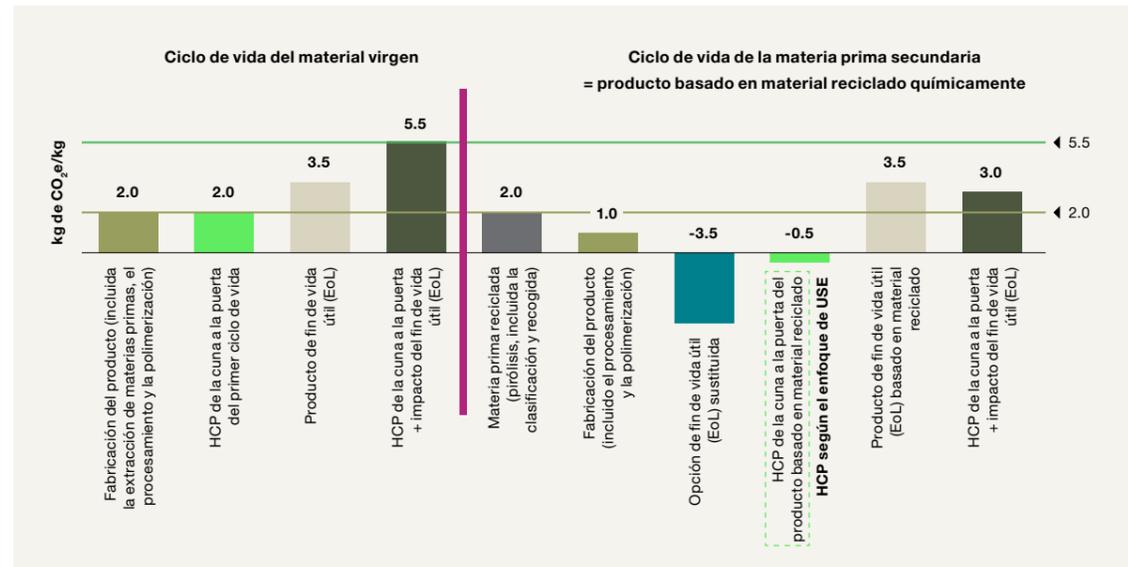


Figura 5.15 Árbol de toma de decisiones para mostrar las reglas de asignación y reducir la labor de evaluación en la fase descendente [Pathfinder Framework (PACT impulsado por el WBCSD)].

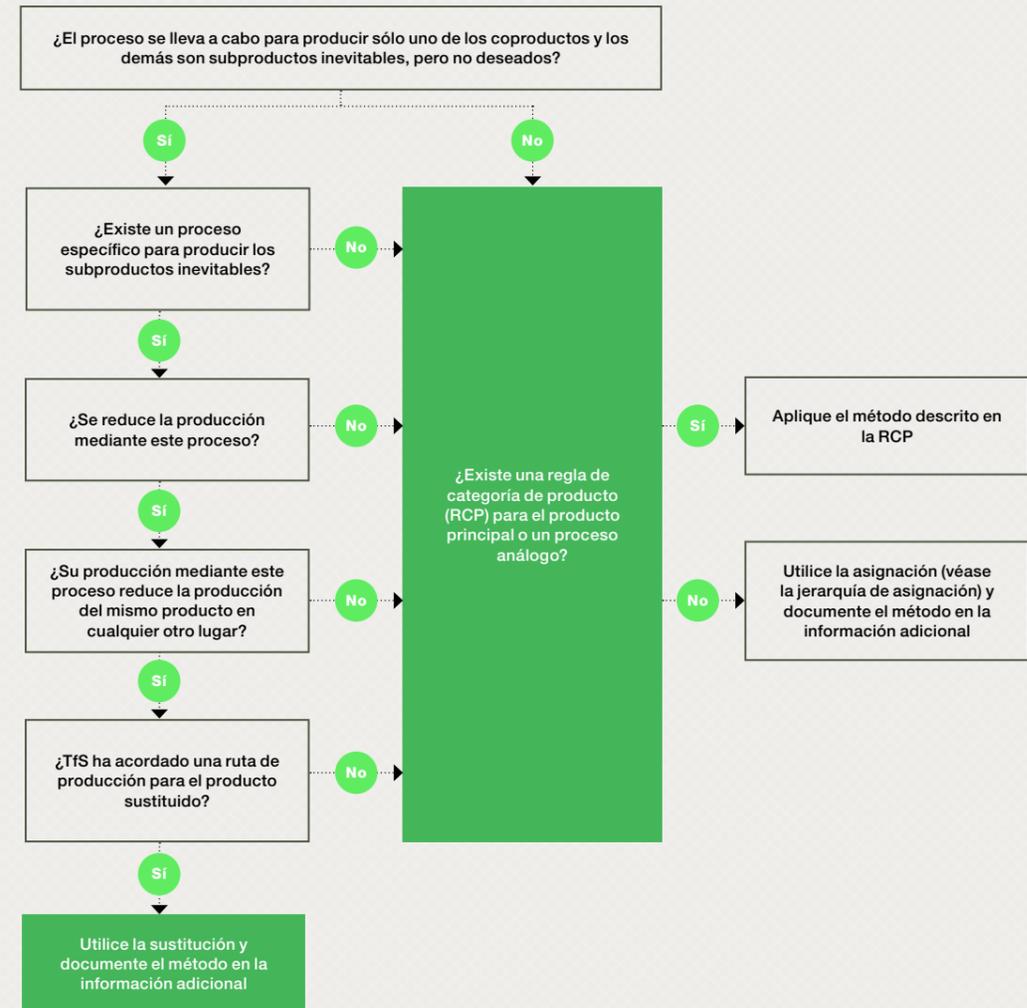


5.2.9.1 Sustitución

En la sustitución, los coproductos del proceso se comparan con productos alternativos similares, y las cargas ambientales asociadas al (a los) producto(s) alternativo(s) se restan del sistema de producto bajo estudio para obtener el impacto del producto principal del proceso de producción (véase la Figura 5.17) [ISO 14044: 2006]. El uso de la sustitución como medio para evitar la asignación requiere conocer el mercado de los coproductos. Para garantizar que se aplica un enfoque de sustitución conforme a la norma ISO, es necesario conocer el uso exacto del coproducto. La sustitución sólo deberá aplicarse si el coproducto, que no debe ser el producto principal, sustituye directamente al producto alternativo en el mercado y, por tanto, la producción de este producto alternativo se reduce mediante el suministro del coproducto. Es necesario obtener datos sobre el impacto del proceso de producción alternativo para calcular la HCP del producto alternativo y restarla del sistema bajo estudio. Si un coproducto y un proceso alternativo sustituido cumplen todos los requisitos mencionados, podrán considerarse para su adopción en la lista positiva de TfS. Deberá documentarse una descripción clara del proceso de selección del producto alternativo sustituido por el coproducto. Los coproductos energéticos, como los combustibles residuales o el exceso de vapor, deberán tratarse mediante sustitución si estos coproductos sustituyen a productos que, de otro modo, se habrían generado a partir de una fuente de energía primaria. Véase el ejemplo siguiente para una explicación más detallada.

(1) La expansión del sistema a través de la sustitución sólo debería utilizarse si existe un producto sustituido dominante e identificable y una ruta de producción para el producto sustituido basada en el consenso del sector.
 (2) Deberán utilizarse guías específicas del sector o RCP si son aprobadas y requeridas como normas de uso inmediato por TfS para la industria química, por Catena-X para otros sectores proveedores de la industria automovilística o por el pathfinder del WBCSD para sectores distintos a los cubiertos por TfS y Catena-X.
 (3) En caso de duda, debería darse prioridad a la asignación de masa, pero hay casos en los que otros factores de asignación pueden ser más adecuados (por ejemplo, el volumen para los gases, el contenido energético para la energía).

Figura 5.16 Árbol de decisiones para la aplicación de la sustitución, la RCP y la asignación

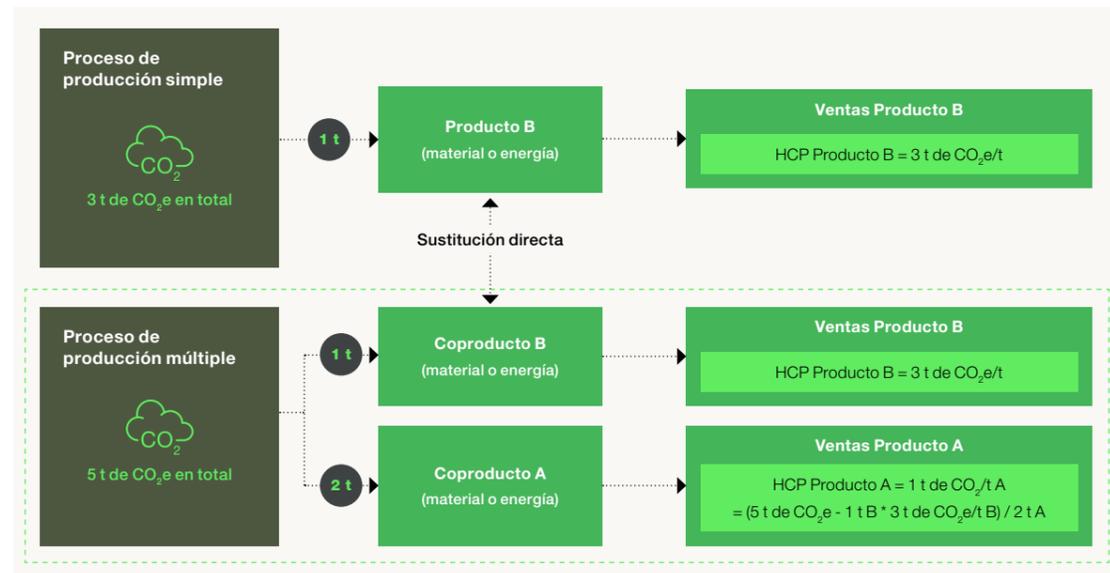


5.2.9.2 Ejemplos de sustitución

En el ejemplo, tanto el coproducto A como el coproducto B se producen como coproductos del mismo proceso. El proceso produce 2 t del coproducto A y 1 t del coproducto B, con unas emisiones de CO₂e asociadas de 5 t de CO₂e (véase la Figura 5.16). La subdivisión del proceso no es posible y no existe una regla de categoría de producto. El proceso se opera y optimiza para producir el coproducto A como producto principal. El coproducto B se coproduce inevitablemente y se considera un subproducto. El coproducto B es el mismo producto que el producto B derivado de un proceso de producción simple y sustituye al producto B (material o energía) de un proceso de producción simple.

En el mercado, el coproducto B sustituye directamente a un producto alternativo B, producido mediante un proceso con un impacto de 3 t de CO₂e/1 t de producto B. Este impacto se asume ahora para el coproducto B del sistema bajo estudio. Como el proceso estudiado produce 1 t de producto B dentro de los límites del sistema, el impacto del proceso alternativo sustituido puede restarse del impacto total del proceso. Como resultado, 2 t del coproducto A tienen un impacto de (5-3) t de CO₂e = 2 t de CO₂e. En consecuencia, el coproducto A tiene una HCP de 1 t de CO₂e/t de coproducto A.

Figura 5.17 Sustitución y su modelización de los procesos de producción múltiple



5.2.9.3 Reglas de asignación

Por asignación se entiende la división de procesos de producción múltiple en procesos unitarios de producción simple utilizando criterios físicos, económicos o de otro tipo mediante la partición de los flujos de entrada y salida de un proceso o un sistema de producto entre el sistema de producto bajo estudio y otros sistemas de productos. Cuando las salidas incluyan tanto coproductos como residuos, las entradas y salidas deberán asignarse únicamente a los coproductos.

Existen diferentes métodos de asignación aplicables en el caso de un proceso de producción múltiple. La norma ISO 14067 [ISO 14067: 2018] distingue entre la asignación basada en las relaciones físicas subyacentes entre los productos y los coproductos, como la masa, el volumen o el contenido energético, y la asignación económica, donde la relación física es la opción preferida. Además, los materiales de entrada como, por ejemplo, los productos químicos, los cuales pueden asignarse por estequiometría a los productos según la reacción química y la conectividad elemental.

Deberán aplicarse las siguientes normas generales:

Si no se puede evitar la situación de producción múltiple, las emisiones deberán dividirse entre los coproductos de forma precisa y coherente. Esto es esencial para la calidad de una HCP. Las normas de asignación deberán seguir la jerarquía descrita en la figura 5.15 [Pathfinder Framework (PACT impulsado por el WBCSD)]:

a) Cuando estén disponibles, deberán aplicarse métodos de asignación acordes con las reglas de categoría de producto (RCP) publicadas y aceptadas de procesos análogos (véase el apartado 5.2.4 sobre las normas utilizadas). Cuando exista más de una RCP para un producto o categoría de productos, deberá darse prioridad a las reglas de asignación aceptadas por TfS en una lista publicada o a una RCP indicada en:

- a. Normativa regional vigente.
- b. RCP de asociaciones que operan a nivel mundial.
- c. RCP de asociaciones que operan a nivel regional (por ejemplo, Plastics Europe).
- d. RCP de programas de DAP.

b) La guía del WBCSD Chemicals [WBCSD Chemicals LCA Guidance (2014)] utilizó la aplicación del valor económico de los coproductos como criterio para decidir entre la asignación física y la asignación económica en primer lugar. El criterio para la asignación económica fue adoptado también por el proyecto Pathfinder y alineado con TfS (Figura 5.15). Los factores de asignación económica deberían calcularse basándose en precios de mercado estables, como media anual o a lo largo de varios años en caso de alta fluctuación (por ejemplo, > 100%) de los precios para promediar las altas fluctuaciones de los precios, lo que influye en el resultado de un proceso de asignación basado en valores económicos como precios [BASF SE (2021)]. Si no se dispone de precios de mercado, pueden aplicarse otros factores económicos.

Si la parte de un coproducto es muy pequeña (en masa o volumen <= 1%), puede omitirse en la decisión sobre el método de asignación (véase también el capítulo 5.2.3 sobre los criterios de corte). Si hay más de dos coproductos, utilice el valor más alto y el más bajo de todos los coproductos para determinar la relación préstamo-valor.

Las excepciones a las reglas de asignación anteriores son posibles solo en raras ocasiones, como, por ejemplo:

1. El dióxido de carbono que se captura y se utiliza como insumo en otro proceso se trata por separado (véase el capítulo 5.2.10.3 sobre la captura y utilización de carbono).
2. Si el hidrógeno es un coproducto, deberá aplicarse la asignación por valor calorífico debido al bajo peso molecular del hidrógeno. Ejemplo: Proceso para la producción de gas de síntesis que genera CO y también genera hidrógeno; ambos son gases y productos valiosos. Si el hidrógeno es un coproducto en un proceso de producción múltiple, no deberá aplicarse la asignación de masa debido al bajo peso molecular del hidrógeno.

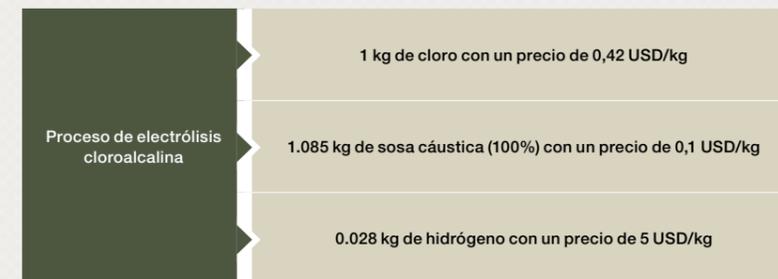
El enfoque aplicado para resolver las situaciones de producción múltiple siempre deberá indicarse y justificarse, y la suma de las entradas y salidas asignadas de un proceso unitario deberá ser igual a las entradas y salidas del proceso unitario antes de la asignación.

5.2.9.4 Ejemplos de asignación

El procedimiento de asignación tiene un impacto significativo en el resultado de la HCP, como se puede ver a continuación en el ejemplo de la electrólisis cloroalcalina, un proceso de producción múltiple que genera cloro, sosa cáustica e

hidrógeno (véase la figura 5.18). Por lo tanto, es necesario un enfoque uniforme sobre cómo tratar las situaciones de producción múltiple para todos los tipos posibles de productos y coproductos, con el fin de generar resultados coherentes y comparables.

Figura 5.18 Productos de un proceso de electrólisis cloroalcalina



Cabe señalar que existe un documento de asociación para la electrólisis cloroalcalina y que los diferentes enfoques de asignación mostrados son simplemente ejemplos ilustrativos.

Asignación basada en la masa

Este tipo de asignación es la distribución según la masa, medida en términos de masa total (véase la tabla 5.6).

