

---

**Recomendaciones  
AECOC para  
la Logística**

---

**Guía de cálculo de  
la huella de carbono  
del transporte de  
mercancías por  
carretera**

-  
2017



## 1. INTRODUCCIÓN Y CONTEXTO

- 1.1. Objetivo de la guía
- 1.2. Gases de Efecto Invernadero (GEI). Definición y cálculo
- 1.3. Emisiones de GEI y Cambio Climático
- 1.4. Emisiones de GEI y el sector del transporte
  - 1.4.1. Contribución y evolución de las emisiones de GEI del sector transporte
  - 1.4.2. Objetivos de reducción de emisiones en el sector del transporte. Presión regulatoria
- 1.5.- Bases metodológicas para la elaboración de esta guía

## 2. ALCANCE DE LA GUÍA. CONCEPTOS BÁSICOS

- 2.1. Alcance. Tipo de actividades logísticas
- 2.2. Alcance. Enfoque por servicio de transporte y corporativo
- 2.3. Tramo, trayecto, ruta y servicio de transporte. Tipos de ruta
- 2.4. Carga útil, tasa de carga y porcentaje de viajes en vacío

## 3. PRINCIPIOS DE CÁLCULO

- 3.1. Cálculo por patrones
- 3.2. Modalidad de cálculo: por ruta y por origen-destino
- 3.3. Método de cálculo: de los consumos y de las distancias
- 3.4. Elección del método y la modalidad de cálculo. Tipos de patrones

## 4. PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO DE HUELLA. ACTIVIDADES DE TRANSPORTE

- 4.1. Determinación de los pasos de cálculo
- 4.2. Obtención de los consumos de la ruta
  - 4.2.1. Enfoque 1: valores individuales de medida
  - 4.2.2. Enfoque 2: Valores específicos del operador de transporte
  - 4.2.3. Enfoque 3: Valores de la flota del operador de transporte
- 4.3. Estimación de los consumos de la ruta
  - 4.3.1. Estimación del consumo específico de combustible
  - 4.3.2. Estimación del consumo de combustible de la ruta a partir del consumo específico
- 4.4. Cálculo de los consumos por trayecto y envío
  - 4.4.1. Porcentaje del cupo para cada uno de los envíos.... 20
  - 4.4.2. Cálculo del consumo de combustible por trayecto y envío a partir de su cupo
- 4.5.- Estimación de los consumos por trayecto y envío

- 
- 4.5.1. Estimación del consumo específico por distancia recorrida
  - 4.5.2. Conversión del consumo específico en términos de unidad de carga
  - 4.5.3. Estimación del consumo específico en términos de unidad de carga
  - 4.5.4. Cálculo del consumo por envío

4.6. Cálculo del consumo energético y de las emisiones de GEI por envío

## **5. PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO DE HUELLA. ACTIVIDADES DE ALMACENAMIENTO**

- 5.1. Obtención del consumo de energía por envío
- 5.2. Estimación del consumo de energía por envío
- 5.3. Cálculo del consumo energético y de las emisiones de GEI por envío

## **6. CÁLCULO DE HUELLA A NIVEL CORPORATIVO**

- 6.1. Cálculo de los consumos de combustible y/o electricidad a nivel corporativo
- 6.2. Cálculo del consumo energético y de las emisiones de GEI a nivel corporativo

## **7. FUNCIONAMIENTO DE LA HERRAMIENTA DE CÁLCULO**

- 7.1. Elección del patrón en la herramienta
- 7.2. Obtención de resultados

## **8. ANÁLISIS Y PUBLICACIÓN DE RESULTADOS. PRÓXIMOS PASOS.**

- 8.1. Análisis de los resultados. Certificación de los cálculos
- 8.2. Publicación de los resultados según la norma CEN-EN 16258
- 8.3.-Próximos pasos
  - 8.3.1. Identificación de Riesgos y Oportunidades. Planteamiento de objetivos
  - 8.3.2. Estrategia a desarrollar
  - 8.3.3. Posicionamiento de la compañía

## **9. GLOSARIO DE TÉRMINOS - TRANSPORTE**

## **10. BIBLIOGRAFÍA**

---

**ANEXO 1: CÁLCULO DEL CONSUMO ESPECÍFICO DE COMBUSTIBLES DISTINTOS AL DIÉSEL**

**ANEXO 2: COMPARATIVA DE EMISIONES DE GEI POR TIPO DE VEHÍCULO, MERCANCÍA E ITINERARIO**

**ANEXO 3: BASES DE DATOS DE REFERENCIA**

HBEFA  
TREMOT  
EcoTransIT

**ANEXO 4: TABLAS DE DATOS DE REFERENCIA**

**ANEXO 5: PUBLICACIÓN DE RESULTADOS DEL SERVICIO DE TRANSPORTE. MODELO DE FICHA**

**ANEXO 6: RESOLUCIÓN DEL CASO PRÁCTICO**

Primer bloque. Cálculo por envío

PATRÓN A.1: Ruta genérica. Consumos de la flota.

PATRÓN B.1: Ruta genérica. Distancias y cargas de la ruta

PATRÓN C.1: Origen y destino. Cálculo por consumo específico.

PATRÓN C.2: Origen y destino. Cálculo por tasa de carga/ proporción de viajes en vacío

PATRÓN C.3: Origen y destino. Cálculo por tipo de mercancía

Segundo bloque: Cálculo corporativo

---

# 1. Introducción y contexto

## 1.1. Objetivo de la guía

La presente guía se articula como un manual de cálculo de los consumos de combustible y de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), o Huella de Carbono, de un envío cualquiera transportado por carretera. La guía facilita distintas opciones metodológicas en función de los datos de transporte disponibles para cada caso. De todas ellas, la opción metodológica que proporciona un mayor nivel de precisión es la considerada como “opción recomendada” por AECOC.

Adicionalmente, la guía tiene también por objeto establecer un marco sólido y fidedigno para el análisis de las potenciales oportunidades de reducción vinculadas a la cadena de suministro de los asociados de AECOC. De esta forma, la guía da respuesta a una de las prioridades clave de su plan estratégico, en el que se señala la necesidad de promover la eficiencia para asegurar la sostenibilidad de una cadena de valor más compleja e interrelacionada en un entorno de escasez de recursos.

## 1.2. Gases de Efecto Invernadero (GEI). Definición y cálculo

El dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) es el gas de efecto invernadero (GEI) más frecuente, ya que principalmente se emite en la quema de combustibles fósiles como el carbón, petróleo, gas natural, etc. Completan la lista el metano (CH<sub>4</sub>), el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), el azufre hexafluoruro (SF<sub>6</sub>) y el trifluoruro de nitrógeno (NF<sub>3</sub>), así como los gases de tipo hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y clorofluorocarbonos (CFC).

A la hora de calcular adecuadamente el impacto sobre el cambio climático de un producto, servicio u organización, se utiliza como indicador los kilogramos o toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente. Esta unidad de medida indica el potencial de calentamiento global (PCG) de cada uno de los GEI anteriormente mencionados, expresado en términos del PCG de una unidad de CO<sub>2</sub>. El resultado obtenido es lo que comúnmente se conoce como Huella de Carbono.

## 1.3. Emisiones de GEI y Cambio Climático

Hay abundantes evidencias científicas que ratifican la relación causa-efecto entre el aumento de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) y el incremento de la temperatura global del planeta. Como dato más destacado, según el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC en sus siglas en inglés), organismo dependiente de las Naciones Unidas, hay una probabilidad de un 95% de que más de la mitad del incremento de temperatura registrado entre los años 1951 y 2010 haya sido consecuencia de la acción humana.

Asimismo, son patentes las adversas consecuencias que supone el Cambio Climático en nuestro planeta: incremento del nivel de los océanos, regímenes más extremos de temperaturas y precipitaciones en numerosas regiones del mundo, disminución de recursos naturales y biodiversidad, mayor fragilidad económica de los países en vías de desarrollo, aumento en la incidencia de ciertas enfermedades, etc.

Por consiguiente, la comunidad internacional ha venido desarrollando diversas iniciativas enfocadas en abordar este importante problema. De forma reciente, cabe destacar que la UE se ha adscrito al objetivo de la vigésimo primera sesión de la Conferencia de las Partes de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (COP21), consistente en limitar el aumento de la temperatura global en 2° C con respecto a la era preindustrial.