Tabla 5.6 Ejemplo de cálculo para la asignación basada en la masa

Definición	Masa [kg/kg de cloro]	Proporción del impacto
Cloro	1.00	47%
Sosa cáustica (100%)	1.085	51%
Hidrógeno	0.028	2%
Suma		100%

Asignación estequiométrica o elemental

Las proporciones estequiométricas de las reacciones químicas pueden utilizarse como base para la asignación. Este enfoque es útil si los flujos de masa no reflejan la realidad elemental de los coproductos. Esta asignación puede utilizarse para materiales de entrada que sólo tienen una

conectividad química con determinados productos y no con todos los coproductos. La asignación estequiométrica o elemental puede combinarse, por ejemplo, con la asignación de masa para otras materias primas, energía, residuos, emisiones, etc. (véase la Tabla 5.7).

Tabla 5.7 Ejemplo de cálculo para la asignación estequiométrica o elemental

Definición	Masa molar [g/mol]	Relación estequiométrica con el NaCl	Proporción del impacto del NaCl
Cloro, Cl ₂	70.9	0.5	60.7%
Sosa cáustica, NaOH (100%)	40	1	39.3%
Hidrógeno, H ₂	2	0	0%
Suma			100%

Proporción del impacto del NaCl = masa molar del producto * factor estequiométrico del producto / masa molar del NaCl.

Asignación económica

La asignación económica se refiere al valor económico de los productos en el lugar (por ejemplo, en la planta), así como en el estado (por ejemplo, sin limpiar) y la cantidad que proporciona el proceso multifuncional. A cada producto se le atribuye un precio de mercado específico (véase la Tabla 5.8).

Si existen grandes fluctuaciones en los precios, debería calcularse un precio medio de varios años para reducir dichas fluctuaciones. Los precios más recientes deberían utilizarse si están disponibles y son apropiados.

Tabla 5.8 Ejemplo de cálculo para la asignación económica

Definición	Valor [USD/kg]	Masa [kg/kg de cloro]	Valor x Masa [USD]	Proporción del impacto
Cloro	0.42	1.00	0.42	63%
Sosa cáustica (100%)	0.10	1.085	0.1085	16%
Hidrógeno	5.00	0.028	0.14	21%
Suma			0.6685	100%

En los casos en que el producto no se vende o la determinación de los precios de mercado es poco posible (por ejemplo, productos intermedios que se utilizan internamente, cloro para el PVC), podrían utilizarse otros enfoques, por ejemplo, una combinación de los costes de producción y el precio de mercado del producto procesado o el volumen de ventas.

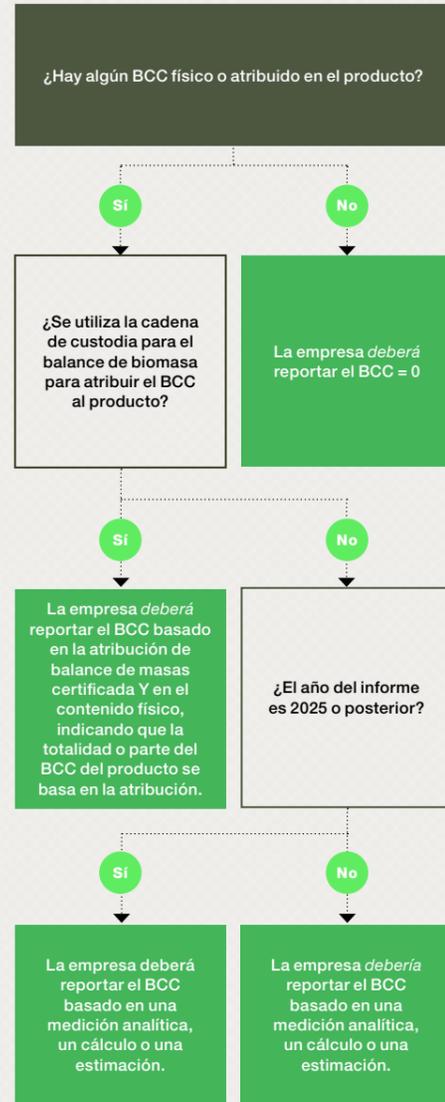
Resumen de los ejemplos de cálculo con una asignación de producción múltiple

Tabla 5.9 Ejemplos generales de enfoques de asignación y reglas de cálculo

Caso de ejemplo	Regla de cálculo de la HCP aplicable "cómo hacerlo"
<p>La electrólisis cloroalcalina proporciona, además de cloro, principalmente hidrógeno e hidróxido de sodio; no se generan coproductos energéticos como el vapor.</p>	<p>Siga el árbol de decisiones anterior: aplique el esquema de asignación como se especifica en la RCP de [Eurochlor [2022]].</p> <p>La entrada de cloruro de sodio se asigna mediante estequiometría a todos los productos que contienen átomos de sodio o de cloro (o ambos): cloro, hidróxido de sodio, hipoclorito de sodio y sulfato de sodio.</p> <p>La entrada de ácido sulfúrico se asigna únicamente a la producción de cloro, ya que se utiliza para el secado del mismo.</p> <p>Las emisiones de hidrógeno se asignan únicamente a la producción de hidrógeno, ya que se refieren a las fugas de hidrógeno a la atmósfera.</p> <p>Las emisiones de cloro gaseoso se asignan únicamente a la producción de cloro, ya que se refieren a las fugas de cloro a la atmósfera.</p> <p>La electricidad, el vapor y todas las demás entradas y salidas se asignan por masa a todos los productos valiosos, para las soluciones al contenido en masa de la molécula activa.</p>
<p>El proceso de craqueo al vapor convierte las materias primas de hidrocarburos fósiles (principalmente etano, GLP, nafta o gasóleo) en varios productos principales, como etileno y propileno, benceno, butadieno e hidrógeno. El proceso produce otros productos químicos como acetileno, buteno, tolueno y xileno.</p>	<p>Este complicado proceso de ACV requiere algunos enfoques específicos para un cálculo preciso. Por lo tanto, se desarrolló una RCP de Plásticos Europe¹ para armonizar el enfoque. La RCP distingue por definición entre los denominados "productos principales" (etileno, propileno, benceno, butadieno, hidrógeno, tolueno, xileno y butenos) y los "productos adicionales" (todos los demás productos). Se define que la materia prima utilizada deberá asignarse en función de la masa a todos los productos del craqueo al vapor.</p> <p>La demanda de energía y las emisiones deberán asignarse exclusivamente en función de la masa a los "productos principales".</p>
<p>La producción de formaldehído a partir de metanol produce, además de formaldehído, un exceso de vapor que se utiliza en otra planta de producción situada en el mismo sitio de la empresa informante. El vapor sustituye al vapor generado en una planta de cogeneración in situ basada en gas natural.</p>	<p>El proceso de producción del formaldehído genera un coproducto que sólo se utiliza en la recuperación de energía. Siguiendo el árbol de decisiones y sus excepciones, la cuestión de la asignación puede resolverse mediante la ampliación y sustitución del sistema. Esto significa que el impacto de CO₂e de las entradas y salidas del proceso se asigna completamente al producto principal. Al mismo tiempo, sin embargo, el proceso recibe unos créditos de CO₂e que corresponden al impacto de CO₂e del vapor generado en la planta de cogeneración in situ basada en gas natural. Cuando se utiliza el vapor residual como insumo en otro proceso de producción, éste lleva la carga de CO₂e del vapor generado en la planta de cogeneración basada en gas natural. De este modo, se cierra el balance de CO₂ y el proceso de generación de vapor se ve recompensado, ya que produce un producto que sustituye a otro que se habría producido de otro modo.</p>
<p>Los gases atmosféricos como el nitrógeno, el oxígeno, el argón y otros gases inertes se producen mediante un proceso conocido como separación del aire. En este proceso, el aire atmosférico se divide en sus componentes primarios mediante una destilación fraccionada. Las unidades criogénicas de separación de aire (ASU) se construyen para proporcionar nitrógeno u oxígeno y a menudo coproducen argón. De este proceso pueden obtenerse gases de gran pureza. Los gases raros como el neón, el criptón y el xenón pueden aislarse con la destilación del aire utilizando al menos dos columnas de destilación. Este tipo de destilación se puede transferir a casi todas las demás destilaciones que se utilizan con mucha frecuencia en la industria química. El proceso se aplica para la separación de diferentes fracciones de productos químicos y para la purificación los mismos.</p>	<p>Siga el árbol de decisiones anterior: no existe una RCP, la comparación de los valores económicos de los coproductos (= precios) da como resultado una proporción de > 5. [Precio Producto 1 (máx) / precio Producto 2 (mín) > 5]. El impacto de CO₂e de los flujos de entrada y salida deberá asignarse en base a un enfoque de asignación económica.</p> <p>Si los valores económicos de los coproductos (= precios) dan como resultado una proporción de < 5, deberán aplicarse asignaciones basadas en relaciones físicas. En un proceso típico de destilación que se aplica para la separación de, por ejemplo, diferentes sustancias químicas con distintos puntos de ebullición, los puntos de ebullición pueden utilizarse como base para la asignación. Los puntos de ebullición más altos obtienen cargas más altas porque se necesita más energía para destilar los productos.</p>

(1) Recomendación de Plásticos Europe sobre la asignación del craqueo al vapor. Plastic Europe - Stream Cracker Allocation

Figura 5.19 Árbol de decisiones para el informe del contenido de carbono biogénico (BCC) de un producto¹



Otros requisitos:

La empresa deberá indicar si el BCC tiene una base física o se basa en una atribución.

El BCC deberá corregirse después de cualquier asignación económica aplicada en la cadena de suministro.

5.2.10 Normas y requisitos adicionales

5.2.10.1 Enfoque para incluir el carbono biogénico en la HCP

"Durante la fotosíntesis, las plantas absorben carbono (en forma de CO₂) de la atmósfera y lo almacenan en el tejido vegetal. Hasta que se devuelve a la atmósfera, este carbono permanece en las reservas de carbono. El carbono puede permanecer en algunas de estas reservas durante largos periodos de tiempo, a veces durante siglos. Un aumento de las reservas de carbono almacenado en estos depósitos representa una remoción neta de carbono de la atmósfera. Como los materiales de base biológica proceden de las plantas, lo mismo ocurre con ellos". [Estándar Corporativo del Protocolo de GEI]

Los requisitos de esta guía están alineados con los requisitos establecidos en la norma ISO 14067 [ISO 14067: 2018].

De acuerdo con la norma ISO 14067, **las remociones biogénicas derivadas de la absorción de CO₂** durante el crecimiento de la biomasa deberán incluirse en el cálculo de la HCP. Además, todas las emisiones biogénicas (por ejemplo, las emisiones de metano procedentes de la aplicación de estiércol, etc.) y otras emisiones procedentes de procesos relevantes, como el cultivo, la producción y la cosecha de biomasa, deberán incluirse en la HCP [ISO 14067: 2018].

Las remociones biogénicas de CO₂ deberán representarse en el cálculo de la HCP como - 1 kg de CO₂/kg de CO₂ al entrar en el sistema de producto, mientras que las emisiones biogénicas de CO₂ deberán representarse como + 1 kg de CO₂e/kg de carbono biogénico [ISO 14067: 2018]. Como se menciona en el Capítulo 5.3.2, la HCP, que considera las emisiones y remociones biogénicas, deberá reportarse como **HCP (incluyendo las remociones biogénicas de CO₂)**.

Cabe señalar que otros sistemas (en concreto, el sistema de la Comisión Europea sobre la huella ambiental de los productos (HAP 2021)) tratan las emisiones y remociones biogénicas de manera diferente. Hasta ahora, la metodología de la HAP no ha considerado ni las emisiones ni las remociones biogénicas de CO₂ (enfoque 0/0), sino las emisiones biogénicas de CH₄. Además, la metodología de la HAP considera las emisiones y remociones biogénicas de CO₂ como neutrales, independientemente de su tratamiento al final de la vida útil. Para los usos a corto plazo de materiales con incineración, este enfoque es idéntico al enfoque que considera las remociones biogénicas de carbono y las subsiguientes emisiones de la incineración. Para cumplir los requisitos de la metodología de la HAP y del actual Protocolo de GEI, deberá reportarse adicionalmente la **"HCP (excluyendo las remociones biogénicas de CO₂)"**, que no considera las remociones biogénicas, sino todas las emisiones biogénicas y fósiles. Las emisiones biogénicas contienen las emisiones de CH₄ que se derivan del C de base biológica y se convierten también en metano y se expresan en CO₂e. Las emisiones de N₂O derivadas de materiales de base biológica también se expresan en CO₂e. Si se emite N₂O por el uso de un fertilizante basado en materiales fósiles, se vincula al CO₂e fósil.

El próximo GHG Protocol Land sector and removal Guidance anulará todos los estándares existentes del Protocolo de GEI en términos de emisiones biogénicas y requisitos de contabilidad. TFS actualizará esta guía si se publica la versión final.

Dado que el alcance de la HCP (incluidas las remociones biogénicas) dentro de esta guía se limita a una consideración de la cuna a la puerta, el contenido total de carbono y el contenido de carbono biogénico del material también deberán reportarse junto con la HCP (incluidas las remociones biogénicas) con el objetivo de cerrar el balance de carbono biogénico en cálculos de flujo descendente o al final de la vida útil, que no están dentro del alcance de este documento [BASF SE (BASF)],

[ISO 14067: 2018]. La figura 5.19 presenta un árbol de decisiones para el informe del contenido de carbono biogénico ("BCC", por sus siglas en inglés). El carbono biogénico se define como el carbono derivado de la biomasa. La biomasa se refiere a material de origen biológico e incluye tanto materia orgánica viva como materia muerta, como los árboles, cultivos, hierbas, hojarasca de árboles, algas, animales, estiércol y residuos de origen biológico. En este documento, la turba se excluye de la definición de biomasa [ISO 14067: 2018]. En el contexto de los productos, el carbono derivado de la biomasa contenido en un producto se denomina contenido de carbono biogénico del producto [ISO 14067: 2018]. El BCC puede estar presente en los productos debido a su presencia física o debido a su atribución en el balance de biomasa. Si se utiliza el balance de biomasa, deberán establecerse disposiciones para evitar la doble contabilización, especialmente en el caso de los productos que no reciben BCC atribuido.

Si el contenido de carbono biogénico del producto es inferior al 5% de la masa del producto, podrá omitirse la declaración del contenido de carbono biogénico ([EN15804+A2 2019: 46]).

A continuación, se presenta un ejemplo de cómo calcular y reportar las remociones biogénicas y el contenido de carbono de un etanol de base biológica.

- Contenido de carbono en el etanol (peso molecular del carbono / peso molecular total del etanol) = (24 g/mol / 46 g/mol) = 52,17% de contenido de C en el etanol.
- 1 kg de etanol contiene 521,7 g de C.
- Como el contenido de carbono biogénico representa el 100%, el contenido de C biogénico también es de 521,7 g de C/kg.
- La remoción biogénica es de 521,7 g de C/kg * 44/12 (conversión de carbono en dióxido de carbono) = 1 913 g de CO₂ / kg de etanol.

Cuando el etanol se incinera, por ejemplo, en un proceso de fin de vida útil (EoL), esta cantidad de CO₂e se liberará como emisión¹. Si el etanol se utiliza como precursor de un producto químico y este producto se aplica a largo plazo, la contribución del etanol es negativa. El nuevo GHG Protocol Land sector and removal Guidance tiene un novedoso enfoque sobre cómo contabilizar las emisiones retardadas de las reservas de carbono de los productos. La guía de TFS se adaptará si se publica dicho documento.

En la tabla 5.10 se ofrece un ejemplo de cómo reportar las emisiones de etanol de base biológica.