El sector del transporte juega un papel fundamental en la lucha contra el cambio climático, dado el alto nivel de emisiones de CO<sub>2</sub> generadas por el consumo de combustibles fósiles. A este impacto hay que incluir también las fugas de refrigerantes de los aparatos de frío utilizados en el transporte de las cargas refrigeradas, en las que se emiten hidrofluorocarbonos (HFC) con un alto potencial de calentamiento global (PCG).

#### 1.4. Emisiones de GEI y el sector del transporte.

A continuación se analiza el contexto de las emisiones de GEI del sector transporte, así como los objetivos de reducción establecidos en el entorno de la Unión Europea.

##### 1.4.1. Contribución y evolución de las emisiones de GEI del sector transporte

Los servicios de transporte son responsables de alrededor de un 24% de las emisiones de GEI en la UE, lo que le convierte en el segundo sector con más emisiones (tras el energético). Además, únicamente el transporte por carretera supone aproximadamente un 17% del total de emisiones de la UE (figuras 1 y 2).

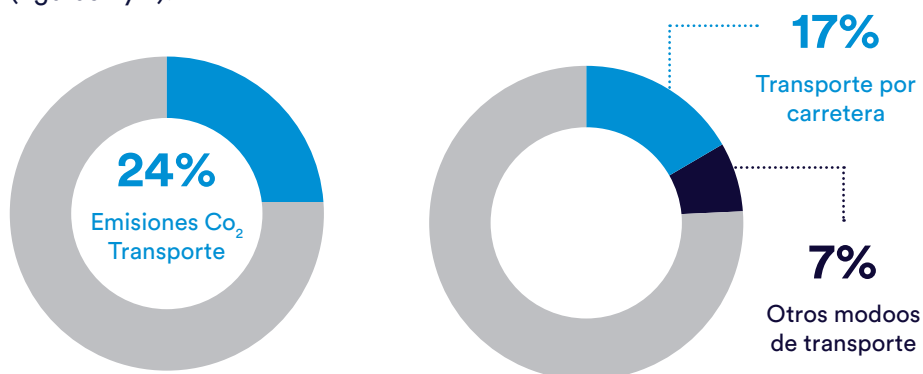


Figura 1: Emisiones de GEI en la UE del sector del transporte (Fuente: Comisión Europea)

Figura 2: Emisiones de GEI en la UE según modo de transporte (Fuente: Comisión Europea)

Por otra parte, en comparación con el resto de los sectores de la economía, la evolución de las emisiones de GEI del sector del transporte es claramente divergente (figura 3). Mientras que los demás sectores han disminuido sus emisiones de GEI en comparación con 1990 (año base), el sector del transporte ha tenido un comportamiento completamente opuesto, con un incremento continuado en el tiempo de sus emisiones hasta el comienzo de la crisis económica (2008). Esta reducción de las emisiones de GEI en los últimos años ha venido dada no tanto por una reducción de la intensidad de las emisiones (en términos de tonelada-kilómetro o pasajero-kilómetro), sino por la disminución del tráfico experimentado tras la irrupción de la crisis (especialmente en el tráfico de mercancías).

Por otra parte, en un análisis más detallado del sector, se observa que el modo de transporte por carretera presenta una evolución en sus emisiones de GEI relativamente similar al del agregado de todo el sector (figura 4).

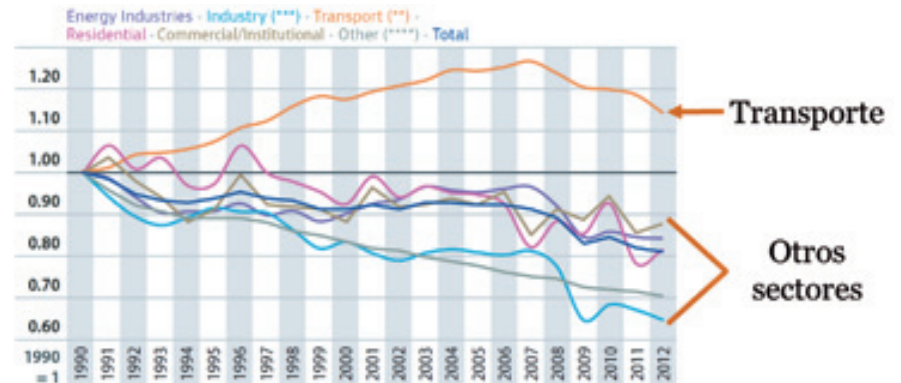


Figura 3: Evolución de las emisiones de GEI en la UE por sector 1990-2012 (Fuente: Comisión Europea)

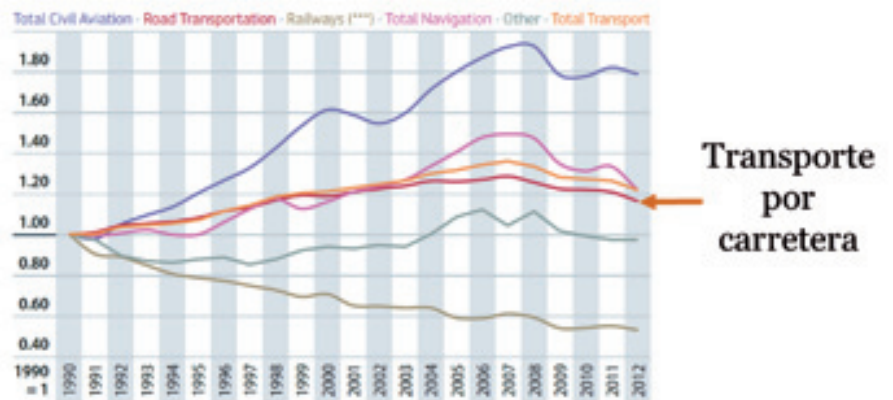


Figura 4: Evolución de las emisiones de GEI por modo de transporte 1990-2012 (Fuente: Comisión Europea)

Podemos concluir que, a pesar de tener un peso considerable en el cómputo de emisiones de GEI en la UE, el sector del transporte (y en particular el transporte por carretera) no ha emprendido aún un proceso global y consistente de “descarbonización” de sus actividades, a diferencia de los demás sectores de la economía.

#### 1.4.2. Objetivos de reducción de emisiones en el sector del transporte. Presión regulatoria

Como consecuencia de la adscripción de la Unión Europea a los compromisos internacionales de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), la Comisión Europea, en su “Hoja de ruta hacia una economía baja en carbono competitiva en 2050”, ha establecido un objetivo de reducción de un 80% de sus emisiones de GEI con respecto a los niveles de 1990. Para alcanzar este objetivo, y de acuerdo con las proyecciones establecidas en dicho documento, el nivel de reducción de emisiones de GEI en el sector del transporte con respecto a 1990 debería ser de, al menos, el 60% para el año 2050 (figura 5).

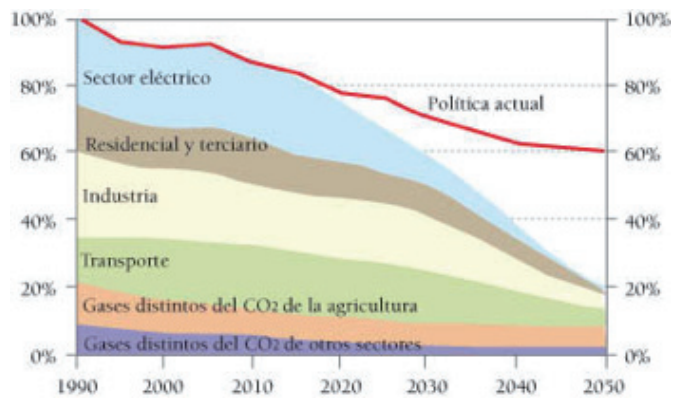


Figura 5: Objetivos de reducción de emisiones en la UE (Fuente: Comisión Europea)

Consecuentemente, existen cada vez más regulaciones que procuran controlar y/o limitar las emisiones de GEI en el sector del transporte. Por ejemplo:

- A nivel europeo cabe destacar las normas existentes de desempeño ambiental en materia de emisiones de GEI para los camiones (Euro V, Euro VI, etc.). Asimismo, la Comisión trabaja actualmente en una nueva iniciativa enfocada a la reducción de las emisiones de GEI en camiones denominada “the HDV strategy”.
- A nivel nacional un ejemplo es el decreto francés No. 2011-1336, que obliga al transportista a informar a sus cargadores sobre las emisiones de CO<sub>2</sub>, independientemente de su tamaño.

En definitiva, dados los exigentes compromisos de reducción de emisiones de GEI adquiridos por la Unión Europea, y debido al alto impacto del sector de transporte en este ámbito, la presión regulatoria está incrementando considerablemente, tanto a nivel comunitario como de sus Estados Miembros.

### 1.5. Bases metodológicas para la elaboración de esta guía

La presente guía adopta como referencia fundamental la norma CEN-EN 16258 “Metodología para el cálculo y la declaración del consumo de energía y de las emisiones de gases de efecto invernadero en los servicios de transporte (transporte de mercancías y de pasajeros)”. Es importante destacar que, a diferencia de otras normas y metodologías de medición de huella de carbono más genéricas (enfocadas a nivel corporativo o producto) esta norma es específica del sector del transporte. Esto permite disponer de una base metodológica sólida y específica que dé cumplida respuesta al objetivo de la guía.

No obstante, dado que la norma CEN-EN 16258 es una norma genérica para el sector, se han consultado una serie de guías derivadas de esta norma que concretizan ciertos criterios de cálculo para el transporte por carretera, que la norma CEN no explicita. Este proceso ha permitido una mejor adecuación de la norma CEN a las características de este modo de transporte. En concreto, se han tomado como referencia las Guías de ODETTE, Panteia, y, muy en particular, la guía de CLECAT.

Adicionalmente, para aquellas actividades no contempladas en el alcance de la norma CEN-EN 16258, la presente guía adopta las directrices establecidas en el GHG Protocol, análogamente a la guía de CLECAT.



## 2. Alcance de la guía. Conceptos básicos

### 2.1. Alcance. Tipo de actividades logísticas.

En concordancia con el alcance de la Norma CEN-EN 16258, la guía provee los procedimientos precisos para el cálculo de los consumos energéticos y de las emisiones de GEI correspondientes a las siguientes actividades.

- Consumos de fuentes de energía necesarias para la propulsión del vehículo.
- Consumos de fuentes de energía necesarias para la refrigeración de las cargas durante el transporte de la misma, si los hubiera.

Adicionalmente, la presente guía proporciona pautas para el cálculo de los consumos energéticos y las emisiones de GEI derivadas de los consumos de fuentes de energía durante el almacenamiento de las cargas. Dicha actividad está excluida del alcance de la norma de referencia. No obstante, dado que es previsible que en futuras ediciones de la Norma EN 16258 este tipo de actividades estén incluidas en el alcance, se ha estimado conveniente incluir su cálculo de huella en esta guía.

En todo caso, quedan excluidas de esta guía las siguientes actividades:

- Las emisiones de GEI derivadas de las fugas de refrigerantes como consecuencia del transporte y almacenamiento de la carga.
- La fabricación, mantenimiento y desguace en su fin de vida de los vehículos empleados en la prestación de los servicios de transporte, así como la construcción, mantenimiento y desmantelamiento en su fin de vida de la infraestructura viaria.
- Las actividades de construcción, mantenimiento y desmantelamiento en su fin de vida de las instalaciones logísticas.

En el siguiente esquema se resumen los puntos anteriores (figura 6):

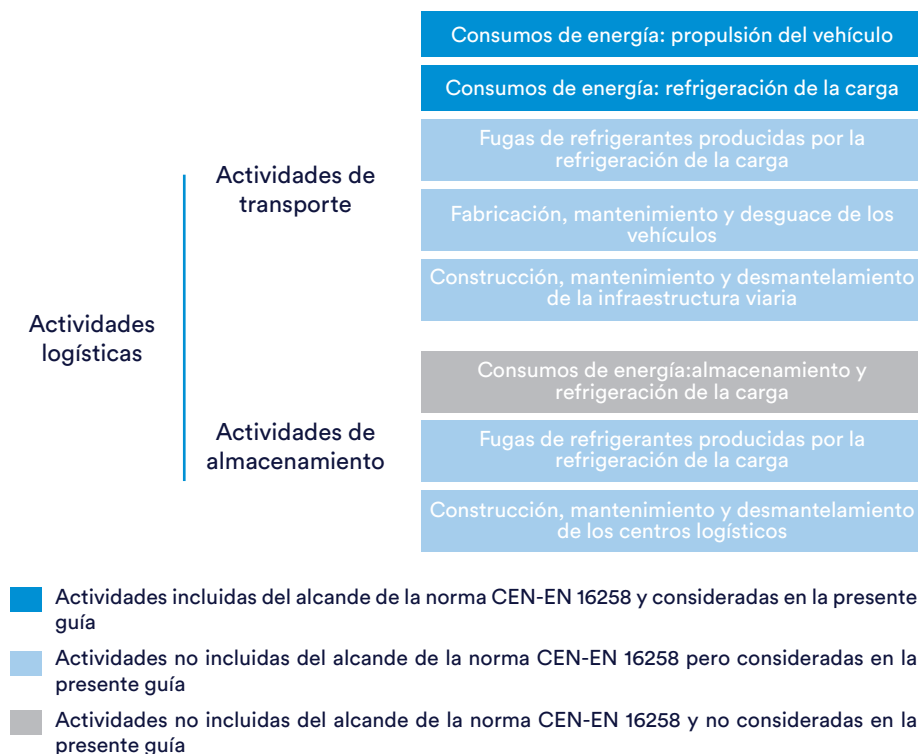


Figura 6: Lista de actividades contempladas por la guía e/o incluidas en el alcance de la norma CEN-EN 16258.

## 2.2. Alcance. Enfoque por servicio de transporte y corporativo.

Los consumos energéticos y emisiones de GEI consideradas para el servicio de transporte pueden ser directas o indirectas:

- Consumos energéticos y emisiones de GEI indirectas, o “del pozo al depósito” (“well to tank” o “WtT”, en inglés): los cuales derivan de todos los procesos necesarios para el suministro de la fuente de energía a los vehículos o almacenes empleados en el servicio de transporte. En el caso de combustibles derivados del petróleo, se incluyen las actividades de extracción del crudo, refino y distribución.
- Consumos energéticos y emisiones de GEI directas o “del depósito a las ruedas” (“tank to wheel” o “TtW”, en inglés): producidos en los vehículos o almacenes empleados para el servicio de transporte, por el consumo de fuentes de energía.
- Consumos energéticos y emisiones de GEI totales o “del pozo a las ruedas” (“well to wheel” o “WtW”, en inglés): implica considerar la suma de los consumos y emisiones directas e indirectas. Consecuentemente, abarca el ciclo de vida completo de la fuente de energía empleada en el transporte y/o almacenamiento.

El alcance estipulado por la norma EN 16258 es “del pozo a las ruedas”. No obstante, la norma exige que han de analizarse y declararse por separado tanto las emisiones “del depósito a las ruedas” (impactos directos) como “del pozo a las ruedas” (la suma de impactos directos e indirectos).

Un enfoque complementario consiste en considerar las emisiones directas e indirectas del servicio de transporte en función del tipo de alcance al que corresponden según el estándar GHG Protocol. De esta forma, hay una relación directa entre los dos tipos de enfoque (servicio de transporte y corporativo), según se ilustra en el siguiente esquema (figura 7).



\* Para un mayor grado de detalle se recomienda consultar el capítulo 6

\*\* Sólo en casos de consumo de energía eléctrica

Figura 7: Alcance. Enfoque por servicio de transporte y enfoque corporativo

La presente guía desarrolla en primer lugar el cálculo de huella siguiendo el enfoque por servicio de transporte, de acuerdo a la norma de referencia (CEN-EN 16258), para, posteriormente, poder efectuar la conversión al enfoque corporativo, según se detalla en el Capítulo 6: “Cálculo de huella a nivel corporativo”. De esta forma, la suma de la huella de carbono de los servicios de transporte que efectúa o contrata una compañía tiene su correspondencia en la huella de carbono corporativa de la propia compañía.