Tabla 5.10 Cálculo e informe de los resultados de la HCP con materiales biogénicos incluidos

Ejemplo de cálculo simplificado: Para 1 kg de etanol	De acuerdo con la norma ISO 14067: 2018 y el Estándar de contabilidad y reporte del ciclo de vida de los productos del Protocolo de GEI	De acuerdo con la metodología de la HAP 2021
Carbono biogénico en los productos (kg de C biogénico/kg de etanol)	0.521	0.521
Remociones equivalentes de carbono biogénico del producto, expresadas en dióxido de carbono (kg de CO₂/kg de etanol)	-1.9	0.0
Remociones globales equivalentes de carbono biogénico, expresadas en dióxido de carbono (kg de CO₂/kg de etanol)	-2.334	0.0
Emisiones derivadas del uso de suelo y del cambio directo de uso de suelo (kg de CO₂e/kg de etanol)	0.2	0.2
Emisiones por el cambio directo de uso de suelo (kg de CO₂e/kg de etanol)	0.1	0.1
Emisiones biogénicas (kg de CO₂e/kg de etanol)	0.8 (0,4 de Metano)	0.4 (Metano)
Emisiones fósiles (kg de CO₂e/kg de etanol) (resultado neto de las emisiones fósiles y las remociones fósiles)	2.0	2.0
Emisiones de la cuna a la puerta (kg de CO₂e por kg de etanol)	- 2.334 + 0.2 + 0.8 + 2.0 = 0.67	0.0 + 0.2 + 0.4 + 2.0 = 2.6

⁽¹⁾ Durante la modelización del fin de vida útil (EoL), por ejemplo, cuando se utiliza biomasa como fuente de energía para un proceso, el carbono biogénico en el producto debe liberarse de la misma forma que el carbono fósil, en función de la tecnología de fin de vida útil específica (por ejemplo, teniendo en cuenta la conversión en todos los gases de carbono pertinentes (CO₂, CO, CH₄)). Debería comprobarse que el balance de carbono está cerrado (las remociones equivalen a las emisiones).

- Emisiones de metano biogénico y remociones de CO₂ correspondientes:
0.4 kg de CO₂e / kg de etanol

0.4 / PCG del metano (30 kg / kg de metano)
= 0.013 kg de metano / kg de etanol

0.013 kg de metano = (0,013/16) * 44
= 0,04 kg de CO₂ absorbido

- Absorción adicional por emisión biogénica de CO₂:
0.4 kg de CO₂e / kg de etanol
- Absorción total de CO₂:
- 1,9 kg de CO₂ - 0,04 kg de CO₂ - 0,4 kg de CO₂
= - 2,34 kg de CO₂

Según la norma ISO 14067 [ISO 14067: 2018], deberá reportarse el contenido de carbono biogénico de los productos, así como las emisiones y remociones fósiles y biogénicas de GEI. También deberán reportarse las emisiones y remociones de GEI derivadas del uso de suelo.

En algunos casos, por ejemplo, cuando se aplica la asignación, los flujos de carbono podrían no representar la realidad física en términos de contenido de C. Para evitar cálculos engañosos o incorrectos, deberá aplicarse una corrección del carbono al final de los cálculos de la HCP. Debe garantizarse que el contenido de carbono biogénico en el producto es igual a la suma de las remociones biogénicas de CO₂ y las emisiones biogénicas de CO₂ y metano. Si no es así (por ejemplo, debido a la asignación en algún punto de la cadena de valor), deberá ajustarse el valor de la remoción biogénica de CO₂.

Por consiguiente, la información que figura en la tabla 5.10 debe comunicarse y transferirse al destinatario por separado (véase también el capítulo 5.3). Además, deberá añadirse información sobre el contenido de carbono:

- Contenido de carbono biogénico: 0,5217 kg de C / kg de etanol.
- Contenido total de carbono: 0,5217 kg de C / kg de etanol (= contenido de carbono biogénico de 0,5217 kg de C / kg de producto + contenido de carbono fósil de 0 kg de C / kg de producto).

Para el cálculo de la HCP de la materia prima en la sección 5.2.8.2 deberán utilizarse las cifras totales según la norma ISO 14067 [ISO 14067: 2018]. Los resultados de la HCP de un producto incluyen las remociones biogénicas en la entrada. Además, deberán reportarse las remociones biogénicas de carbono. Esto permitirá calcular una HCP correcta en función del tratamiento al final de la vida útil del usuario final del producto.

Al considerar las remociones biogénicas de carbono de los productos durante un periodo de tiempo determinado, deberá evaluarse el impacto del ritmo de las emisiones y remociones de GEI [ISO 14067: 2018].

Cuando las emisiones y remociones de GEI derivadas de la etapa de uso y/o de la etapa de fin de vida útil se produzcan a lo largo de más de 10 años (si no se especifica lo contrario en la RCP pertinente) después de la puesta en uso del producto, deberá especificarse en el inventario del ciclo de vida el ritmo de las emisiones y remociones de GEI en relación con el año de producción del producto. El impacto del ritmo de las emisiones y remociones de GEI del sistema de producto (expresado en CO₂e), si se calcula, deberá documentarse por separado en el inventario [ISO 14067: 2018].

El contenido de carbono biogénico del embalaje (si se considera en la HCP) deberá excluirse o reportarse por separado para un cálculo preciso del impacto del fin de vida útil.

La biomasa utilizada para la producción química debería ser de alta calidad y producirse teniendo en cuenta importantes aspectos de un alto nivel de sostenibilidad. Deberían aplicarse los siguientes requisitos para el uso de la cadena de custodia para el balance de masas en la determinación de la HCP:

- La biomasa utilizada debería seguir un estándar de certificación transparente y la conformidad con la certificación debería ser verificada por una parte independiente y cualificada.
 - El sistema de certificación deberá contar con normas claras sobre la cadena de custodia, requisitos de trazabilidad, límites definidos, directrices para las declaraciones de comercialización, incluir salvaguardias contra la doble contabilización en cualquier sentido e identificar el tipo de materia prima sostenible a lo largo de toda la cadena de suministro.
 - Algunos ejemplos de sistemas de certificación aceptables son ISCC PLUS, REDcert2, UL ECVF 2809, RSB Advanced Materials, FSC, RSPO o equivalentes.
- El ACV del proceso de fabricación en el que se produce la atribución del balance de masas puede ser revisado por una parte independiente y ser declarado conforme con la norma ISO 14044 [ISO 14044: 2006] o ISO 14067 [ISO 14067: 2018]. El estudio deberá documentar cómo se calcularon los flujos de materiales y las atribuciones.

Por ejemplo, los criterios de sostenibilidad de la UE se amplían para cubrir la biomasa utilizada para la calefacción, la refrigeración y la generación de electricidad en la Directiva [UE] 2018/2001 revisada. Los países de la UE tuvieron que transponer las nuevas normas antes del 30 de junio de 2021, y los regímenes voluntarios tienen que ajustarse a los enfoques de certificación para cumplir los nuevos requisitos.

Para que un régimen sea reconocido por la Comisión Europea, debe cumplir criterios como:

- Los productores de materias primas cumplen los criterios de sostenibilidad de la Directiva sobre energías renovables revisada y su legislación de aplicación.
- La información sobre las características de sostenibilidad puede rastrearse hasta el origen de la materia prima.
- Toda la información está bien documentada.
- Las empresas son auditadas antes de empezar a participar en el régimen y las auditorías retroactivas tienen lugar regularmente.
- Los auditores tienen las competencias genéricas y específicas de auditoría necesarias en relación con los criterios del régimen.
- La decisión de reconocer un régimen voluntario suele tener un periodo legal de validez de 5 años.

Si se utiliza una materia prima mixta que contenga menos del 100% de materiales biogénicos, el contenido biogénico deberá calcularse en función de la parte de materiales de base biológica y reportarse en consecuencia. La otra parte de materiales está relacionada con el carbono fósil.

Si se solicita un cálculo conforme a la metodología de la HAP, deberán utilizarse las cifras de la HAP.

Tabla 5.11 dLUC e iLUC [ISO 14067: 2018]

Cambio directo de uso de suelo (dLUC)	Cambio indirecto de uso de suelo (iLUC); opcional
<p>Cambio en el uso humano del suelo dentro de los límites pertinentes, que conduce a un cambio en las reservas de carbono del suelo y de la biomasa.</p> <p>Por ejemplo, el bosque primario se convierte en tierras agrícolas o en pastizales.</p> <p>Las emisiones y remociones de GEI asociadas con estos cambios del uso de suelo de referencia al uso de suelo objeto de evaluación deben abordarse y deberán incluirse en el cálculo de la HCP.</p>	<p>Cambio de uso de suelo, que es consecuencia del cambio directo de uso de suelo, pero que se produce fuera del límite pertinente.</p> <p>Por ejemplo, el cambio del uso de tierras agrícolas para la producción de alimentos al uso de tierras agrícolas para la producción de materias primas químicas de base biológica, con el consiguiente desplazamiento de la producción de alimentos fuera de los límites.</p>

5.2.10.2 Emisiones por el cambio de uso de suelo

El cambio de uso de suelo Land Use Change (LUC, por sus siglas en inglés) se refiere a un cambio de un uso de suelo (pueden ser hábitats naturales como bosques primarios o también tierras agrícolas) a otro uso de suelo (la mayoría de las veces al "uso o gestión humana de la tierra"). Como resultado del cambio de uso de suelo, las emisiones y remociones de GEI ocurren a través de cambios en las reservas de carbono del suelo y de la biomasa por encima y por debajo del suelo que no son el resultado de cambios en la gestión de la tierra [ISO 14067: 2018]. Los cambios en la gestión de la tierra dentro de la misma categoría de uso de suelo no se consideran cambios de uso de suelo (por ejemplo, de tierra agrícola a tierra agrícola). El cambio de uso de suelo puede clasificarse como cambio de uso de suelo directo o indirecto (Tabla 5.11):

De acuerdo con la norma ISO 14067 [ISO 14067: 2018] las emisiones y remociones de GEI que se produzcan a causa del dLUC deberán incluirse en el cálculo de la HCP y declararse por separado en la documentación [ISO 14067: 2018]. Las emisiones y remociones de GEI como resultado del iLUC pueden considerarse para su inclusión y - si se calculan - deberán documentarse por separado [ISO 14067: 2018].

Las **emisiones y remociones de GEI** que se produzcan debido al dLUC en las **últimas décadas** (frecuentemente se utiliza el período de 20 años del nivel 1 del IPCC) deberán evaluarse de acuerdo con métodos reconocidos internacionalmente, como **las Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero** [Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero].

Si se utiliza un enfoque específico (por ejemplo, basado en datos del sitio, regionales o nacionales), los datos deberán basarse en un estudio verificado, un estudio revisado por pares o **pruebas científicas** similares y documentarse en el informe del estudio de la HCP [ISO 14067: 2018].

Si un producto tiene una base 100% fósil, incluyendo todos los precursores relevantes, esta categoría es de muy baja relevancia y puede pasarse por alto en la evaluación y debería ser reportada como "no aplicable".

5.2.10.3 Emisiones evitadas y compensaciones

Definición de emisiones evitadas

En esta norma, las emisiones evitadas se cuantifican como reducciones de emisiones causadas indirectamente por el producto o proceso estudiado o por las respuestas del mercado al producto o proceso estudiado que se producen en el ciclo de vida del producto estudiado. Las emisiones evitadas no deberán restarse del resultado total de la HCP.

Para más información sobre las emisiones evitadas, véase la directriz del WRI sobre las emisiones evitadas [Estimating and Reporting the Comparative Emissions Impacts of Products], [Estándar de contabilidad y reporte del ciclo de vida de los productos del Protocolo de GEI], [CCA - Addressing the Avoided Emission Challenge [2017]] o [WBCSD - SOS 1.5], cuya publicación está prevista para finales de 2022.

Definición de compensaciones de emisiones

"Las compensaciones de emisiones son créditos de emisiones (en forma de comercio de emisiones o financiación de proyectos de reducción de emisiones) que una empresa compra para compensar el impacto de las emisiones del producto estudiado. Las empresas suelen utilizar las compensaciones por una de estas dos razones: para cumplir un objetivo de reducción que no pueden alcanzar sólo con reducciones, o para declarar un producto como neutro en carbono" [Estándar de contabilidad y reporte del ciclo de vida de los productos del Protocolo de GEI].

Las compensaciones de emisiones no deberán restarse del resultado total de la HCP. No obstante, si una empresa desea adquirir compensaciones, podrá proporcionar información sobre las compensaciones por separado del resultado de la HCP. Para que estas compensaciones se proporcionen por separado como información adicional, la empresa debería: adquirir compensaciones cuyos beneficios de reducción de emisiones de GEI se cuantifiquen siguiendo metodologías de cuantificación de las reducciones de emisiones de proyectos de mitigación de GEI aceptadas internacionalmente (por ejemplo, el Estándar para la Cuantificación de Proyectos de Reducción del Protocolo de GEI); contabilizar únicamente las compensaciones a nivel de producto para evitar la doble contabilización de las compensaciones a nivel corporativo [Estándar de contabilidad y reporte del ciclo de vida de los productos del Protocolo de GEI].

Definición de remoción de emisiones

El secuestro o la absorción de emisiones de GEI de la atmósfera, que suele producirse cuando el CO₂ es absorbido por materiales biogénicos durante la fotosíntesis.

Tabla 5.12 Ejemplos de emisiones evitadas por compensación

Caso de ejemplo	Regla de cálculo de la HCP aplicable	Información adicional voluntaria para la compensación de emisiones
La empresa compra créditos de emisión de un proyecto que invierte en reforestación para compensar el 50% de la HCP calculada.	La HCP sigue siendo la misma que la calculada	La compensación del 50% de las emisiones puede proporcionarse por separado de los resultados del inventario.
La empresa compra créditos de emisión de una instalación de captura y almacenamiento de carbono de otra empresa para compensar el 30% de la HCP calculada.	La HCP sigue siendo la misma que la calculada. La reducción de GEI por CAC no puede considerarse como reducción de emisiones en la HCP, ya que la CAC no forma parte del sistema de producto.	La compensación del 30% de las emisiones puede proporcionarse por separado de los resultados del inventario.

Dado que se está avanzando hacia nuevas normas ISO, algunos aspectos podrían abordarse de forma diferente. En el ámbito de la ISO, se está desarrollando una nueva norma, la ISO 14068 "Neutralidad climática". También se ha introducido un enfoque "cero neto" de ISO con las Directrices para el Cero Neto (IWAR 42). Estas actividades podrían dar lugar a nuevos aspectos de cálculo y a la aplicación de la HCP en cálculos específicos. Esta guía se actualizará en consecuencia cuando se publiquen estas normas y sea necesario abordar nuevos requisitos.

5.2.10.4 Captura de carbono seguida de almacenamiento y utilización

La "captura de carbono" se refiere a los procesos en los que el CO₂ se separa de fuentes industriales y relacionadas con la energía o se captura técnicamente de la atmósfera. Esta guía se refiere únicamente a la captura de CO₂ en la fuente de emisiones. Las tecnologías de captura directa del aire quedan fuera del alcance de este subcapítulo. Para otras tecnologías de captura de otras fuentes de carbono (por ejemplo, CH₄), se necesitan más definiciones.

La CAC (Captura y Almacenamiento de Carbono, o más exactamente: captura y almacenamiento de CO₂) se refiere a la separación del CO₂ y a su inyección en una formación geológica, lo que resulta en un aislamiento a largo plazo de la atmósfera.

Por largo plazo se entiende el período mínimo necesario para que se considere una opción de mitigación del cambio climático eficaz y segura para el medio ambiente [ISO 27917:2017], [ISO Guide 84:2020].

Tabla 5.13 Ejemplos de CAC

Caso de ejemplo (Véase la figura 5.20)	Regla de cálculo de la HCP aplicable	Información adicional voluntaria para la compensación de emisiones
La empresa instala una instalación para la captura de carbono y garantiza el almacenamiento permanente y completo de 0,6 toneladas de CO ₂ (CAC)	Debería considerarse la captura de 0,6 toneladas de CO ₂ . El resultado neto de la HCP deberá incluir la emisión almacenada de 0,6 toneladas, así como las emisiones liberadas por la captura, el transporte y el almacenamiento (Véase la figura 5.20)	Los valores absolutos de las emisiones liberadas y de las emisiones almacenadas pueden reportarse individualmente

La CUC (captura y utilización de CO₂) se refiere a los procesos técnicos en los que el CO₂ separado se convierte en productos valiosos. A diferencia de la CAC, el almacenamiento de CO₂ en la CUC es sólo temporal. Las emisiones pueden retrasarse y, por tanto, no contribuyen al cambio climático durante el tiempo de almacenamiento [Müller, Kätelhön et al (2020)].

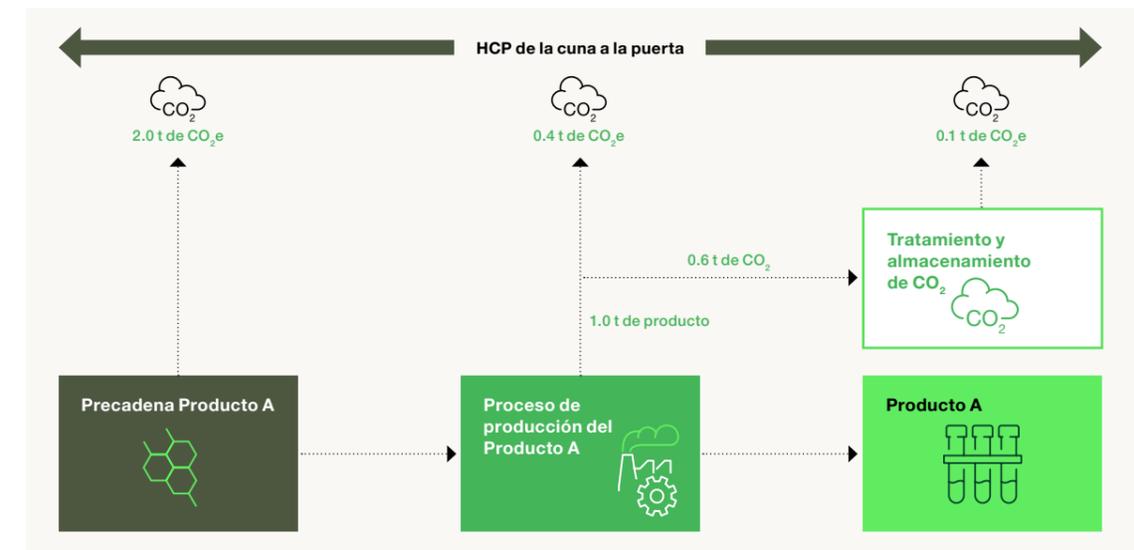
La CC sólo se refiere a las fuentes de emisión industriales, mientras que los procesos biológicos, en los que también se almacena (o secuestra) el CO₂, como la plantación de árboles, no están incluidos en la terminología.

Captura y almacenamiento de carbono

La CAC puede incluirse en el cálculo de la HCP si se garantiza un almacenamiento permanente y completo en instalaciones de almacenamiento. Las tecnologías de almacenamiento permanente se caracterizan por un riesgo muy bajo de inversión física del proceso de almacenamiento. El Foro Económico Mundial ofrece un resumen exhaustivo de las tecnologías de almacenamiento. Deberá documentarse el resultado neto de las emisiones de GEI, las emisiones de GEI almacenadas y la tecnología de almacenamiento utilizada. Las cantidades individuales de GEI emitidos (por ejemplo, a través de la captura, el transporte y el almacenamiento) y de GEI almacenados podrían notificarse por separado [BASF SE (2021)].

La CAC sólo puede incluirse en la HCP si la tecnología de CAC está activa siempre que se produzca el producto.

Figura 5.20 Ejemplo de Captura y Almacenamiento de Carbono (CAC) suponiendo un almacenamiento de 0,6 t de CO₂ por tonelada de producto A.



HCP (Producto A) = 2,0 t de CO₂e / t + 0,4 t de CO₂e / t + 0,1 t de CO₂e / t = 2,5 t de CO₂e / t

Sin captura y almacenamiento de carbono, la emisión del "proceso de producción del producto A" sería de 1 t de CO₂e, lo que daría lugar a una emisión global de 3,0 t de CO₂e. Con la CAC, la emisión del "proceso de producción del producto A" se reduce a 0,4 t. Para el tratamiento y almacenamiento, se emiten 0,1 t de CO₂e; por lo tanto, la emisión neta global de CO₂e es de 2,5 t de CO₂e (2,0 t + 0,4 t + 0,1 t).

- HCP neta, incluida la CAC (producto A), que se debe reportar: 2,5 t de CO₂e.
- Información adicional voluntaria sobre la CAC: 0,6 t de CO₂ (capturado y almacenado).
- Información adicional voluntaria sobre las emisiones de GEI liberadas: 0,4 t (proceso) y 0,1 t (tratamiento).

Captura y utilización de carbono

Las normas para los ACV de los productos no están armonizadas en la actualidad y no abordan plenamente el efecto de dirección de las HCP en el caso de tecnologías importantes con potencial para descarbonizar la industria química, como la captura y utilización de carbono y el reciclaje químico. Por lo tanto, las siguientes metodologías son una propuesta de la industria química para dirigir esas tecnologías, pero aún no están armonizadas con todas las normas, incluido el Protocolo de GEI.

El CO₂ capturado es un producto de la transformación humana, en consecuencia, el CO₂ es un flujo técnico y una materia prima química para la utilización del CO₂. Cuando el CO₂ es capturado y utilizado, deberá utilizarse la jerarquía de asignación ISO- y TfS, lo que significa que, si la situación de producción múltiple no puede evitarse mediante subdivisión, deberá aplicarse una expansión o asignación del sistema siguiendo el enfoque descrito en las reglas de categoría de producto (RCP) publicadas y aceptadas o en los proyectos de las Asociaciones Industriales, cuando existan, para los sistemas de productos correspondientes (véase el capítulo 5.2.9). Ambos enfoques no serían favorables para una tecnología tan nueva, como se muestra y explica en el capítulo siguiente. Por ello, TfS decidió establecer un enfoque alternativo que se seguirá debatiendo y considerando.

Las fuentes de CO₂ pueden ser la captura directa del aire Direct Air Capture (DAC) o fuentes puntuales (procesos industriales como la producción de amoníaco). Para ambas fuentes, la transición tecnológica mediante la captura y utilización de CO₂ para productos químicos está impulsada por los usuarios de CO₂; para las fuentes puntuales, también está impulsada por la fuente de CO₂. La toma de decisiones de las fuentes y los usuarios de CO₂ sólo puede orientarse mediante una metodología de evaluación que refleje la relación entre el producto principal y el CO₂.

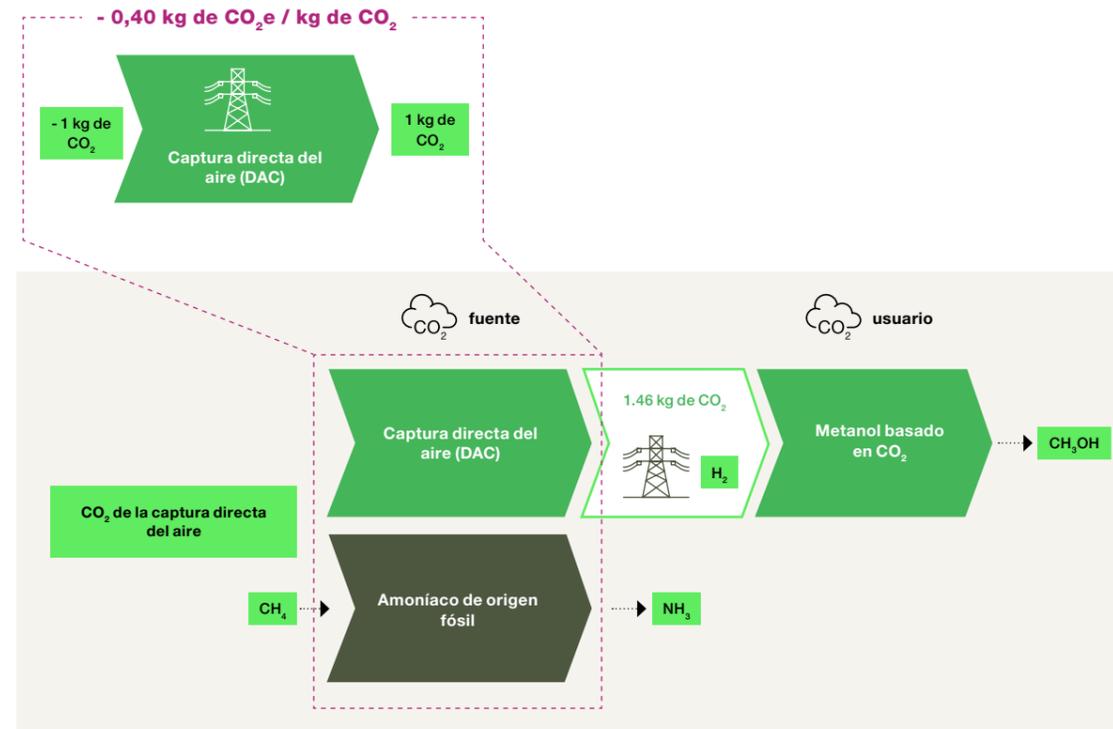
A partir de los datos ejemplares proporcionados en la tabla 5.14, se calcularon los impactos de diferentes metodologías de evaluación para una planta de producción de amoníaco (como fuente puntual) y una planta de producción de metanol (usuario de CO₂), así como una fuente de CO₂ de referencia procedente de la captura directa del aire (DAC).

La Figura 5.21 refleja los resultados de este cálculo "de la cuna a la puerta" para el metanol basado en CO₂ con dos fuentes diferentes de CO₂: Captura Directa del Aire (DAC) y una fuente puntual industrial, una planta de producción de amoníaco. En el cálculo ejemplar para la DAC (véase la Figura 5.21 y la Tabla 5.14), se captura 1 kg de CO₂ a través de la DAC. La HCP total relacionada con la captura de CO₂ y la DAC corresponde en este ejemplo a 0,60 kg de CO₂e/kg de CO₂. Incluyendo la remoción de 1 kg de CO₂, la HCP total para el CO₂ capturado es de - 0,40 kg de CO₂e por kg de CO₂. El cálculo considera por kg de CO₂ capturado: 2,52 MJ de electricidad, 11,9 MJ de calor suministrado a través de una bomba de calor, lo que corresponde a una demanda de electricidad de 4,74 MJ (COP supuesto de la bomba de calor de 2,51), y 0,02 kg de CO₂e para tener en cuenta las pérdidas

del adsorbente. En el ejemplo anterior se utilizó un factor de emisión de CO₂e para la electricidad de 0,08 kg de CO₂e/MJ.

En el escenario 1) "Sin sistema de producción múltiple", el proceso de producción de metanol utiliza 1,46 kg de CO₂ de la DAC para producir 1 kg de CH₃OH. Como se muestra en la Figura 5.21, teniendo en cuenta todas las emisiones procedentes de la producción de metanol y de la materia prima H₂, la HCP total del metanol basado en CO₂ procedente de la DAC corresponde a 2,57 kg de CO₂e por kg de CH₃OH. Cuando se utiliza la DAC y, por tanto, no se produce captura en la planta de producción de amoníaco, la producción de amoníaco conduce a una HCP de 1,98 kg de CO₂e por kg de NH₃ (Tabla 5.15).

Figura 5.21 Escenario DAC - El CO₂ se captura mediante DAC y se transforma en metanol. Sin captura de CO₂ en la planta de producción de amoníaco (Tabla 5.15 columna 1)



1 kg de NH₃ + 1 kg de CH₃OH = 4,55 kg de CO₂e

Tabla 5.14 Resultados de la HCP con el enfoque "sin sistema de producción múltiple"

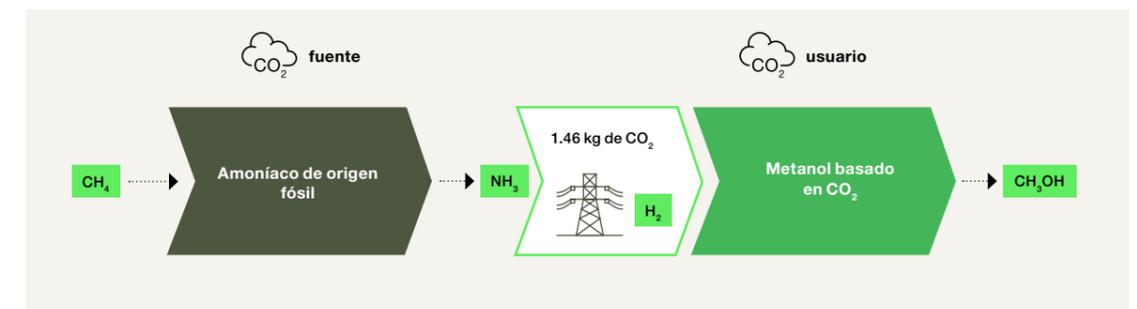
Unidad: kg de CO ₂ e	HCP del amoníaco como fuente de CO ₂ (1 kg de NH ₃)	HCP del metanol como usuario de CO ₂ (1 kg de CH ₃ OH)	Expansión del sistema (1 kg de NH ₃ + 1 kg de CH ₃ OH)
CO ₂ de la DAC	1.98 (sin captura)	2.57	4.55

En el caso de que el CO₂ se capture en una fuente puntual, el enfoque de evaluación influye en las HCP del amoníaco y el metanol. En el siguiente ejemplo de cálculo, se han aplicado los dos enfoques de evaluación "expansión del sistema con posterior sustitución de una planta de producción de amoníaco" y "asignación económica" para mostrar el impacto de los distintos enfoques en las HCP de los dos productos y, por tanto, el efecto de dirección.

En el escenario 2) "Expansión del sistema: producción de amoníaco evitada sin captura", se utiliza un crédito por el funcionamiento evitado de una planta de producción de amoníaco sin captura para

determinar la HCP del CO₂ capturado de una planta de producción de amoníaco. Según este enfoque, los 1,46 kg de CO₂ (necesarios para la producción de 1 kg de metanol) dejarían la planta de producción de amoníaco con una HCP de - 0,97 kg de CO₂ por kg de CO₂ capturado (- CO₂ evitado + Emisiones de la captura = - 1 kg de CO₂e por kg + 0,03 kg de CO₂ por kg de CO₂). La HCP incentiva el uso del CO₂ (la HCP del Metanol procedente de la CUC corresponde a 1,73 kg de CO₂e/kg teniendo en cuenta la HCP negativa para el CO₂); pero no incentiva al productor del CO₂, el proceso fósil de producción de amoníaco. La producción de amoníaco con captura resultaría en una HCP de 1,98 kg de CO₂e/kg de NH₃ como en el primer escenario sin captura.

Figura 5.22 CUC de fuentes puntuales - efectos de dos esquemas de asignación diferentes en las HCP del Amoníaco y del Metanol (Tabla 5.15 columna 2 y 3)

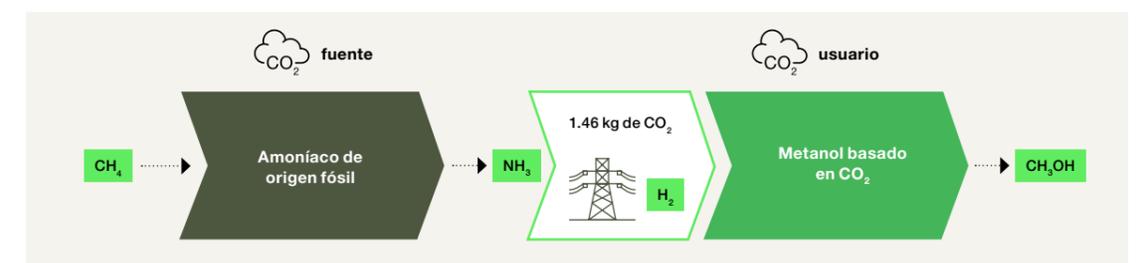


1 kg de NH₃ + 1 kg de CH₃OH = 3,71 kg de CO₂e

Para evitar este bloqueo fósil y compartir incentivos entre ambos procesos (fuente de CO₂ y usuario de CO₂), TFS está a favor de aplicar la expansión del sistema con sustitución de la captura directa del aire (Tabla 5.15 columna 4). Como se muestra en el siguiente ejemplo, el productor de amoníaco puede reducir la HCP del NH₃ a 1,14 kg de CO₂e/kg de NH₃. La HCP del metanol sería de 2,57 kg de CO₂e/kg de CH₃OH, lo que es comparable al escenario DAC y se sitúa en el intervalo medio entre la expansión del sistema con sustitución

de una planta de producción de amoníaco (1,73 kg de CO₂e/kg de CH₃OH) y la asignación económica (3,25 kg de CO₂e/kg de CH₃OH). La emisión global del sistema se conserva en 3,71 kg de CO₂e/(kg de CH₃OH + kg de NH₃) como en los otros enfoques. Los incentivos se reparten entre los dos productos. El enfoque y la lógica de la expansión del sistema con sustitución de la captura directa del aire se describen en el capítulo siguiente.