### 2.3. Tramo, trayecto, ruta y servicio de transporte. Tipos de ruta

Con objeto de calcular el consumo energético y las emisiones de GEI de un servicio de transporte, se han de conocer los trayectos de los que se compone el mismo. A su vez, cada trayecto está compuesto por uno o varios tramos, y forma parte de una ruta en la que pueden transportarse otros envíos. Asimismo, se definen dos tipos de rutas: cerradas (o Sistema de Operación del Vehículo, SOV, según la denominación empleada por la norma EN 16258) y abiertas. A diferencia de las abiertas, en las rutas cerradas el vehículo inicia y termina la ruta en el mismo punto. Para las rutas cerradas se distinguen dos subtipos:

- De ida y vuelta: en la que el vehículo se dirige a un único destino, efectuando en la vuelta el mismo recorrido de la ida.
- De recogida y distribución o “milk run”: en la que el vehículo recorre una ruta en la que efectúa cargas y descargas en varias paradas.

A continuación se muestra un esquema con una representación gráfica de los términos anteriores (figuras 8 y 9).

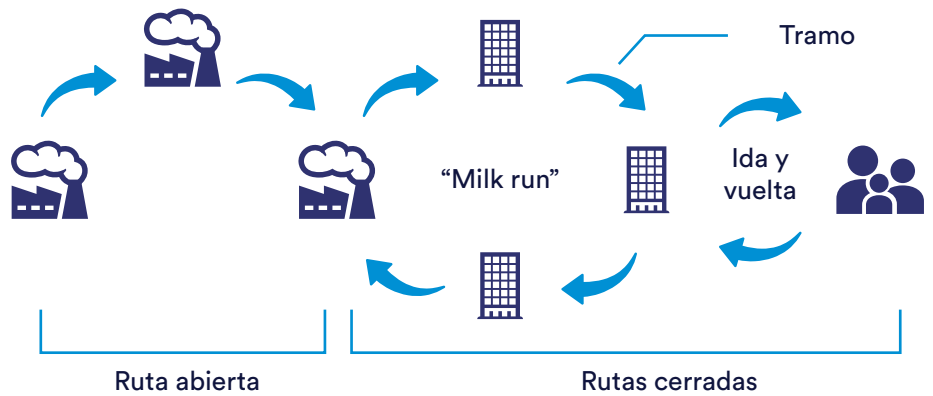


Figura 8: Descripción gráfica de los tramos y los tipos de ruta



Figura 9: Descripción gráfica de los trayectos y el servicio de transporte

---

El concepto de ruta cerrada (o Sistema de Operación del Vehículo, SOV) cobra especial relevancia en la norma CEN-EN 16258, ya que ésta obliga a efectuar los cálculos de consumo energético y emisiones de GEI para cada trayecto y envío considerando, en primer lugar, el consumo de combustible producido en la ruta cerrada o SOV. De esta forma, quedan siempre computados en el cálculo de la huella de carbono del servicio de transporte los viajes de vuelta en vacío realizados por el vehículo que efectúa dicho servicio. No obstante, en caso de que el asociado no conozca la ruta cerrada efectuada por el vehículo para el transporte de su envío, la presente guía le proporcionará los pasos de cálculo precisos para poder efectuar el cálculo en conformidad con la norma.

#### **2.4. Carga útil, tasa de carga y porcentaje de viajes en vacío.**

La carga útil del vehículo es la máxima carga que puede transportar el vehículo, y es el resultado de restar la tara del Vehículo a su Masa Máxima Autorizada. Por otra parte, la tasa de carga del vehículo se define como el cociente entre la carga transportada y la carga útil del vehículo.

Asimismo, se define el porcentaje de viajes en vacío como la proporción de kilómetros sin carga que efectúa un vehículo, en comparación con los kilómetros totales recorridos por éste.

Una buena optimización en los niveles de carga de las rutas (es decir, una mayor tasa de carga y una menor proporción de viajes en vacío) posibilita reducciones sustanciales de la huella de carbono de los envíos transportados en las rutas.

---

## 3. Principios de cálculo

### 3.1. Cálculo por patrones

El cálculo del consumo energético y de las emisiones de GEI de un envío supone efectuar dicho cálculo para cada uno de los trayectos de los que se compone el servicio de transporte del envío. Para ello, se necesita asociar cada uno de los trayectos de los que se compone el servicio de transporte con un patrón predefinido.

El objetivo de los siguientes apartados es clasificar cada uno de los patrones según la modalidad y el método empleados para la obtención de los resultados en función de la disponibilidad de información para cada caso.

### 3.2. Modalidad de cálculo: por ruta y por origen-destino

La presente guía propone dos modalidades de cálculo: por ruta o por trayecto (origen-destino).

La modalidad por ruta constituye un procedimiento de cálculo más exhaustivo, que requiere conocer (o, en su defecto, estimar) la localización y orden de llegada de todas las paradas efectuadas en la ruta, así como el origen, destino y peso de cada uno de los envíos transportados en esa ruta. Dentro de esta modalidad hay dos enfoques, en función del tipo de ruta (abierta o cerrada). En el caso de una ruta abierta, el punto de inicio de la ruta es distinto al de finalización. Con objeto de contabilizar los viajes en vacío que se pudieran producir tras terminar la ruta, la presente guía propone, a efectos de cálculo, incluir un tramo adicional en vacío al final de la ruta abierta que contemple los kilómetros sin carga adicionales recorridos por el vehículo.

Por otra parte, la modalidad por origen-destino supone un procedimiento de cálculo simplificado, en el que no se necesita disponer de información de la ruta recorrida por el vehículo que transporta el envío. Únicamente precisa conocer el origen, destino y peso del envío o envíos sobre los que se quiere realizar el cálculo de huella.

Bajo las mismas condiciones de calidad de los datos disponibles, la modalidad por ruta aportará un cálculo más preciso que la modalidad por origen-destino. A su vez, bajo esas condiciones, el enfoque por ruta cerrada ha de proporcionar resultados con un mayor nivel de precisión respecto al enfoque por ruta abierta.

### 3.3. Método de cálculo: de los consumos y de las distancias

Asimismo, de acuerdo con las definiciones expuestas en la norma de referencia (CEN-EN 16258), la presente guía contempla dos métodos de cálculo: método de los consumos y de las distancias.

El método de los consumos requiere disponer de datos de consumo de combustible real, asociados a la flota del operador de transporte que presta el servicio, derivados tanto de la propulsión del vehículo como de la refrigeración de la carga (si procede). Para este método, se definen los siguientes enfoques de cálculo, en función de lo específicos que sean los datos:

- 
- **Valores individuales de medida:** se conocen los consumos de combustible reales del vehículo que realiza el servicio de transporte, a través de un control de combustible en cada uno de sus repostajes. Es el enfoque que reviste de mayor dificultad, por lo que su empleo es poco frecuente.
  - **Valores específicos del operador de transporte:** se conocen valores medios de consumo de combustible en función del tipo de vehículo y/o de ruta.
  - **Valores de la flota del operador de transporte:** se conocen valores medios de consumo de combustible de toda la flota, sin distinción del tipo de vehículo y/o de ruta. En este caso se pueden estimar los consumos de combustible medios por tipo de vehículo y/o ruta, en función de las distancias recorridas en cada caso.

Por otra parte, el método de las distancias no precisa disponer de datos de consumo de combustible del vehículo, de la ruta o de la flota del operador que presta el servicio de transporte. No obstante, este método requiere conocer el tipo de vehículo y de recorrido correspondiente al transporte de los envíos para, consecuentemente, estimar el consumo de combustible a partir de datos predeterminados.

De forma análoga al caso de las modalidades, bajo las mismas condiciones de calidad de los datos disponibles, el método de los consumos aportará un cálculo más preciso que el método de las distancias. A su vez, bajo esas condiciones, el enfoque por valores individuales de medida ha de proporcionar resultados con un mayor nivel de precisión respecto al enfoque por valores específicos del operador o por valores de la flota del operador.

### 3.4. Elección del método y la modalidad de cálculo. Tipos de patrones

Como se ha indicado anteriormente, la elección del método y la modalidad de cálculo juega un importante papel en la precisión de los resultados obtenidos. Por ello, y siempre que sea posible, el usuario ha de recabar toda la información necesaria para efectuar los cálculos de huella a través del método de los consumos y de la modalidad por ruta, según la recomendación marcada por AECOC. En caso de no ser factible, la siguiente alternativa consiste en emplear el método de las distancias, manteniendo la modalidad por ruta. Como última opción, el usuario podría optar por la modalidad por origen-destino, empleando el método de los consumos en la medida de lo posible.

En todo caso, no se recomienda a priori escoger como opción el método de las distancias en combinación con la modalidad origen-destino, ya que no refleja la casuística operativa de los servicios de transporte que efectúa o contrata la compañía que calcula su huella. Como consecuencia de lo anterior, esta opción tampoco permite emprender un camino de mejora del desempeño en materia de consumos y emisiones de la compañía.

Según el método y la modalidad escogida, la presente guía proporciona tres rutas de cálculo (A, B o C), que a su vez contienen una serie de patrones (A.1, A.2, B.1, B.2, C.1, C.2 y C.3). Tanto la ruta como los patrones se escogerán en función de la información de la que disponga el usuario, así como de las características del servicio de transporte objeto de cálculo. Esta división entre rutas y patrones servirá de base para efectuar los cálculos de huella, tanto en la presente guía como en la herramienta Excel. A continuación se presenta un diagrama a partir del cual se puede escoger el patrón aplicable a cada caso (figura 10):

	RUTA A		RUTA B		RUTA C		
	PATRÓN A.1	PATRÓN A.2	PATRÓN B.1	PATRÓN B.2	PATRÓN C.1	PATRÓN C.2	PATRÓN C.3
Consumo de combustible	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Características de la ruta real recorrida	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Localización del origen y destino de los envíos	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Hipótesis de carga y viajes en vacío	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Rutas con más de dos paradas	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>


  
 Método recomendado por **AECOC**

Figura 10: Tipo de ruta y patrón en función de la información disponible

Todos estos patrones se pueden clasificar según su método y modalidad en el siguiente cuadro resumen (figura 11):

Modalidad	Método		Descripción	Recomendación
	Distancias	Consumos		
Ruta (abierta o cerrada)			A.1. Consumos de la flota. Ruta genérica	Método recomendado por <b>AECOC</b>
			A.2. Consumos de la flota. Ruta de ida y vuelta	
Origen-destino			B.1. Distancias y cargas de la ruta. Ruta genérica	
			B.2. Distancias y cargas de la ruta. Ruta de ida y vuelta	
			C.1. Origen y destino. Cálculo por consumo específico	
			C.2. Origen y destino. Cálculo por tasa de carga	
			C.3. Origen y destino. Cálculo por tipo de mercancía	

Figura 11: Clasificación de patrones según su método y modalidad

En el capítulo siguiente se especificarán los pasos de cálculo de huella precisos en función de la ruta y el patrón seleccionados.

Asimismo, en el Anexo 6: “Resolución del caso práctico” se adjunta un caso práctico en el que, a través de las diferentes rutas y patrones, se detallan cada uno de los cálculos precisos para la obtención de los resultados de huella.

## 4. Procedimiento de cálculo de huella. Actividades de transporte

En el presente capítulo se especifica el procedimiento de cálculo correspondiente a las siguientes actividades de transporte de carga (ver apartado 2.1.).

- Consumos de energía asociados a la propulsión del vehículo en el que se transporta la carga.
- Consumos de energía asociados a la refrigeración de las cargas durante el transporte, si los hubiera.

### 4.1. Determinación de los pasos de cálculo

En función de la modalidad escogida (por ruta o por origen-destino), serán necesarios o bien tres pasos de cálculo o bien únicamente dos, tal y como se muestra a continuación (figura 12):

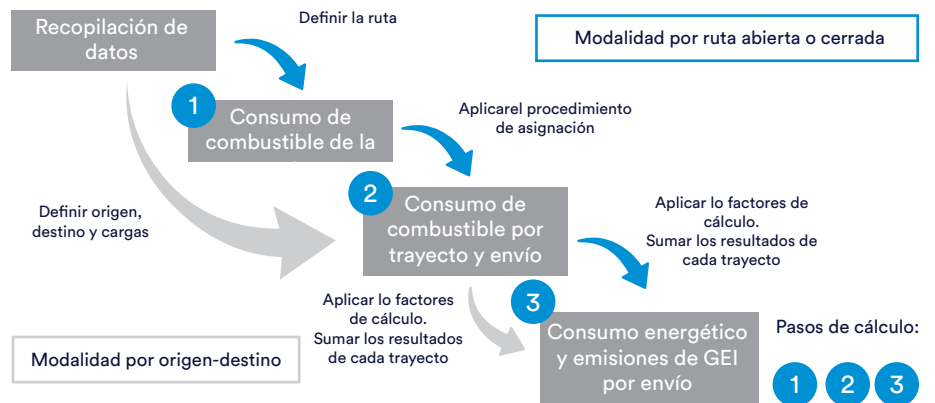


Figura 12: Pasos de cálculo del patrón en función de la modalidad escogida

Consecuentemente, en función del tipo de ruta de cálculo, y siguiendo el esquema anterior, el usuario consultará los siguientes capítulos (figura 13):

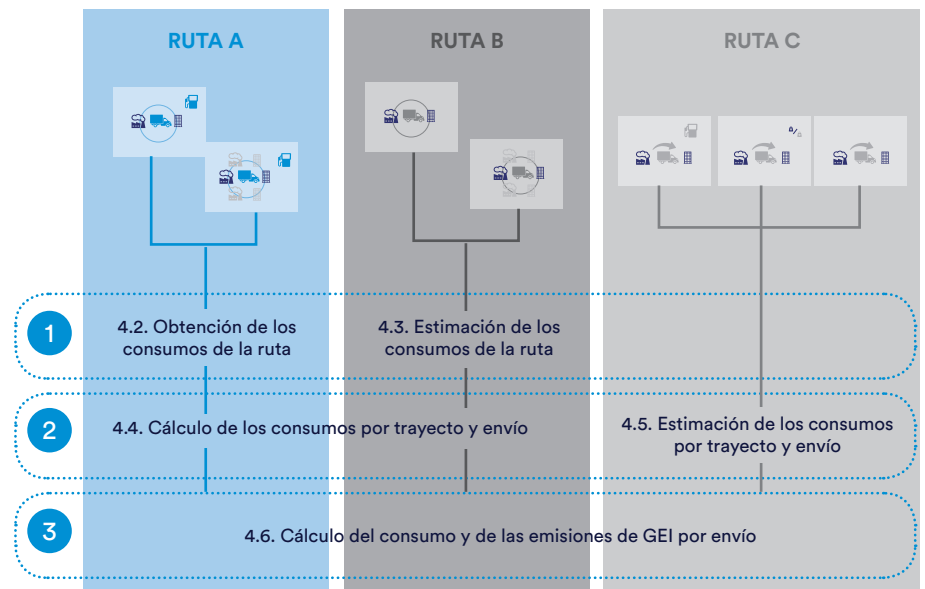


Figura 13: Diagrama de determinación de los pasos de cálculo del patrón. Rutas A, B y C



## 4.2. Obtención de los consumos de la ruta

El objetivo del presente apartado es hallar el consumo de combustible de la ruta a partir de datos de consumos de la flota, independientemente del grado de detalle de los mismos, mediante el “método de los consumos”, y a través de alguno de sus tres enfoques<sup>1</sup>.

### 4.2.1. Enfoque 1: valores individuales de medida

En términos generales, para elegir este enfoque el operador de transporte ha de disponer de un sistema de control de combustible (por ejemplo, un FMS) en el que se registren, para cada repostaje, los litros repostados y los kilómetros que marca el tacógrafo del vehículo que efectúa la ruta, así como los kilómetros del tacógrafo al inicio y al final de la ruta. Con objeto de emplear adecuadamente este enfoque, se recomienda que los repostajes se efectúen a depósito lleno.

El consumo de combustible de la ruta se obtendrá de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$F_{RUTA} [l.] = F_{1,RUTA} + F_{2,RUTA} + F_{3,RUTA} \quad [1]$$

Donde:

$$F_{1,RUTA} = \text{primer repostaje de la ruta} \times \frac{\text{distancia entre el inicio de la ruta y el primer repostaje en ruta}}{\text{distancia entre el repostaje anterior a la ruta y el primer repostaje en ruta}}$$

$$F_{2,RUTA} = \sum \text{Repostajes segundo a último de la ruta (si los hubiera)}$$

$$F_{3,RUTA} = \text{repostaje posterior a la ruta} \times \frac{\text{distancia entre el último repostaje en ruta y el final de la ruta}}{\text{distancia entre el último repostaje en ruta y el repostaje posterior a la ruta}}$$

En caso de que no haya repostajes en ruta, se calcularán en su lugar los siguientes parámetros:

$$F_{1,RUTA} = \text{repostaje posterior a la ruta} \times \frac{\text{distancia de la ruta}}{\text{distancia entre repostajes}} ; F_{2,RUTA} = F_{3,RUTA} = 0$$

El cálculo anterior puede realizarse también para cada uno de los tramos que componen la ruta. En este caso, la suma del consumo de cada uno de los tramos de la ruta será igual al consumo de combustible de la ruta.