Figura 5.23 CUC de fuentes puntuales - metodología de asignación propuesta: expansión del sistema con captura directa del aire evitada (tabla 5.14 columnas 2 y 3)



1 kg de NH₃ + 1 kg de CH₃OH = 3,71 kg de CO₂e

La captura de CO₂ a partir de fuentes puntuales es, debido a sus altas concentraciones de CO₂, en general menos intensiva en emisiones que la captura directa del aire. El enfoque de evaluación para este tema específico debería orientar la demanda de CO₂ hacia el suministro de CO₂ con emisiones mínimas (a partir de fuentes puntuales). Así, el uso de CO₂ procedente de fuentes puntuales debería beneficiarse al evitar la captura directa del aire aplicando la expansión del sistema con la sustitución ascendente de la fuente alternativa de CO₂ DAC. En consecuencia, la separación del CO₂ de las fuentes puntuales de CO₂ y su posterior uso en la producción de productos químicos también debería beneficiarse porque, de lo contrario, el CO₂ se emitiría o se transferiría al almacenamiento. La fuente puntual de CO₂ (por ejemplo, una planta de producción de amoníaco) y el usuario de CO₂ aplicarían la siguiente lógica de cálculo:

El usuario de CO₂ (aquí: planta de producción de metanol) aplica la HCP del CO₂ procedente de la utilización del mejor proceso de captura directa del aire operado en la región de la fuente puntual (en este ejemplo: HCP CO₂ = - 0,40 kg de CO₂e/kg de CO₂ para la fuente DAC). En la Tabla 5.14, columna 4, este crédito se recalcula con la cantidad de CO₂ utilizada (1,46 kg de CO₂) y, por tanto, corresponde a - 0,58 kg de

CO₂e para la producción de metanol. La fuente de CO₂ (aquí: planta de producción de amoníaco) obtiene el crédito de ser una captura de CO₂ más eficiente que el proceso de captura directa del aire. La HCP para el amoníaco se reduciría por el crédito de CO₂ derivado de la fuente puntual (en comparación con la DAC), es decir, aquí:

HCP del amoníaco con captura/DAC evitada = Suma de las emisiones de la planta de producción de amoníaco - (HCP DAC evitada * CO₂ - Producto de la planta de producción de amoníaco).

En el ejemplo, esto equivale a

Total por 1 kg de NH₃ + 1,46 kg de CO₂:
Emisiones de amoníaco: 1,58 kg de CO₂ - 1,46 kg de CO₂
= 0,12 kg de CO₂
HCP del amoníaco = (0,36 + 0,08 + 0,12) - (- 0,58 kg de CO₂e)
= 1,14 kg de CO₂e por kg de NH₃

Total por 1 kg de CH₃OH:
HCP del metanol = (2,94 + 0,09 + 0,12) + (- 0,58 kg de CO₂e)
= 2,57 kg de CO₂e por kg de CH₃OH

Tabla 5.15 Resumen de las hipótesis de cálculo

	1) Sin sistema de producción múltiple	2) Expansión del sistema: producción de amoníaco evitada sin captura	3) Asignación basada en el valor económico	4) Fuente puntual de la planta de producción de amoníaco (DAC evitada)	
	en kg de CO ₂ e				
Captura directa del aire	CO ₂ capturado (en kg de CO ₂)	1.00	-	-	
	Contribución electricidad directa	0.20	-	-	
	Contribución electricidad para calor	0.38	-	-	
	Contribución a las pérdidas de aminas	0.02	-	-	
	Por kg de CO₂	-0.40¹	-	-	-
Producción de amoníaco	CO ₂ capturado (en kg de CO ₂)	0	1.46	1.46	
	HCP del CO ₂ capturado (por kg de CO ₂)	-	-0.97	0.07	
	Contribución del CO ₂ capturado (por 1,46 kg de CO ₂)	-	-	-	-0.58
	Contribución producción de materias primas	0.36	0.36	0.29 ²	0.36
	Contribución consumo de electricidad	0.04	0.04	0.07 ²	0.08
	Contribución emisiones directas	1.58	1.58	0.10 ²	0.12
	Salidas	1 kg de NH ₃		1 kg de NH ₃ + 1,46 kg de CO ₂	
	Por salidas	1.98	1.98	0.46²	1.14
Producción de metanol basado en CO₂	Entrada de CO ₂	1.46	1.46	1.46	
	HCP del CO ₂ capturado (kg de CO ₂ e / (kg de CO ₂))	-0.40	-0.97	0.07 ²	-0.40
	Contribución producción de materia prima - CO ₂	-0.58	-1.42	0.1 ²	-0.58
	Contribución producción de materia prima - H ₂	2.94	2.94	2.94	2.94
	Contribución emisiones directas	0.09	0.09	0.09	0.09
	Contribución consumo de energía	0.12	0.12	0.12	0.12
	Salidas	1 kg de CH ₃ OH		1 kg de CH ₃ OH	
	Por salida	2.57	1.73	3.25	2.57
	Por (1 kg de NH₃ + 1 kg de CH₃OH)	4.55	3.71	3.71	3.71

(1) HCP del CO₂ reducida por captura de energía, que debe considerarse
(2) Precio del amoníaco (380 euros/tonelada) y precio del CO₂ (60 euros/tonelada) basado en las emisiones asignadas económicamente. Fuente <https://pubs.rsc.org/en/content/articlepdf/2020/ee/d0ee01530>

La HCP de los procesos de CUC calculada de acuerdo con esta guía de TfS deberá utilizar la expansión del sistema con DAC evitada. Para el cálculo de la HCP del CO₂ capturado, deberá tenerse en cuenta la siguiente demanda energética: 2,52 MJ de electricidad por kg de CO₂ capturado y 4,74 MJ de electricidad que se utilizan para el suministro de calor a baja temperatura (> 100°C) a través de una bomba de calor [Deutz 2021]. Además, deberán considerarse 0,02 kg de CO₂e por kg de CO₂ capturado para tener en cuenta las pérdidas de adsorbente durante la captura del aire. Obsérvese que en los ejemplos anteriores se ha utilizado un factor de emisión de CO₂e para la electricidad de 80 g de CO₂e por MJ de electricidad. Este factor deberá ajustarse para reflejar la combinación de consumo de electricidad del país en el que se encuentre el productor de CO₂. Deberá utilizarse la siguiente fórmula:
HCP de 1 kg de CO₂ capturado = 0,02 kg de CO₂e + (2,52 MJ + 4,74 MJ) * factor de emisión espec. electricidad - 1 kg de CO₂.

Debe tenerse en cuenta que, en las bases de datos de ACV, los inventarios del ciclo de vida de los sistemas de producción múltiple a menudo se modelan de forma diferente siguiendo principios de asignación divergentes (por ejemplo, asignación física frente a asignación económica) o expansión del sistema seguida de sustitución. Por lo tanto, al seleccionar conjuntos de datos secundarios, hay que asegurarse de que cumplen los principios de asignación definidos en esta guía. Si no están disponibles, deben desarrollarse con los proveedores de las bases de datos, si es posible, para lograr su armonización. De lo contrario, el resultado del cálculo de la HCP también depende de si se ha utilizado un conjunto de datos específicos del proveedor de una empresa química que cumpla los principios de esta guía o un conjunto de datos secundarios. El enfoque de modelización para sistemas con CUC (expansión del sistema con captura directa del aire evitada) sugerido en la guía todavía no se refleja en las bases de datos de ACV existentes, con la consiguiente creación de resultados diferentes. Un informe significativo que muestre el enfoque de cálculo deberá estar vinculado a las cifras también para la comparación de diferentes HCP de productos con CUC.

5.2.10.5 Cálculo de la HCP de los productos con balance de masa

El balance de masas es una cadena de custodia utilizada en muchas industrias en las que no es práctico hacer una separación física de los materiales sostenibles y convencionales durante el procesamiento. El balance de masas facilita la transición a una economía sostenible y circular al permitir el coprocesamiento eficiente de materiales alternativos en activos existentes a gran escala y cadenas de suministro complejas. Los materiales alternativos pueden ser, por ejemplo, materias primas de base biológica, pero también otras materias primas como materias primas recicladas químicamente, materias primas de desecho o materiales basados en CO₂. El balance de masas es especialmente importante para muchas empresas de la industria química que están pasando a utilizar residuos plásticos y materiales de base biológica como materias primas para reducir el uso de materiales vírgenes de origen fósil y ayudar a resolver el dilema mundial de los residuos plásticos con el reciclaje molecular. El balance de masas requiere un vínculo físico entre los materiales de entrada y de salida y, por tanto, es diferente de otros enfoques más indirectos de cadena de custodia, como "Book and Claim".

El balance de masas garantiza que la cantidad de material de salida está equilibrada con (no supera) la entrada de material y se ajusta adecuadamente a los rendimientos y factores de conversión.

El coprocesamiento de materias primas alternativas y convencionales da lugar a la producción de materiales de origen mixto que no se distinguen en términos de composición o propiedades técnicas. El balance de masas permite atribuir contenidos alternativos a productos individuales para crear valor a partir del uso de insumos alternativos. Los grandes activos integrados no pueden ser objeto de una transición inmediata, y el balance de masas constituye un puente crítico.

El enfoque matemático para calcular la HCP de los procesos en los que se produce la atribución del balance de masas está fuera del alcance de esta guía porque es diferente para los distintos tipos de procesos químicos. Se necesita una guía industrial, una regla de categoría de producto o un estándar internacional para la implementación del balance de masas en el ACV. No es posible establecer un enfoque estándar en esta guía de TfS para este tema complejo y emergente. Es necesario desarrollar más normas sobre la inclusión de la cadena de custodia en el ACV.

Deberán aplicarse los siguientes requisitos para el uso de la cadena de custodia para el balance de masas en la determinación de la HCP:

- El balance de masas deberá seguir un estándar de certificación transparente y la conformidad con la certificación deberá ser verificada por una tercera parte independiente y cualificada.
 - El sistema de certificación deberá contar con normas claras sobre la cadena de custodia, requisitos de trazabilidad, límites definidos, directrices para las declaraciones de comercialización, incluir salvaguardias contra la doble contabilización e identificar el tipo de materia prima sostenible a lo largo de toda la cadena de suministro.
- El ACV del proceso de producción en el que se produzca la atribución del balance de masas deberá ser conforme a la norma ISO 14044 [ISO 14044: 2006]. El estudio deberá documentar cómo se calcularon el flujo de materiales y las atribuciones.

En el caso de las materias primas atribuidas bio o biocirculares, puede tenerse en cuenta la absorción biogénica, pero deberá evitarse la doble contabilización (por ejemplo, la absorción biogénica debe asignarse de forma estequiométrica al material de base biológica y a los posibles flujos de biorresiduos). Por lo tanto, es necesario prestar mucha atención a la hora de asignar el carbono biogénico o bioatribuido. Para reflejar también los productos con balance de masas, el término contenido de carbono biogénico debería ampliarse a contenido de carbono biogénico/carbono biogénico atribuido (según el enfoque de balance de masas).

Como ejemplo publicado, Jeswani [Jeswani et al [2019]] describió una metodología para integrar el enfoque de balance de masas en el ACV para aplicaciones de biomasa en el sector químico utilizando pirólisis seguida de craqueo al vapor. El concepto se ajusta a los requisitos de la norma ISO 14044 [ISO 14044: 2006] y puede aplicarse a aplicaciones de balance de masas que utilizan materias primas de base biológica (balance de biomasa) o materias primas recicladas (balance de masas circular). El número de materias primas sostenibles necesarias para sustituir los insumos fósiles se calcula mediante el análisis del flujo de materiales. El inventario del ciclo de vida de los productos con contenido sostenible atribuido (mediante el balance de masas) se determina en función de los índices de conversión relativos de las distintas materias primas y de los valores químicos de los productos resultantes.

5.2.11 Calidad de datos y proporción de datos primarios

5.2.11.1 Proporción de datos primarios

Para hacer visible la proporción de datos primarios en los cálculos de la HCP, debería determinarse (y compartirse) la proporción de datos primarios (PDS) en cada conjunto de datos [Pathfinder Framework (PACT impulsado por el WBCSD)]. Esto puede hacerse calculando la proporción (%) del impacto total de GEI (CO₂e) que se deriva del uso de datos primarios en el límite del sistema de la cuna a la puerta (véase la Fórmula 2). Véanse las definiciones de datos primarios y secundarios en el glosario.

Fórmula 3: Enfoque de cálculo de la PDS

$$\frac{\text{Parte de la HCP basada en datos primarios (CO}_2\text{e)}}{\text{HCP (CO}_2\text{e)}} = \text{PDS}_{\text{HCP}}(\%)$$

Lo ideal sería disponer de la proporción de datos primarios de los flujos de entradas relevantes obtenidos de los proveedores ascendentes (nivel 1). Si es así, la PDS de la HCP debería calcularse utilizando un enfoque de media atribuida a la HCP de las entradas de material y energía. Si no se anima a todos los miembros de la cadena de suministro a participar en este esfuerzo, la proporción de datos primarios sólo podrá determinarse con precisión si la información correspondiente a la mayoría de las entradas es facilitada por los respectivos proveedores.

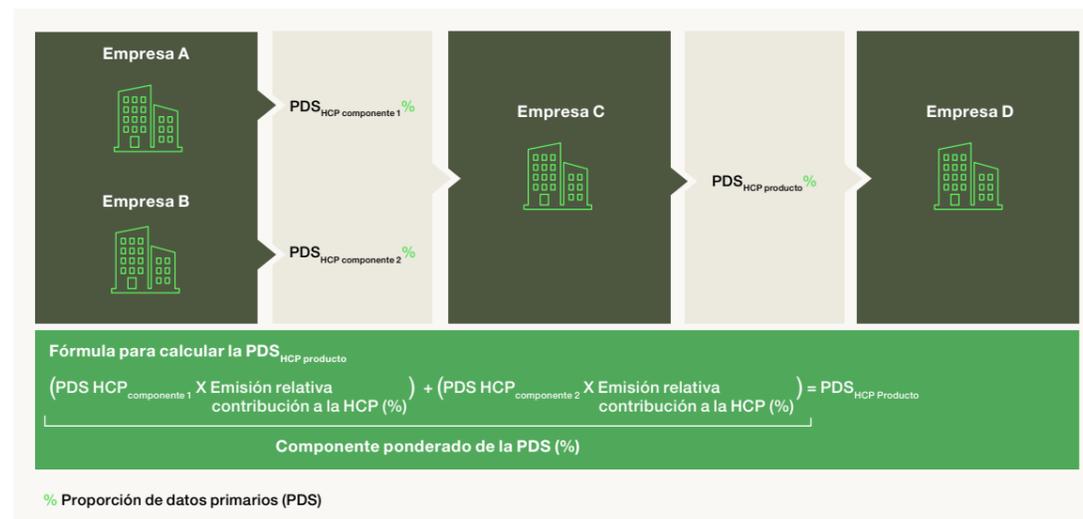
Para ello, las PDS individuales recibidas del proveedor (componentes externos de las PDS), así como de otros componentes (otros componentes de las PDS), por ejemplo, las entradas de energía o las emisiones directas de la producción, deberían multiplicarse por su respectiva contribución relativa (en %) a la HCP. A continuación, deberían sumarse todas las PDS ponderadas (componentes ponderados de la PDS) para obtener una PDS global (resultado de la PDS). Para contribuir a aumentar la transparencia en el uso de los datos primarios, la información sobre la PDS debería compartirse en las fases descendentes (nivel 1) junto con la HCP. De este modo, se fomenta la inclusión de una explicación sobre la proporción de datos primarios, con el objetivo de ayudar a las empresas a apoyarse mutuamente para aumentar la cantidad de datos primarios que circulan por el sistema y garantizar HCP más precisas si la calidad de los datos es además muy buena (Figura 5.24). El enfoque general se muestra en la Figura 5.25.

Figura 5.24 Cálculo de las proporciones de datos primarios de dos componentes

Cálculo de la PDS



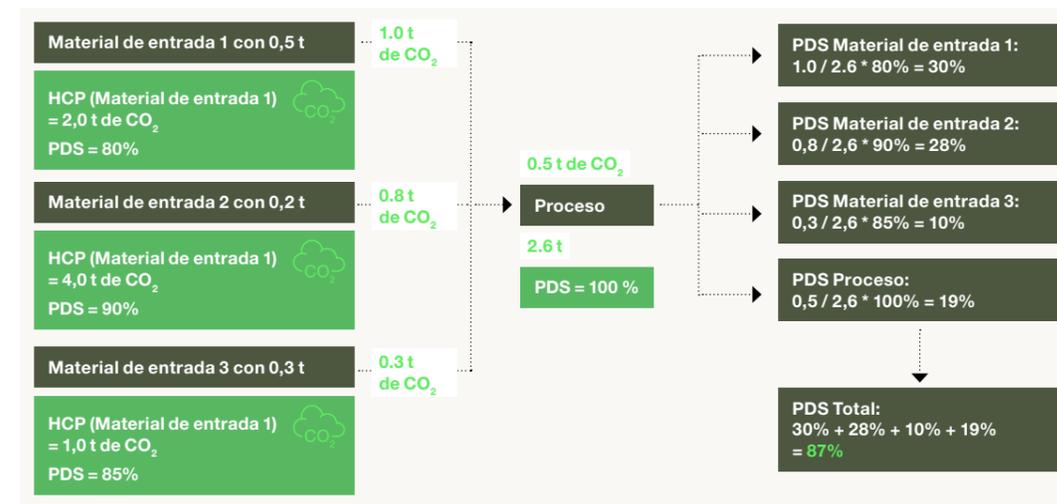
Figura 5.25 Cálculo de la proporción de datos primarios de una HCP [Pathfinder Framework (PACT impulsado por el WBCSD)].



En la Figura 5.26 se muestra un ejemplo detallado con la aplicación de pasos detallados en la generación de una PDS para una HCP de un producto. Sólo deberá atribuirse una proporción de datos primarios si tanto los datos de actividad (por ejemplo, la

cantidad en kWh) como la información sobre el factor de emisión proceden de fuentes primarias. Si una de estas dos informaciones procede de datos secundarios, toda la PDS para este proceso unitario se calificará como dato secundario.

Figura 5.26 Cálculo de la proporción de datos primarios de una HCP, ejemplo



En general, un conjunto de datos primarios sólo puede calificarse como primario si los datos de actividad (fuente de datos) y el factor de emisión (fuente del FE) son información primaria. Si sólo uno de los dos factores del cálculo de la

PDS es secundaria, toda esta contribución se calificará como secundaria y se aplicará en consecuencia en el cálculo de la PDS. En la Tabla 5.16 se ofrece un ejemplo.

Tabla 5.16 Ejemplo de cálculo de la PDS para fuentes de datos primarios y secundarios

Material	Datos de entrada (kWh)	Fuente de datos	FE (kg de CO ₂ e)	Fuente del FE	kg de CO ₂ e	% HCP	PDS Total
A	10,435	Primaria	0.19	Primaria	1,983	42%	42%
B	10,000	Secundaria	0.18	Secundaria	1,800	38%	0%
C	5,000	Primaria	0.18	Secundaria	900	19%	0%
					4,683		42%

5.2.11.2 Calificación de la calidad de los datos Data Quality Rating (DQR)

Durante el proceso de recopilación de datos, las empresas deberán evaluar la calidad de los datos de actividad, los factores de emisión y/o los datos sobre las emisiones directas utilizando los indicadores de la calidad de los datos.

Si existen datos internos de mayor calidad que los disponibles en bases de datos secundarias (por ejemplo, factores de emisión internos para el combustible) y se utilizan para los cálculos, la idoneidad de dichos datos internos deberá revisarse y reportarse en una DQR siguiendo los criterios descritos en este capítulo. Los datos procedentes de bases de datos verificadas sobre los factores de emisión (véase el capítulo 5.2.6) también deberán reportarse en una DQR, abordando así mismo su representatividad, pertinencia y correcta aplicación al producto en cuestión. El cálculo y el informe de una DQR sólo será obligatorio a partir de 2025 para dar a las empresas tiempo suficiente para prepararse. Hasta entonces, se recomienda hacerlo de forma voluntaria.

La norma define cinco indicadores de la calidad de los datos que deben utilizarse para evaluar la calidad de los mismos. Estos indicadores se muestran a continuación y se resumen en la Tabla 5.18.

- **Representatividad tecnológica:** el grado en que los datos reflejan la(s) tecnología(s) real(es) utilizada(s) en el proceso.
- **Representatividad geográfica:** el grado en que los datos reflejan la ubicación geográfica real de los procesos dentro del límite del inventario (por ejemplo, país o sitio).
- **Representatividad temporal:** el grado en que los datos reflejan el tiempo real (por ejemplo, el año) o la antigüedad del proceso.
- **Exhaustividad:** el grado en que los datos son estadísticamente representativos de los sitios en los que se realiza el proceso.
- **Fiabilidad:** el grado de fiabilidad de las fuentes, los métodos de recopilación de datos y los procedimientos de verificación utilizados para obtener los datos.

La evaluación de la calidad de los datos durante la recopilación de los mismos permite a las empresas realizar mejoras en la calidad de los datos de forma más eficiente que cuando la calidad de los datos se evalúa una vez finalizada la recopilación.

El Pathfinder Framework exige que sólo las entradas que representen más del 5% de la HCP total se sometan a la evaluación de la calidad de los datos, lo que reduce la labor de generación de factores de DQR. TFS también recomienda este enfoque (Tabla 5.17).

Tabla 5.17 Indicadores de la calidad de los datos del Protocolo de GEI

Indicador	Descripción	Relación con la calidad de los datos
Representatividad tecnológica	El grado en que los datos reflejan la(s) tecnología(s) real(es) utilizada(s).	Las empresas deberían seleccionar datos que sean tecnológicamente específicos.
Representatividad temporal	El grado en que los datos reflejan el tiempo real (por ejemplo, el año) o la antigüedad de la actividad.	Las empresas deberían seleccionar datos que sean temporalmente específicos.
Representatividad geográfica	El grado en que los datos reflejan la ubicación geográfica real de la actividad (por ejemplo, el país o el sitio).	Las empresas deberían seleccionar datos que sean geográficamente específicos.
Exhaustividad	El grado en que los datos son estadísticamente representativos de la actividad relevante. La exhaustividad incluye el porcentaje de lugares para los que los datos están disponibles y se utilizan a partir del número total que se refiere a una actividad específica. La exhaustividad también tiene en cuenta las fluctuaciones estacionales y otras fluctuaciones normales de los datos.	Las empresas deberían seleccionar datos que estén completos.
Fiabilidad	El grado de fiabilidad de las fuentes, los métodos de recopilación de datos y los procedimientos de verificación ^{1,2} utilizados para obtener los datos.	Las empresas deberían seleccionar datos que sean fiables.

(1) Adaptado de B.P. Weidema, y M.S. Wesnaes, "Data quality management for life cycle inventories - an example of using data quality indicators", Journal of Cleaner Production, 4 n° 3-4 (1996): 167-174.
(2) Datos verificados: La verificación puede realizarse de varias formas, por ejemplo, mediante comprobación in situ, mediante recálculo, mediante balance de masas o mediante comprobaciones cruzadas con otras fuentes.

Tabla 5.18 Evaluación de la calidad de los datos utilizada en TfS y [Pathfinder Framework (PACT impulsado por el WBCSD)]

DQI	1 - Buena	2 - Suficiente	3 - Baja
Tecnología	Misma tecnología	Tecnología similar (basada en datos secundarios)	Tecnología diferente o desconocida
Tiempo	Datos del año del informe	Datos de menos de 5 años	Datos de más de 5 años
Geografía	Mismo país o subdivisión del país	Misma región o subregión	Global o desconocida
Exhaustividad	Todos los sitios relevantes durante el periodo especificado	< 50% de los sitios durante el periodo especificado o > 50% de los sitios durante un periodo más corto	Menos del 50% de los sitios durante un periodo de tiempo más corto o desconocido
Fiabilidad	Datos de actividad medidos	Los datos de actividad se basan en parte en suposiciones	Estimación no cualificada

La evaluación de la calidad de los datos basada en la Tabla 5.14 puede utilizarse para obtener información más cuantitativa en forma de Calificación de la Calidad de los Datos (DQR) para dar a los usuarios de los datos una mejor impresión de la calidad general de los datos y de la HCP resultante.

Deberá calcularse y reportarse la calidad de los datos de cada HCP. El cálculo de la calidad de los datos deberá basarse en cinco criterios de calidad de los datos (cada criterio se considera de igual importancia): TeR es la representatividad tecnológica,

TiR es la representatividad temporal, GeR es la representatividad geográfica, C es la exhaustividad y R es la fiabilidad.

Los niveles de calidad se expresan en tres categorías: 1 Buena, 2 Suficiente, 3 Baja. La representatividad (tecnológica, geográfica y temporal) caracteriza el grado en que los procesos y productos seleccionados representan el sistema analizado, mientras que la exhaustividad y fiabilidad se refieren a la calidad de la HCP generada.

Las contribuciones de los materiales de entrada a la HCP del proceso están vinculadas a la DQR de los materiales de entrada. Cuanto menor sea la puntuación de la calidad de los datos y mayor sea la parte de la HCP total de un material de entrada, mayor será el impacto de un material de entrada en la puntuación _{global} de la calidad de los datos.

Por ejemplo:	Producto 1	Producto 2
Representatividad tecnológica (TeR):	2	3
Representatividad temporal (TiR):	1	3
Representatividad geográfica (GeR):	2	2
Exhaustividad (C):	3	3
Fiabilidad (R):	2	3
Total	10	14
DQR Proceso (Total / 5)	2	3

En la fórmula 4, se muestra la agregación de todos los resultados individuales de todos los materiales de entrada de la fase ascendente. La segunda línea muestra el cálculo general de una única DQR de un proceso, basada en los cinco criterios descritos anteriormente. En la línea 4 se muestra cómo sumar la DQR relacionada con el proceso y la DQR ascendente según la Figura 5.27.

Fórmula 4: Cálculo general de los índices de calidad de los datos

$$DQR_{ascendente} = (DQR_{Material\ de\ Entrada\ 1} * parte\ HCP_{total\ 1} + DQR_{Material\ de\ Entrada\ 2} * parte\ HCP_{total\ 2} + DQR_{Material\ de\ Entrada\ 3} * parte\ HCP_{total\ 3} + DQR_{Material\ de\ Entrada\ n} * parte\ HCP_{total\ n})$$

$$DQR_{proceso} = (TeR + TiR + GeR + C + R) / 5$$

$$DQR_{contribucion\ proceso} = DQR_{proceso} * parte\ HCP_{total\ proceso}$$

$$DQR_{total} = (DQR_{ascendente} + DQR_{contribucion\ proceso})$$

La DQR _{total} deberá calcularse para la salida de, por ejemplo, 1kg o 1 t de producto, tal como se define en la unidad declarada.

Véase un ejemplo en la Figura 5.27. La DQR total para este proceso es 2,0 y deberá reportarse al receptor de los datos sobre la HCP también después de 2025. La DQR puede utilizarse como entrada para un ACV completo que permita el cálculo final de una DQR completa. La DQR apoya la interpretación de los datos sobre la HCP y la identificación de potenciales de mejora de la calidad de los datos sobre la HCP. Nótese que la DQR del proceso no siempre es igual a 1 dependiendo de los datos disponibles. Un proceso en el que se pueden generar datos primarios siempre puede tener una baja representatividad tecnológica o temporal, lo que se traduce en puntuaciones inferiores a 1. Los procesos de propiedad de la empresa deben evaluarse del mismo modo que los procesos ascendentes.

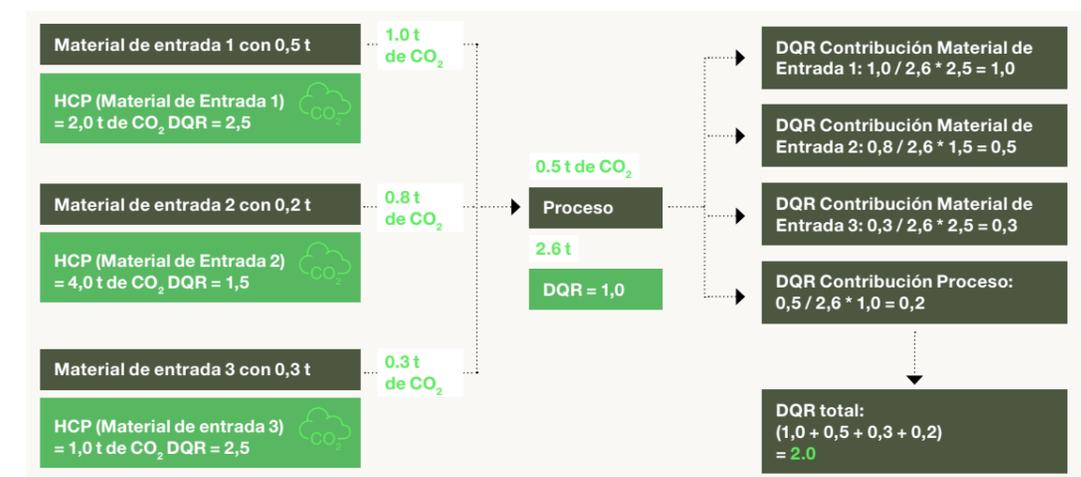
Mejorar la calidad de los datos

La recopilación de datos y la evaluación de su calidad es un proceso iterativo para mejorar la calidad general de los datos del inventario de productos. Si las fuentes de datos se identifican como de baja calidad utilizando los indicadores de la calidad de los datos, las empresas deberían volver a recopilar datos [Estándar de contabilidad y reporte del ciclo de vida de los productos del Protocolo de GEI].

Los siguientes pasos son útiles para mejorar la calidad de los datos:

1. Identifique las fuentes de datos de baja calidad en el inventario de productos utilizando los resultados de la evaluación de la calidad de los datos. Debería darse prioridad a las fuentes con datos de baja calidad que se hayan identificado como significativas para los resultados de la HCP.
2. Recopile nuevos datos para las fuentes de datos de baja calidad, según lo permitan los recursos.
3. Evalúe los nuevos datos. Si son de mayor calidad que los datos originales, utilícelos en su lugar. Si los datos no son de mayor calidad, utilice los datos existentes o recopile nuevos datos.
4. Repita según sea necesario y según lo permitan los recursos. Si las empresas cambian las fuentes de datos en inventarios posteriores, deberían evaluar si este cambio genera la necesidad de actualizar el inventario base.

Figura 5.27 Ejemplo de DQR para un proceso que incluye una DQR ascendente (Fuente TfS)



5.3 Verificación e informe

Tabla 5.19 Ejemplos de informes en diferentes enfoques de empresas

Caso de ejemplo	Regla de cálculo de la HCP aplicable	Información adicional voluntaria para la compensación de emisiones
La empresa compra créditos de emisión de un proyecto que invierte en reforestación para compensar el 50% de la HCP calculada.	La HCP sigue siendo la misma que la calculada.	La compensación del 50% de las emisiones puede proporcionarse por separado de los resultados del inventario.
La empresa compra créditos de emisión de una instalación de captura y almacenamiento de carbono para compensar el 30% de la HCP calculada.	La HCP sigue siendo la misma que la calculada.	La compensación del 30% de las emisiones puede proporcionarse por separado de los resultados del inventario.
La empresa adquiere certificados de electricidad renovable para compensar el 100% del consumo eléctrico de un sitio concreto y, en consecuencia, reduce a cero las emisiones relacionadas con la electricidad de la HCP.	La HCP se reduce en función del potencial de reducción del uso de la electricidad. Las compensaciones no se tienen en cuenta como créditos.	La compensación de emisiones puede proporcionarse por separado de los resultados del inventario.
La empresa genera emisiones directas de CO₂ dentro de una reacción, que se captura y se vende como subproducto (véase el capítulo 5.2.10.4).	El impacto del proceso que captura CO ₂ de la atmósfera y lo vende como subproducto deberá sumarse a los resultados de la HCP en función de la cantidad de CO ₂ capturada, y podrá restarse de los resultados del inventario del proceso.	Como alternativa a la sustracción de las emisiones de CO ₂ capturadas y vendidas de los resultados del inventario, las emisiones capturadas también pueden proporcionarse por separado.

5.3.1 Verificación de los cálculos de la HCP / Garantía de calidad

Una **verificación** se define como la confirmación, mediante la aportación de pruebas objetivas, de que se han cumplido los requisitos especificados [ISO 9000: 2005]. Para lograr la verificación, los cálculos deberán cotejarse con los requisitos de esta guía y los resultados deberán ser reportados.

Se recomienda encarecidamente la verificación de los datos sobre la HCP antes de compartirlos para garantizar que sean fiables y de alta calidad [Pathfinder Framework (PACT impulsado por el WBCSD)]. Se ha realizado una importante actualización del capítulo sobre la verificación y la garantía del Pathfinder Framework.

TfS no permite la no verificación. Los posibles tipos de verificación pueden ser la verificación de un experto interno en ACV, la verificación de un tercero (revisión del producto) o la verificación de un tercero independiente (revisión del enfoque sistemático). El tipo de verificación debe reportarse junto con la HCP (véase 5.3.2).

Si se realiza una verificación interna, la declaración de la cifra de la HCP deberá indicar siempre que la HCP se ha calculado de acuerdo con la guía de TfS, mientras que una verificación por terceros permite una declaración más contundente (p. ej., verificada con TfS).

Cualquier tipo de verificación debería incluir una comprobación a cuatro ojos por parte de un experto interno en ACV o un auditor externo en relación con los siguientes aspectos:

- El objetivo y alcance y sus aspectos relacionados (véase 5.1).
- Las reglas de cálculo (véase 5.2).
- Los límites del sistema (véase 5.1.2) y los criterios de corte (véase 5.2.3).
- La calidad de los datos (véase 5.2.5).

Una verificación por parte de terceros puede ser útil para cumplir estos requisitos. Esto puede hacerse a nivel de producto o en una verificación de enfoque sistemático en la que se verifique la metodología utilizada por una empresa para calcular una HCP coherente.