Por otra parte, en caso de que el vehículo disponga de una unidad de frío, esta fórmula puede emplearse para el cálculo del consumo de combustible derivado de la propulsión del vehículo y de la refrigeración de la carga por separado.

<sup>1</sup> En la [página 54 del Anexo 6: “Resolución del caso práctico”](#), se proporciona un ejemplo práctico de aplicación de las fórmulas que figuran en este apartado.

En el caso de rutas abiertas se deben considerar los consumos de combustible en vacío atribuibles a dicha ruta, si los hubiera. Para ello, se pueden utilizar datos reales de consumo en vacío para un tipo de vehículo y un recorrido de características similares, con objeto de emplear las siguientes expresiones:

Si la ruta es abierta:  $F_{RUTA ABIERTA} [l.] = F_{RUTA} \text{ (ecuación 1) } [l.] + F_{EN VACIO} [l.] \text{ [2]}$

$$F_{EN VACIO} [l.] = v(\%) \times \frac{f_{EN VACIO} [l/100 km]}{100} \times D_{RUTA ABIERTA} [km] \text{ [3]}$$

Donde:

- $F_{RUTA ABIERTA}$ : consumo de combustible de la ruta abierta, considerando los viajes adicionales en vacío atribuibles a dicha ruta abierta.
- $F_{EN VACIO}$ : consumo de combustible registrado en vacío, atribuible a la ruta abierta.
- $v$ : porcentaje adicional de recorrido en vacío atribuible a la ruta, en relación a los kilómetros en carga. Para ello, se podrá adoptar un valor predefinido en función del tipo de mercancía, de acuerdo a la Tabla 6 del Anexo 4.
- $f_{EN VACIO}$ : consumo de combustible específico, en litros a los 100 kilómetros, para los viajes en vacío.
- $D_{RUTA ABIERTA}$ : longitud de la ruta abierta.

#### 4.2.2. Enfoque 2: Valores específicos del operador de transporte

En este caso, el consumo de combustible de la ruta se calculará a través del consumo específico (litros a los 100 kilómetros) por tipo de vehículo y/o ruta, a través de la siguiente expresión:

$$F_{TRAMO/RUTA} [l.] = v(\%) \times \frac{f_{TRAMO/RUTA} [l/100 km]}{100} \times D_{TRAMO/RUTA} [km] \text{ [4]}$$

Donde:

- $F_{TRAMO/RUTA} [l.]$ : consumo de combustible del tramo o de la ruta.
- $f_{TRAMO/RUTA}$ : consumo de combustible específico, en términos de litros a los 100 kilómetros, correspondiente al tipo de vehículo y ruta.
- $D_{TRAMO/RUTA}$ : longitud del tramo o de la ruta.

El cálculo anterior puede realizarse para cada uno de los tramos que componen la ruta. En este caso, la suma del consumo de cada uno de los tramos de la ruta será igual al consumo de combustible de la ruta.

Asimismo, en el caso de que el vehículo cuente con una unidad de frío, y que ésta disponga de depósito propio, se podrá calcular en consumo de combustible derivado de la refrigeración de la carga a través de la siguiente expresión:

$$F_{\text{TRAMO/RUTA, REFRIGERACIÓN}} [\text{l.}] = f_{\text{REFRIGERACIÓN}} [\text{l/h}] \times t_{\text{TRAMO/RUTA, REFRIGERACIÓN}} [\text{h}] \quad [5]$$

Donde:

- $F_{\text{TRAMO/RUTA, REFRIGERACIÓN}}$  [litros]: consumo de combustible del tramo o ruta, resultado de la refrigeración de la carga del vehículo.
- $f_{\text{REFRIGERACIÓN}}$  [l/h]: consumo específico de combustible de la unidad de frío del vehículo.
- $t_{\text{TRAMO/RUTA, REFRIGERACIÓN}}$  [h]: tiempo empleado por el vehículo en recorrer el tramo o la ruta en carga, con la unidad de frío en funcionamiento. Para el cálculo de este valor se podrá emplear la siguiente expresión:

$$t_{\text{TRAMO/RUTA, REFRIGERACIÓN}} [\text{h.}] = \frac{D_{\text{TRAMO/RUTA, EN CARGA}} [\text{km}]}{v_{\text{MEDIA}} [\text{km/h}]} + t_{\text{ESPERA, TRAMO/RUTA}} [6]$$

Donde:

- $D_{\text{TRAMO/RUTA, EN CARGA}}$  [km]: distancia recorrida por el vehículo en carga, con la unidad de frío en funcionamiento, durante el tramo o ruta.
- $v_{\text{MEDIA}}$  [km/h]: velocidad media del vehículo durante el tramo o ruta. Pueden tomarse como referencia los valores desglosados en la tabla 5 del Anexo 4.
- $t_{\text{ESPERA, TRAMO/RUTA}}$ : Tiempo de espera del vehículo correspondiente a la carga y descarga de la mercancía transportada por el vehículo en el tramo o ruta. En este sentido, se ha de tener en cuenta que el tiempo máximo legal de espera por trayecto no ha de ser superior a una hora.

Adicionalmente, en el caso de rutas abiertas se deben considerar los consumos de combustible en vacío atribuibles a dicha ruta, si los hubiera. Para ello, se pueden utilizar datos reales de consumo en vacío para un tipo de vehículo y un recorrido de características similares, con objeto de emplear las siguientes expresiones:

$$\text{Si la ruta es abierta: } F_{\text{RUTA ABIERTA}} [\text{l.}] = F_{\text{RUTA}} \text{ (ecuación 4) } [\text{l.}] + F_{\text{EN VACÍO}} [\text{l.}] \quad [7]$$

$$F_{\text{EN VACÍO}} [\text{l.}] = v (\%) \times \frac{f_{\text{EN VACÍO}} [\text{l}/100 \text{ km}]}{100} \times D_{\text{RUTA ABIERTA}} [\text{km}] \quad [8]$$

Donde:

- $F_{\text{RUTA ABIERTA}}$ : consumo de combustible de la ruta abierta, considerando los viajes adicionales en vacío atribuibles a dicha ruta abierta.
- $F_{\text{EN VACÍO}}$ : consumo de combustible registrado en vacío, atribuible a la ruta abierta.
- $v$ : porcentaje adicional de recorrido en vacío atribuible a la ruta, en relación a los kilómetros en carga. Para ello, se podrá adoptar un valor predefinido en función del tipo de mercancía, de acuerdo a la Tabla 6 del Anexo 4.
- $f_{\text{EN VACÍO}}$ : consumo de combustible específico, en litros a los 100 kilómetros, para los viajes en vacío.
- $D_{\text{RUTA ABIERTA}}$ : longitud de la ruta abierta.

---

### 4.2.3. Enfoque 3: Valores de la flota del operador de transporte

En este caso, el objetivo radica en obtener valores de consumo específico por tipo de vehículo y/o ruta, combinando datos sobre las distancias recorridas por tipo de vehículo y/o ruta con datos agregados de consumo de combustible de la flota. Para ello, se propone el siguiente procedimiento:

1. Se desglosarán los kilómetros recorridos para cada tipo de vehículo y/o ruta.
2. Se estimará el consumo específico (litros a los 100 kilómetros) correspondiente a cada uno de los tipos. Para ello, se empleará la fórmula referida en el apartado 4.3.1 (método de las distancias).
3. Se obtendrán los litros de consumo de combustible para cada uno de los tipos, de acuerdo al método de las distancias. A continuación se obtendrá la suma de los litros de combustible de cada tipo.
4. El cociente entre el consumo de combustible real y el estimado mediante el método de las distancias es un factor de corrección, consecuencia de las características particulares del operador de transporte (la antigüedad de la flota, el modo de conducción, etc.).
5. El consumo específico para cada tipo (litros a los 100 kilómetros) ajustado a las características de la flota sería el resultado de multiplicar los litros por kilómetro recorrido de cada tipo, calculados mediante el método de los consumos, por el factor de corrección hallado anteriormente.