La **garantía de calidad** se define como parte de la gestión de la calidad centrada en proporcionar confianza en que se cumplirán los requisitos de calidad. En este sentido, una garantía de calidad deberá abordar si los resultados de la HCP y el enfoque para alcanzarlos cumplen los requisitos de alta calidad más allá de la calidad de los datos (adaptado de [ISO 9000: 2005]).

La siguiente lista de comprobación breve puede ayudar al experto en ACV a validar la HCP. Además del experto en ACV, las personas que pueden apoyar la validación incluyen expertos en tecnología, controladores, gerentes de planta y gerentes de sitio:

- Compruebe el balance de masas global (incluye las entradas de materias primas, las salidas de productos, los residuos y las emisiones al aire y al agua).
- Exhaustividad de las etapas del ciclo de vida.
- Compruebe el balance elemental haciendo un cálculo estequiométrico.
- Compruebe si las emisiones directas son realistas, por ejemplo, mediante el balance de carbono.
- Compruebe si el balance de carbono está cerrado, si todas las entradas están consideradas y equilibradas con las salidas de productos, emisiones (aire, agua, suelo) y residuos. Compruebe si las emisiones directas relacionadas con el proceso son plausibles (balances de entradas y salidas de carbono y nitrógeno).
- Compruebe la agregación de datos, la limpieza de datos y el modelado subyacente para calcular el inventario de productos de sus propios conjuntos de datos.
- Compruebe si se aplicaron las fórmulas de cálculo correctas.
- Compruebe el consumo de los servicios públicos (¿plausible?).
- Compruebe los factores de asignación (de acuerdo con el capítulo 5.2.9): la suma de las entradas y salidas asignadas de un proceso unitario es igual a las entradas y salidas del proceso unitario antes de la asignación y los factores de asignación de todos los coproductos de un proceso de producción múltiple suman 1.
- Comparación de CO₂e con cálculos propios, el mismo producto de otros sitios/plantas de empresas, datos de ACV existentes, ICV de otras bases de datos de terceros.
- Compruebe si las emisiones y absorciones biogénicas se consideran y reportan correctamente (5.2.10.1).
- Compruebe la idoneidad de los conjuntos de datos secundarios seleccionados para los datos ascendentes de Alcance 3:

- Compruebe si la tecnología y la geografía representadas en el ICV son las adecuadas.
- Compruebe si la aplicación de las aproximaciones es adecuada.
- Si los datos del proveedor están disponibles, sustituya el conjunto de datos.

- Compruebe si se generó una puntuación de la calidad de los datos y si es significativa.
- Compruebe por qué hay desviaciones significativas con respecto a los datos de referencia del ACV.
- Análisis de sensibilidad y comprobación de la calidad de los resultados: Deberían realizarse análisis de sensibilidad con diferentes opciones de modelización (por ejemplo, otro conjunto de datos para una materia prima, otro método de asignación para el sistema de producto en primer plano) para comprobar la solidez del resultado.
- Una variación del 10% del resultado de la HCP al incluir o excluir etapas del ciclo de vida es una variación aceptada principalmente por los profesionales debido a incertidumbres inherentes, variabilidades de los factores o conjuntos de datos utilizados en un cálculo de la HCP. Cualquier decisión deberá indicarse claramente en el informe interno del cálculo de la HCP y deberán explicarse las razones e implicaciones de su exclusión. Deberá indicarse y justificarse el umbral de significación.

Cualquier información adicional disponible, como un informe de la HCP o una declaración de revisión crítica, puede añadirse o adjuntarse para complementar y aportar más detalles a la información [BASF SE (2021)].

Los resultados reportados en el informe del estudio de la HCP pueden ser utilizados en las comunicaciones de la huella [ISO 14026: 2017].

5.3.2 Información que debe reportarse con la HCP

Esta sección especifica los requisitos de información que deben proporcionar los proveedores junto con los valores de la HCP. Se necesita información adicional además del valor de la HCP para apoyar la interpretación y validación de los datos sobre la HCP, así como para proporcionar la información necesaria para la cuantificación de las HCP de los clientes más adelante en la cadena de valor. La HCP cubre un impacto medioambiental. En este contexto, debería mencionarse que no pueden hacerse declaraciones generales sobre el desempeño medioambiental del producto. Las comparaciones de las HCP sólo son posibles con arreglo a determinados criterios si se facilita toda la información pertinente.

Los campos marcados como "obligatorios" en la tabla 5.20 ("si") deberán ser facilitados por los proveedores al divulgar los valores de la HCP. Para permitir un período de adaptación, ciertos campos se convertirán en obligatorios hacia finales del año 2025. TfS sigue recomendando encarecidamente que se reporte la mayor cantidad de datos posible. También pueden facilitarse detalles adicionales, que actualmente no son obligatorios, si están disponibles para proporcionar más apoyo. La norma ISO 14067 [ISO 14067: 2018] describe los requisitos para la presentación de informes que se reflejan en la lista de atributos. Para que un estudio de la HCP sea totalmente conforme, deberán abordarse todos los requisitos de presentación de informes.

Tabla 5.20

Consulte **TfS PCF Data Model: How to report PCF data**



Glosario

Abreviatura	Término	Definición
	Datos de actividad	<p>"Los datos de actividad son medidas cuantificadas de un nivel de actividad que da lugar a emisiones o remociones de GEI"⁽¹⁾. Los datos de actividad pueden medirse, modelarse o calcularse.</p> <p>Existen dos categorías de datos de actividad: datos de actividad de un proceso y datos de actividad financiera.</p> <p>Los datos de actividad de un proceso son medidas físicas de un proceso que da lugar a emisiones o remociones de GEI. Estos datos reflejan las entradas y salidas físicas y otros parámetros del ciclo de vida del producto (por ejemplo, energía, masa, volumen, etc.). Los datos de actividad financiera son medidas monetarias de un proceso que resulta en emisiones de GEI.</p>
	Asignación	Repartición de los flujos de entrada o salida de un proceso o de un sistema de producto entre el sistema de producto estudiado y otro u otros sistemas de productos.
	Datos de fondo	Véase también datos secundarios. Datos que se refieren a procesos fuera del control operacional de la empresa.
	Lista de materiales (BoM)	Una lista estructurada de todos los componentes y sus cantidades que componen un conjunto o producto.
	Contenido de carbono biogénico	Fracción de carbono procedente de la biomasa en un producto.
	Emisiones biogénicas	Las emisiones de CO ₂ procedentes de la combustión o la biodegradación de la biomasa.
	Remociones biogénicas	El secuestro o la absorción de emisiones de GEI de la atmósfera, que suele producirse cuando el CO ₂ es absorbido por materiales biogénicos durante la fotosíntesis.
	Biomasa	Material de origen biológico, excluyendo el material incrustado en formaciones geológicas y/o fosilizado.
Número CAS	Número de registro del Chemical Abstracts Service	Véase la tabla 4.2
CAC	Captura y almacenamiento de carbono	La CAC consiste en la captura de las emisiones de dióxido de carbono (CO ₂) procedentes de procesos industriales, como la producción de acero y cemento, o de la combustión de combustibles fósiles en la generación de electricidad. A continuación, este carbono se transporta desde el lugar donde se produjo, por barco o en una tubería, y se almacena a gran profundidad bajo tierra en formaciones geológicas.
CUC	Captura y utilización de carbono	La captura y utilización de carbono (CUC) implica la captura del gas de efecto invernadero CO ₂ de fuentes puntuales o del aire ambiente y su posterior conversión en productos valiosos.
HCP	Huella de carbono de un producto	Véase Huella de Carbono de Producto (HCP).
CFC	Clorofluorocarbono	Véase la definición de gas de efecto invernadero.
CH ₄	Metano	Véase la definición de gas de efecto invernadero.
CMP	Productos fabricados por contrato	La fabricación por contrato se produce cuando una empresa externaliza parte del proceso de fabricación a un tercero para reducir los gastos de producción.
	De la cuna a la puerta	Una evaluación que incluye parte del ciclo de vida del producto, desde la adquisición de materiales hasta la producción del producto estudiado, y excluye las fases de uso o fin de vida útil.
	De la cuna a la tumba	Una evaluación de la cuna a la tumba tiene en cuenta los impactos de cada etapa del ciclo de vida de un producto, desde el momento en que los recursos naturales se extraen de la tierra y se procesan hasta cada etapa posterior de fabricación, transporte, uso del producto, reciclaje y, en última instancia, eliminación.

(1) https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/Product-Life-Cycle-Accounting-Reporting-Standard_041613.pdf

Abreviatura	Término	Definición
	Evaluación de la conformidad	Demostración de que se cumplen los requisitos especificados relativos a un producto, proceso, sistema, persona u organización. Nota 1 a la entrada: Adaptado de ISO/IEC 17000: 2004, definición 2.1. ISO/TS 14441:2013(en), 3.13
	Combinación de consumo	Este enfoque se centra en la producción nacional y en las importaciones que se realizan. Estas combinaciones pueden ser dinámicas para determinados productos básicos (por ejemplo, la electricidad) en el país o la región específicos.
CO ₂ e	Equivalente de dióxido de carbono	El equivalente de dióxido de carbono, o CO ₂ e, es una medida métrica que representa todos los gases de efecto invernadero convirtiéndolos en la cantidad equivalente de CO ₂ .
Método del C-14	Datación por radiocarbono	Una forma de datación radiométrica utilizada para determinar la edad de restos orgánicos en objetos antiguos, como especímenes arqueológicos, sobre la base de la vida media del carbono-14 y una comparación entre la proporción de carbono-12 y carbono-14 en una muestra de los restos con la proporción conocida en organismos vivos.
	Unidad declarada	Los productos intermedios o finales, es decir, los productos que se procesarán ulteriormente para crear un producto final, pueden, sin embargo, tener varias funciones en función de su uso final eventual. En este caso (y cuando un ACV no cubra el ciclo de vida completo), deberá utilizarse en su lugar el término unidad declarada - que suele referirse a la cantidad física de un producto, por ejemplo "1 litro de detergente líquido para la ropa con un contenido de agua del 30 por ciento".
D-U-N-S	Número de Dun y Bradstreet	El número D-U-N-S de Dun & Bradstreet es un identificador único de nueve dígitos para las empresas.
ECICS	Inventario Aduanero Europeo de Sustancias Químicas	Véase la tabla 4.2
EEIO	Análisis input/output extendido al medio ambiente	El análisis input-output extendido al medio ambiente (EEIOA) se utiliza en la contabilidad medioambiental como herramienta que refleja las estructuras de producción y consumo dentro de una o varias economías.
HA	Huella ambiental	Es una medida multicriterio para calcular el desempeño ambiental de un producto, servicio u organización basada en un enfoque de ciclo de vida.
EoL	Fin de vida útil	El fin de vida útil describe el final del ciclo de vida de un producto. Aquí se puede distinguir entre distintos métodos de tratamiento: Reciclaje, vertedero e incineración.
Sistema ERP	Sistema de planificación de recursos empresariales	La planificación de recursos empresariales es un sistema que ayuda a automatizar y gestionar los procesos empresariales en las áreas de finanzas, fabricación, comercio minorista, cadena de suministro, recursos humanos y operaciones.
UE	Unión Europea	La Unión Europea es una unión política y económica supranacional de 27 Estados miembros situados principalmente en Europa.
	Unidad funcional	Una unidad funcional describe la función de un producto en cuestión. Por ejemplo, en el caso de un detergente para la ropa, la unidad funcional podría definirse como "lavar 4,5 kg de tejido seco con la dosis recomendada con agua de dureza media". Comprender la unidad funcional es esencial para la comparabilidad entre productos con la misma función, ya que proporciona la referencia con la que se cuantifican las entradas (materiales y energía) y salidas (como productos, subproductos, residuos).

Abreviatura	Término	Definición
GEI	Gases de efecto invernadero	Los gases de efecto invernadero constituyen un grupo de gases que contribuyen al calentamiento global y al cambio climático. El Protocolo de Kioto, un acuerdo medioambiental adoptado por muchas de las partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) en 1997 para frenar el calentamiento global, abarca actualmente siete gases de efecto invernadero: Los gases no fluorados: <ul style="list-style-type: none"> • Dióxido de carbono (CO₂) • Metano (CH₄) • Óxido nitroso (N₂O) Los gases fluorados: <ul style="list-style-type: none"> • Hidrofluorocarbonos (HFC) • Perfluorocarbonos (PFC) • Hexafluoruro de azufre (SF₆) • Trifluoruro de nitrógeno (NF₃) Convertirlos en equivalentes de dióxido de carbono (o CO ₂) permite compararlos y determinar su contribución individual y total al calentamiento global.
Protocolo de GEI	Estándar del Protocolo de Gases de Efecto Invernadero	Estándar internacional sobre cómo calcular las emisiones de gases de efecto invernadero.
GLO	Global	
PCG	Potencial de calentamiento global	El potencial de calentamiento global es un término utilizado para describir la potencia relativa, molécula por molécula, de un gas de efecto invernadero, teniendo en cuenta el tiempo que permanece activo en la atmósfera.
HCFC	Hidroclorofluorocarbono	Véase la definición de gas de efecto invernadero.
HEF	Éteres fluorados	Producto químico líquido.
HFC	Hidrofluorocarbonos	Véase la definición de gas de efecto invernadero.
SA	Sistema Armonizado de Designación y Codificación de Mercancías	Véase la tabla 4.2
CEI (o IEC, por sus siglas en inglés)	Comisión Electrotécnica Internacional	Fundada en 1906, la CEI (Comisión Electrotécnica Internacional) es la principal organización mundial para la preparación y publicación de normas internacionales para todas las tecnologías eléctricas, electrónicas y afines.
ILCD	Sistema Internacional de Datos de Referencia sobre el Ciclo de Vida	El Sistema Internacional de Datos de Referencia sobre el Ciclo de Vida es una iniciativa desarrollada por el CCI (o JRC, por sus siglas en inglés) y la DG ENV desde 2005, con el objetivo de proporcionar orientación y normas para una mayor coherencia y garantía de calidad en la aplicación del ACV.
ISO	Organización Internacional de Normalización	La Organización Internacional de Normalización es un organismo internacional de elaboración de normas compuesto por representantes de los organismos nacionales de normalización de los países miembros.
ISOPA	Asociación Europea de Productores de Diisocianatos y Poliuretanos	ISOPA es la asociación comercial europea para productores de diisocianatos y poliuretanos, los principales componentes básicos de los poliuretanos.
ISO 14067: 2018	Norma ISO sobre gases de efecto invernadero — Huella de carbono de los productos — Requisitos y directrices para la cuantificación	La norma ISO 14067: 2018 especifica los principios, requisitos y directrices para la cuantificación y el informe de la huella de carbono de un producto (HCP), de manera coherente con las Normas Internacionales sobre el análisis del ciclo de vida (ACV) [ISO 14040 [ISO 14040: 2006] e ISO 14044].
TI	Tecnología de la información	

Abreviatura	Término	Definición
kg	kilogramo	
kWh	Kilovatios-hora	
ACV	Análisis del ciclo de vida	La recopilación y el análisis de las entradas, salidas e impactos medioambientales potenciales de un sistema de producto a lo largo de su ciclo de vida [ISO 1440: 2006].
ICV	Inventario del ciclo de vida	La fase del análisis del ciclo de vida que implica la recopilación y cuantificación de las entradas y salidas de un producto a lo largo de su ciclo de vida [ISO 14040:2006].
LCIA	Evaluación del impacto del ciclo de vida	La fase del análisis del ciclo de vida cuyo objetivo es comprender y evaluar la magnitud y la importancia de los impactos medioambientales potenciales de un sistema de producto a lo largo de su ciclo de vida [ISO 14040:2006].
NACE	Nomenclatura estadística de actividades económicas	La NACE (Nomenclatura estadística de actividades económicas) es la clasificación estadística europea de actividades económicas. Se establece por ley.
NF ₃	Trifluoruro de nitrógeno	Véase la definición de gas de efecto invernadero.
N ₂ O	Óxido nitroso	Véase la definición de gas de efecto invernadero.
HCO	Huella de Carbono de la Organización	Huella de Carbono de una Organización.
	Datos primarios	A veces también llamados datos de actividad. Datos que se refieren a procesos dentro del control operacional de la empresa o datos de procesos específicos del ciclo de vida del producto. Una HCP parcial se considera un dato primario si la medida de los datos de actividad y la medida del factor de emisión se basan en datos a los que los generadores de datos tienen un acceso directo a través de mediciones directas o evaluaciones en las que tienen un control directo. "Datos relativos a un producto o actividad específicos dentro de la cadena de valor de una empresa. Estos datos pueden tomar la forma de datos de actividad, emisiones o factores de emisión. Los datos primarios son específicos del sitio, de la empresa (si hay varios sitios para el mismo producto) o de la cadena de suministro. Los datos primarios pueden obtenerse mediante lecturas de contadores, registros de compras, facturas de servicios públicos, modelos de ingeniería, seguimiento directo, balances de materiales o productos, estequiometría u otros métodos para obtener datos de procesos específicos de la cadena de valor de la empresa". [Path 2021:41]
HCP	Huella de carbono de un producto	La Huella de Carbono de un Producto es el método más consolidado para determinar el impacto climático de un producto, considerando el total de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) producidas para fabricar un producto, expresadas en equivalentes de dióxido de carbono. La HCP puede calcularse de la cuna a la puerta (HCP parcial) o de la cuna a la tumba (HCP total).
RCP	Reglas de categoría de producto	Conjunto de normas, requisitos y directrices específicos para la elaboración de declaraciones medioambientales de tipo III para una o varias categorías de productos. [ISO 14025:2006]
PFC	Perfluorocarbonos	Véase la definición de gas de efecto invernadero.
PFPE	Perfluoropoliéteres	Los perfluoropoliéteres (PFPE) son un grupo de plásticos, generalmente líquidos o pastosos a temperatura ambiente, que son fluoropolímeros compuestos por flúor, carbono y oxígeno.
PRODCOM	Production Communautaire (Producción Comunitaria)	Véase la tabla 4.1
	Combinación de producción	Este enfoque se centra en las rutas de producción nacionales y en las tecnologías aplicadas en el país/región específicos y escalonadas individualmente en función del volumen de producción real de la ruta de producción correspondiente. Esta combinación suele ser menos dinámica.

Abreviatura	Término	Definición
	Remoción	El secuestro o la absorción de emisiones de GEI de la atmósfera, que suele producirse cuando el CO ₂ es absorbido por materiales biogénicos durante la fotosíntesis.
	Datos secundarios	Véase también datos de fondo. Datos que se refieren a procesos fuera del control operacional de la empresa o datos de proceso que no proceden de procesos específicos del ciclo de vida del producto. "Datos que no proceden de actividades específicas dentro de la cadena de valor de una empresa, sino de bases de datos, basados en promedios, informes científicos u otras fuentes". [Path 2021:41]
SF ₆	Hexafluoruro de azufre	Véase la definición de gas de efecto invernadero.
SIC	Clasificación Industrial Estándar	La Clasificación Industrial Estándar (SIC) es un sistema de clasificación de cuatro dígitos que clasifica las industrias en función de sus actividades empresariales.
SMILES	Sistema Simplificado de Registro de Líneas Moleculares	Véase la tabla 4.2
	Expansión del sistema	Expansión del sistema de producto para incluir las funciones adicionales relacionadas con los coproductos. La expansión del sistema es un método utilizado para evitar la asignación de coproductos.
TÜV	Technischer Überwachungsverein (inglés: MOT)	
	Proceso unitario	Elemento más pequeño considerado en el análisis del inventario del ciclo de vida (3.1.4.4) para el que se cuantifican los datos de entrada y salida. [ISO 14040:2006], 3.34]
UNSPSC	Código Estándar de Productos y Servicios de las Naciones Unidas	Véase la tabla 4.2
	Servicios públicos	El término "servicios públicos" incluye aquí: Electricidad, vapor de proceso, exceso de vapor, agua de refrigeración, agua desmineralizada, agua de proceso, aire comprimido y nitrógeno.
	Validación	El proceso de evaluación de un sistema o componente para garantizar el cumplimiento de los requisitos funcionales, de rendimiento y de interfaz. [ISO/IEC 14776: 2010]
IVA	Impuesto sobre el valor añadido	
	Verificación	Confirmación, mediante la aportación de pruebas objetivas, de que se han cumplido los requisitos especificados. [ISO 9000: 2005; ISO 14025:2006]
	Residuos	Sustancias u objetos de los que el titular pretende o debe deshacerse. NOTA Esta definición está tomada del Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de los Desechos Peligrosos y su Eliminación (22 de marzo de 1989), pero no se limita en esta Norma Internacional a los residuos peligrosos. [ISO 14040:2006], 3.35]
WBCSD	Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible	El Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible (WBCSD) es una organización dirigida por empresas que se centra exclusivamente en las empresas y el desarrollo sostenible.

Referencias

AIB, (2022), European Residual Mixes - Results of the calculation of Residual Mixes for the calendar year 2021, <https://www.aib-net.org/facts/european-residual-mix>, (consultado el 18 de agosto de 2022)

BASF SE, (2021), Guideline for Product Carbon Footprint Calculations of companies

The Institute of Life Cycle Assessment, (2015), Guidelines for Assessing the Contribution of Products to avoided Greenhouse Gas Emissions, Japan

Deutz, S.; Bardow, A., (2021), Life-cycle assessment of an industrial direct air capture process based on temperature–vacuum swing adsorption. *Nat Energy* 6, 203–213 (2021), <https://doi.org/10.1038/s41560-020-00771-9>

European Union, (2009), directive 2009/28/ec of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 on the promotion of the use of energy from renewable sources and amending and subsequently repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30/EC

EcoTransIT, (2020), Emission calculator for greenhouse gases and exhaust emissions, <https://www.ecotransit.org/en/emissioncalculator/> (consultado el 13 de octubre de 2022)

EN 15804+Amd 2:2019, (2019), Sustainability of Construction Works - Environmental Product Declarations - Core rules for the Product Category of Construction Products

EPA, (2022), Energy Recovery from the Combustion of Municipal Solid Waste (MSW), <https://www.epa.gov/smm/energy-recovery-combustion-municipal-solid-waste-msw> (consultado el 18 de agosto de 2022)

ERASM, (2014), The Surfactant Life Cycle and Ecofootprinting Project; updating the life cycle inventories for commercial surfactant production. Final Report for ERASM (www.erasm.org), 186 p.

World Resource Institute, (2019), Estimating and Reporting the Comparative Emissions Impacts of Products, <https://www.wri.org/research/estimating-and-reporting-comparative-emissions-impacts-products> (consultado el 18 de agosto de 2022)

European Commission, (2021), Final Product Environmental Footprint Category Rules and Organisation Environmental Footprint Sector Rules, https://ec.europa.eu/environment/eussd/smgp/PEFCR_OEFSR_en.htm (consultado el 18 de agosto de 2022)

European Union, (2008), European Waste Framework Directive 2008/98/EC - Directive on waste and repealing certain Directives

Eurochlor, (2022), The Chlorine Alkali Process Final Report

GHG Protocol Corporate Standard, (2004), A Corporate Accounting and Reporting Standard

GHG Protocol Corporate Value Chain (Scope 3) Standard, (2011), Corporate Value Chain (Scope 3) Accounting and Reporting Standard

GHG Protocol Product Standard, (2011), Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard

GHG Protocol Scope 2 Guidance, (2015), GHG Protocol Scope 2 Guidance - An Amendment to the GHG Protocol Corporate Standard

GHG Protocol Scope 3 Calculation Guidance, (2013), Technical Guidance for Calculating Scope 3 Emissions

GLEC Framework, (2019), Global Logistics and Emission Council Framework - Logistics Emissions Accounting and Reporting

Global Compact Network Germany (2017), Scope 3.1 Practical Guidelines for Data Collection and Calculation of Greenhouse Gas Emissions from Purchased Goods and Services

Center of Research Solutions, (2021), Residual Mix Emission Rate (2019 Data), <https://www.green-e.org/2021-residual-mix> (consultado el 18 de agosto de 2022)

ICCA & WBCSD, (2013), Addressing the Avoided Emission Challenge, Guidelines from the chemical industry for accounting for and reporting greenhouse gas (GHG) emissions avoided along the value chain based on comparative studies

ICCA & WBCSD, (2017), Avoided GHG Emissions - The Essential Role of Chemicals. Accounting for and Reporting Greenhouse Gas (GHG) Emissions Avoided along the Value Chain based on Comparative Studies Version 2

IPCC, (2013), Climate Change 2013 - The Physical Science Basis, <https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/> (consultado el 18 de agosto de 2022)

IPCC, (2021a), Climate Change 2021 - The Physical Science Basis, <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-i/> (consultado el 18 de agosto de 2022)

IPCC, (2021b), The Earth's Energy Budget, Climate Feedback, Climate Sensitivity - Supplementary Materials, https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_Chapter_07_Supplementary_Material.pdf (consultado el 18 de agosto de 2022)

IPCC, (2006), Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories

ISO 14025:2006, (2006), Environmental labels and declarations - Type III environmental declarations - Principles and procedures

ISO 14026:2017, (2017), Environmental labels and declarations — Principles, requirements and guidelines for communication of footprint information

ISO 14044:2006+Amd 2: 2020, (2020), Environment Management - Lifecycle Assessment - Principles and Framework

ISO 14040:2006+Amd 1: 2021, (2020), Environment Management - Lifecycle Assessment - Principles and Framework

ISO 14064-1:2019, (2019), Treibhausgase - Teil 1: Spezifikation mit Anleitung zur quantitativen Bestimmung und Berichterstattung von Treibhausgasemissionen und Entzug von Treibhausgasen auf Organisationsebene

ISO 14064-2:2019, (2019), Part 2: Specification with guidance for the quantitative determination and reporting of greenhouse gas emissions and removals at the organization level

ISO 14064-3:2019, (2019), Part 3: Specification with guidance for the quantitative determination and reporting of greenhouse gas emissions and removals at the organization level

ISO 14067:2018, (2018), Greenhouse Gases - Carbon Footprint for products - Requirements & Guidelines for Quantification

ISO 22095:2020, (2020), Chain of custody — General terminology and models

ISO 27917:2017, (2017), Carbon dioxide Capture, Transportation and Geological Storage — Cross Cutting terms

ISO 9000:2005, (2005), Quality management systems — Fundamentals and vocabulary

ISO Guide 84:2020, (2020), Guidelines for Addressing Climate Change in Standards

ISO/IEC 14776:2010, (2010), Information technology — Small Computer System Interface (SCSI) — Part 121: Passive Interconnect Performance (PIP)

ISO/IEC 17000: 2004, (2004), ISO Standard - Conformity Assessment

ISOPA, (2012), Eco-profiles and Environmental Product Declarations of the European Plastics Manufacturer - Toluene Diisocyanate (TDI) Methylenediphenyl Diisocyanate (MDI)

Jeswani, H.; Krüger, C.; Kicherer, A.; Anthony, F.; Azapagic, A., (2019), A Methodology for Integrating the Biomass balance approach into Lifecycle Assessment with an application in the Chemicals Sector, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.06.088>

Müller, L.J.; Kätelhön, A.; Bachmann, M.; Zimmermann, A.; Sternberg, A., Bardow, A., (2020), A Guideline for Life Cycle Assessment of Carbon Capture and Utilization <https://doi.org/10.3389/fenrg.2020.00015>

World Economic Forum, (2021), Net-Zero to Net-Negative: A Guide for Leaders on Carbon Removal

European Commission, (2012), Product Environmental Footprint (PEF) Guide

PlasticsEurope - Steam Cracker Allocation, (2018), PlasticsEurope recommendation on Steam Cracker allocation

WBCSD (2020), SOS 1.5 - The Road to a Resilient, net-zero Carbon Future

WBCSD, (2013), Guidance for Accounting and Reporting Corporate GHG Emissions in the Chemical Sector Value Chain

WBCSD, (2014), Lifecycle Metrics for Chemical Products - A guideline by the chemical sector to assess and report on the environmental footprint of products, based on life cycle assessment

WBCSD, (2021), Pathfinder Framework - Guidelines for the Accounting and Exchanging of Product Life Cycle Emissions

WBCSD, (2021), Reporting Matters

Winnipeg, (n.d.), Emission factors in Kg CO₂-Equivalent per Unit, https://www.winnipeg.ca/finance/findata/matmgt/documents/2012/682-2012/682-2012_Appendix_H-WSTP_South_End_Plant_Process_Selection_Report/Appendix%207.pdf (consultado el 18 de agosto de 2022)

Apéndice

Propuestas para calcular aproximaciones en caso de que no se disponga de datos primarios o secundarios

Ejemplo: Vertedero

El contenido de carbono del material de desecho deberá convertirse totalmente en CO₂e cuando los residuos se eliminen en vertederos superficiales.

No deberá haber asignación de emisiones de GEI para los residuos que se eliminan en vertederos subterráneos o similares (por ejemplo, inyección en pozos profundos).

- Residuos en vertederos subterráneos: no hay que asignar emisiones de GEI.
- Residuos en vertederos superficiales: 100% de conversión a CO₂e basada en el contenido de carbono.

[BASF SE (2021)]

Ejemplo: Tratamiento de aguas residuales

Las emisiones procedentes del tratamiento de aguas residuales que se generan durante la producción de un producto A deberán asignarse a la HCP del producto A.

El cálculo de las emisiones de GEI procedentes del tratamiento de aguas residuales deberá incluir las emisiones procedentes de la degradación biológica, así como las emisiones procedentes del funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales y de la eliminación de los lodos (incineración, etc.). El contenido de carbono de los materiales de desecho deberá convertirse íntegramente en CO₂e. Como base para este cálculo, puede utilizarse la carga de Carbono Orgánico Total (COT) del proceso, si se dispone de ella.

Si se conoce la carga de Carbono Orgánico Total (COT) de sus procesos:

- 100% de conversión a CO₂e basada en el contenido de carbono.
- Los servicios públicos para el tratamiento de aguas residuales y la incineración de lodos incluyen el uso de un factor de emisión de la planta de tratamiento, por ejemplo, 1 kg de CO₂e del tratamiento de 100 kg de aguas residuales.

[BASF SE (2021)]

por ejemplo, un producto genera 100 kg de aguas residuales por kg de producto. La cantidad de producto que contiene es de 0,1 kg.

0.001 kg de CO₂e/ kg de aguas residuales procedentes de la generación de electricidad

0.0005 kg de CO₂e/ kg de aguas residuales procedentes de la incineración de lodos

$HCP_{Producto A} = 0,001 \text{ kg de CO}_2\text{e/kg de AR procedentes de la generación de electricidad} * 100 \text{ kg} + 0,0005 \text{ kg de CO}_2\text{e/kg de AR procedentes de la incineración de lodos} * 100 \text{ kg} + 0,7 \text{ kg de CO}_2\text{e/kg de COT en las AR} = 0,85 \text{ kg de CO}_2\text{e/kg}$

Puede encontrar más información en:

Hernández-Chover, V.; Bellver-Domingo, A., Hernández-Sancho, F.; (2018), Efficiency of wastewater treatment facilities: The influence of scale economies, Journal of Environmental Management, Volume 228, 77-84, ISSN 0301-4797, <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.09.014>.

Ejemplos generales de diferentes enfoques de asignación

Emisiones de CO ₂ de las entradas kg/kg						
	Materiales de salida	Cantidades en kg	Cantidades en mol	Contenido de N en kg N/kg	Precios en euros/kg	
	5.00	Producto A	0.2	0.3	0.1	20
		Producto B	0.4	0.5	0.2	5
	Producto C	0.3	0.2	0.3	1	
	Total	0.9				

Asignación basada en la masa	Resultado masa en kg	Factor de asignación: Masa / Masa total	Factor de asignación * emisión (B*5)	kg de CO ₂ por kg de producto (C / B)	
	Producto A	0.20	0.22	1.11	5.00
	Producto B	0.40	0.44	2.22	5.00
	Producto C	0.30	0.33	1.67	5.00
	Total	0.90	1.00	5.00	

Asignación económica	Ingresos: Cantidad * Precio en kg * Euro	Factor de asignación: Ingresos / Ingresos totales	kg de CO ₂ por kg de producto (B * 5)	
	Producto A	4.00	0.63	3.17
	Producto B	2.00	0.32	1.59
	Producto C	0.30	0.05	0.24
	Total	6.3		5.00

Asignación del contenido de nitrógeno	Ingresos: Importe * contenido de N en kg	Factor de asignación: Ingresos / Ingresos totales	kg de CO ₂ por kg de producto (B * 5)	
	Producto A	0.02	0.11	0.53
	Producto B	0.08	0.42	2.11
	Producto C	0.09	0.47	2.37
	Total	0.19		5.00

Asignación este-quiométrica	Ingresos: Importe * mol	Factor de asignación: Ingresos / Ingresos totales	kg de CO ₂ por kg de producto (B * 5)	
	Producto A	0.06	0.19	0.94
	Producto B	0.20	0.63	3.13
	Producto C	0.06	0.19	0.94
	Total	0.32		5.00