### 4.3. Estimación de los consumos de la ruta

El objetivo del presente apartado es estimar el consumo de combustible de la ruta a través del “método de las distancias”. El capítulo se divide en dos apartados: estimación del consumo específico de combustible (4.3.1.) y estimación del consumo de combustible de la ruta a partir del consumo específico (4.3.2.)<sup>2</sup>.

#### 4.3.1. Estimación del consumo específico de combustible

En primer lugar se procederá al cálculo del consumo específico de combustible (litros a los 100 kilómetros) como consecuencia de la propulsión del vehículo, para cada uno de los tramos de que se compone la ruta. Para ello se distinguen dos tipos de vehículos: pesados (camiones) y ligeros (furgonetas).

Para el caso de los vehículos pesados, el método de cálculo utilizado está basado en mediciones reales de consumo específico de combustible en autovías y autopistas. Los resultados están clasificados en función del Peso Máximo Autorizado de cuatro tipos distintos de camiones. Además, el cálculo tiene en cuenta de forma implícita las condiciones de tráfico típicas que se producen en este tipo de vías.

---

<sup>2</sup> En las páginas 57 y 58 del Anexo 6: “Resolución del caso práctico”, se proporciona un ejemplo práctico de aplicación de las fórmulas que figuran en este apartado.

En cuanto a carreteras convencionales o rurales, el consumo específico asociado es similar al de las vías de alta capacidad. No obstante, en caso de que la ruta discorra por zonas urbanas, los consumos específicos son sensiblemente diferentes. En este caso, se utilizará un factor de corrección (denominado como a).

Mediante la siguiente fórmula se obtienen los litros de diésel consumidos a los 100 kilómetros. Dicha expresión contiene dos sumandos, el primero igual al consumo de combustible del vehículo en vacío, y el segundo variable, proporcional a la tasa de carga del vehículo. En el caso de tramos en vacío, el consumo específico es igual al primer sumando únicamente.

$$f_{\text{TRAMO,PROPULSIÓN}} [\text{l. diésel}/100 \text{ km}] = a \times (A [\text{l. diésel}]/100 \text{ km}) + B [\text{l. diésel}]/100 \text{ km} \times \frac{Q[t]}{C[t]} \quad [9]$$

Donde:

- $f_{\text{TRAMO,PROPULSIÓN}}$  [l. diésel/100 km]: consumo específico de diésel (litros consumidos a los 100 kilómetros) para el tramo
- a: factor de corrección empleado únicamente para rutas que transcurren por zonas urbanas, en función del tipo de vehículo empleado (ver tabla 1 del Anexo 4).
- A [l. diésel/100 km]: consumo de combustible del vehículo de referencia sin carga, en litros por cada 100 kilómetros, en función del tipo de vehículo y del relieve de la ruta -llano o montañoso-. Se considerará itinerario montañoso si el gradiente de la carretera es superior al +2% (ver tabla 2 del Anexo 4).
- B [l. diésel/100 km]: diferencia entre el consumo de combustible del vehículo de referencia totalmente cargado y del vehículo sin carga, en litros por cada 100 kilómetros, en función del tipo de vehículo y del relieve de la ruta -llano o montañoso-. Se considerará itinerario montañoso si el gradiente de la carretera es superior al +2% (ver tabla 2 del Anexo 4).
- C[t]: carga útil del vehículo de referencia, en toneladas (ver tabla 2 del Anexo 4).
- Q[t]: carga transportada en el tramo, igual a la suma de los pesos brutos (P) de todos los envíos que el vehículo transporta en el tramo:

$$Q[t] = \sum (P_{\text{transportados en el TRAMO}}) \quad [10]$$

Si el tramo es en vacío:

$$f_{\text{VACÍO}} [\text{l. diésel}/100 \text{ km}] = a \times A [\text{l. diésel}/100 \text{ km}] \quad [11]$$

Donde  $f_{\text{VACÍO}}$  es el consumo específico de diésel en vacío.

Para el caso de los vehículos ligeros, los factores de consumo específico han sido obtenidos a partir de un promedio global, en función de la Masa Máxima Autorizada (MMA) del vehículo. Dichos factores son directamente los indicados en la tabla 2 del Anexo 4.

En ambos casos, y para los vehículos EURO III en adelante, los consumos de combustible presentan pequeñas variaciones en función de la antigüedad del vehículo, por lo que pueden adoptarse los factores antes citados con un suficiente grado de precisión.

Adicionalmente, en caso de que se haya consumido otro tipo de combustible distinto del diésel en la ruta, se considerará lo referido en el Anexo 1 de esta guía para calcular el consumo específico en términos del combustible empleado en la ruta.

### 4.3.2. Estimación del consumo de combustible de la ruta a partir del consumo específico

En segundo lugar, se procede al cálculo del consumo de combustible de cada tramo derivado de la propulsión del vehículo. Para ello, se empleará la siguiente fórmula:

$$F_{\text{TRAMO,PROPULSIÓN}} [\text{l.}] = \frac{f_{\text{TRAMO,PROPULSIÓN}} [\text{litros}/100 \text{ km}]}{100} \times D_{\text{TRAMO}} [\text{km}] \quad [12]$$

Donde:

- $F_{\text{TRAMO,PROPULSIÓN}}$  [l.]: litros de diésel consumidos en el tramo.
- $f_{\text{TRAMO,PROPULSIÓN}}$  [litros/100 km]: consumo específico de combustible del tramo (litros a los 100 kilómetros) por la propulsión del vehículo, calculado anteriormente.
- $D_{\text{TRAMO}}$  [km]: distancia correspondiente al tramo.

Si la ruta es cerrada, la suma de cada uno de los consumos por tramo de la ruta constituye el consumo de la ruta:

$$\text{Si la ruta es cerrada: } F_{\text{RUTA,PROPULSIÓN}} [\text{l.}] = \sum (F_{\text{TRAMO,PROPULSIÓN}} [\text{l.}]) \quad [13]$$

Adicionalmente, en el caso de rutas abiertas se deben considerar los consumos de combustible en vacío atribuibles a dicha ruta, si los hubiera. En este caso, la suma del consumo de cada uno de los tramos (incluyendo el consumo en vacío atribuible a la ruta abierta) constituye el consumo total de la ruta, de acuerdo a las siguientes expresiones:

$$\text{Si la ruta es abierta: } F_{\text{RUTA ABIERTA}} [\text{l.}] = \sum (F_{\text{TRAMO,PROPULSIÓN (EN CARGA)}} [\text{l.}]) + F_{\text{EN VACÍO}} [\text{l.}] \quad [14]$$

$$F_{\text{EN VACÍO}} [\text{l.}] = v(\%) \times \frac{f_{\text{EN VACÍO}} [\text{l}/100 \text{ km}]}{100} \times D_{\text{RUTA ABIERTA}} [\text{km}] \quad [15]$$

Donde:

- $F_{\text{RUTA ABIERTA}}$ : consumo de combustible de la ruta abierta, considerando los viajes adicionales en vacío atribuibles a dicha ruta abierta.
- $F_{\text{EN VACÍO}}$ : consumo de combustible registrado en vacío, atribuible a la ruta abierta.
- $v$ : porcentaje adicional de recorrido en vacío atribuible a la ruta, en relación a los kilómetros en carga. Para ello, se podrá adoptar un valor predefinido en función del tipo de mercancía, de acuerdo a la Tabla 6 del Anexo 4.
- $f_{\text{EN VACÍO}}$ : consumo de combustible específico, en litros a los 100 kilómetros, para los viajes en vacío.
- $D_{\text{RUTA ABIERTA}}$ : longitud de la ruta abierta.

En caso de que el vehículo cuente con una unidad de frío, el consumo de combustible por refrigeración de la carga durante la ruta se estimará a partir de la expresión siguiente:

$$F_{\text{TRAMO/RUTA, REFRIGERACIÓN}} \text{ [l]} = f_{\text{REFRIGERACIÓN}} \text{ [l/h]} \times t_{\text{TRAMO/RUTA, REFRIGERACIÓN}} \text{ [h]} \text{ [16]}$$

Donde:

- $F_{\text{TRAMO/RUTA, REFRIGERACIÓN}}$  [litros]: consumo de combustible del tramo o ruta, resultado de la refrigeración de la carga del vehículo.
- $f_{\text{REFRIGERACIÓN}}$  [l/h]: consumo específico de combustible de la unidad de frío por tipo de camión y de condiciones de refrigeración (ver tabla 4 del Anexo 4).
- $t_{\text{TRAMO/RUTA, REFRIGERACIÓN}}$  [h]: tiempo recorrido por el vehículo durante el tramo o la ruta en carga, y con la unidad de frío en funcionamiento. Para el cálculo de este valor se podrá emplear la siguiente expresión:

$$t_{\text{TRAMO/RUTA, REFRIGERACIÓN}} \text{ [h]} = \frac{D_{\text{TRAMO/RUTA, EN CARGA}} \text{ [km]}}{v_{\text{MEDIA}} \text{ [km/h]}} + t_{\text{ESPERA, TRAMO/RUTA}} \times 2 \text{h} \text{ [17]}$$

Donde:

- $D_{\text{TRAMO/RUTA, EN CARGA}}$  [km]: distancia recorrida por el vehículo en carga, con la unidad de frío en funcionamiento.
- $v_{\text{MEDIA}}$  [km/h]: velocidad media del vehículo durante el tramo o la ruta. Pueden tomarse como referencia los valores desglosados en la tabla 5 del Anexo 4.
- $t_{\text{ESPERA, TRAMO/RUTA}}$ : Tiempo de espera del vehículo correspondiente la carga y descarga de la mercancía transportada por el vehículo en el tramo o ruta. En este sentido, se ha de tener en cuenta que el tiempo máximo legal de espera por trayecto no ha de ser superior a una hora.

El cálculo anterior puede efectuarse también tramo a tramo. En este caso, la suma de los consumos de cada tramo constituye el consumo de la ruta.

#### 4.4. Cálculo de los consumos por trayecto y envío

El objetivo del presente apartado es asignar los consumos energéticos y las emisiones de GEI para cada envío y trayecto, a partir de los consumos de la ruta obtenidos en el paso anterior (paso 1). Para ello se seguirán los siguientes puntos<sup>3</sup>:

##### 4.4.1. Porcentaje del cupo para cada uno de los envíos

La presente guía realiza el cálculo de cupo de cada una de las cargas que componen la ruta a través de la variable de cupo “toneladas-kilómetros directos”, de acuerdo a la recomendación establecida en la norma de referencia (EN 16258).

$$A_{\text{ENVÍO}} \text{ (\%)} = \frac{P_{\text{ENVÍO}} \times D_{\text{ORIGEN} \rightarrow \text{DESTINO, ENVÍO}}}{\sum (P_{\text{ENVÍOS}} \times D_{\text{ORIGEN} \rightarrow \text{DESTINO, ENVÍOS}})} \times 100 \text{ \%} \text{ [18]}$$

Donde:

- $A_{\text{ENVÍO}}$  (%): porcentaje del consumo de combustible de la ruta atribuible al envío (porcentaje de cupo del envío).
- $P_{\text{ENVÍO}}$ : peso bruto del envío transportado en el trayecto, incluyendo los elementos de apoyo al transporte que forman parte del envío (palés, cajas, etc.). Para su cálculo a partir del peso neto, se podrá emplear la tabla 3 del Anexo 4.
- $D_{\text{ORIGEN} \rightarrow \text{DESTINO}}$ : distancia de la ruta por carretera más corta posible entre la parada de carga y de descarga del envío (distancia directa).
- $\sum (P_{\text{ENVÍOS}} \times D_{\text{ORIGEN} \rightarrow \text{DESTINO, ENVÍOS}})$ : el resultado de sumar el producto del peso bruto de cada uno de los envíos de la ruta por la distancia directa entre su carga y descarga

<sup>3</sup> En las páginas 55 y 58 del Anexo 6: “Resolución del caso práctico”, se proporcionan ejemplos prácticos de aplicación de las fórmulas que figuran en este apartado.

En el caso de no disponer la dirección del origen y/o destino del envío, se podrán adoptar otros criterios (por ejemplo, referenciados al Código Postal, distrito, localidad, comarca, etc.) para la obtención de una distancia aproximada.

En el caso de una ruta cerrada de ida y vuelta, se puede emplear la siguiente expresión:

$$A_{\text{ENVÍO}} (\%) = \frac{P_{\text{ENVÍO}}}{\sum (P_{\text{ENVÍOS}})} \times 100 \% \quad [19]$$

Donde  $A_{\text{TRAYECTO-ENVÍO, PENVÍO}}$  y  $P_{\text{ENVÍOS}}$  son los definidos anteriormente.

En todo caso, se ha de verificar que la suma de cada uno de los cupos de los envíos de la ruta es igual al 100%.

En el caso particular de que el transporte sea refrigerado y que parte de la carga no precise de refrigeración, se calculará un porcentaje de cupo específico solo para las cargas que sí la requieran, de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$A_{\text{ENVÍO, REFRIGERADO}} (\%) = \frac{P_{\text{ENVÍO, REFRIGERADO}} \times D_{\text{ORIGEN-DESTINO, ENVÍO}}}{\sum (P_{\text{ENVÍOS}} \times D_{\text{ORIGEN-DESTINO, ENVÍOS}})} \times 100 \% \quad [20]$$

Donde:

- $A_{\text{ENVÍO}} (\%)$ : porcentaje del consumo de combustible de la ruta atribuible al envío refrigerado (porcentaje de cupo del envío en la refrigeración del mismo).
- $P_{\text{ENVÍO}}$ : peso bruto del envío refrigerado transportado en el trayecto, incluyendo los elementos de apoyo al transporte que forman parte del envío (palés, cajas, etc.). Para su cálculo a partir del peso neto, se podrá emplear la tabla 3 del Anexo 4.
- $D_{\text{ORIGEN-DESTINO}}$ : distancia de la ruta por carretera más corta posible entre la parada de carga y de descarga del envío refrigerado (distancia directa).
- $\sum (P_{\text{ENVÍOS}} \times D_{\text{ORIGEN-DESTINO, ENVÍOS}})$ : el resultado de sumar el producto del peso bruto de cada uno de los envíos refrigerados de la ruta por la distancia directa entre su carga y descarga.

#### 4.4.2. Cálculo del consumo de combustible por trayecto y envío a partir de su cupo

Una vez conocido el cupo del envío sobre la ruta, se procede a asignar el consumo de la ruta a cada uno de los envíos de dicha ruta, multiplicando el consumo de combustible de la ruta por el porcentaje de cupo de cada envío. En caso de carga refrigerada, se desagregará el cálculo entre consumos de combustible derivados de la propulsión del vehículo y de la refrigeración de la carga.

$$F_{\text{ENVÍO, PROPULSIÓN \& REFRIGERACIÓN}} [I] = A_{\text{ENVÍO}} (\%) \times F_{\text{ENVÍO, PROPULSIÓN \& REFRIGERACIÓN}} [II] \quad [21]$$

Donde:

- $F_{\text{ENVÍO, PROPULSIÓN \& REFRIGERACIÓN}} [I]$ : consumo de combustible por trayecto y envío. En caso de carga refrigerada, se podrá desagregar en consumos asociados a la propulsión del vehículo y a la refrigeración de la carga del vehículo.
- $A_{\text{ENVÍO}} (\%)$ : porcentaje del consumo de combustible de la ruta atribuible al envío (porcentaje de cupo del envío), calculado en el punto anterior (ecuación 18, y en caso de que aplique, ecuación 20).
- $F_{\text{RUTA, PROPULSIÓN \& REFRIGERACIÓN}} [II]$ : consumo de combustible de la ruta, calculado en el paso anterior (paso 1). En caso de carga refrigerada, se podrá desagregar en consumos asociados a la propulsión del vehículo y a la refrigeración de la carga del vehículo.



## 4.5. Estimación de los consumos por trayecto y envío

En este apartado, se procede a calcular el consumo de combustible por trayecto y envío, en los casos en los que no se conozca la ruta efectuada por el vehículo entre origen y destino. Para ello, se consultarán los capítulos pertinentes en función del tipo de patrón escogido (figura 14)<sup>4</sup>:

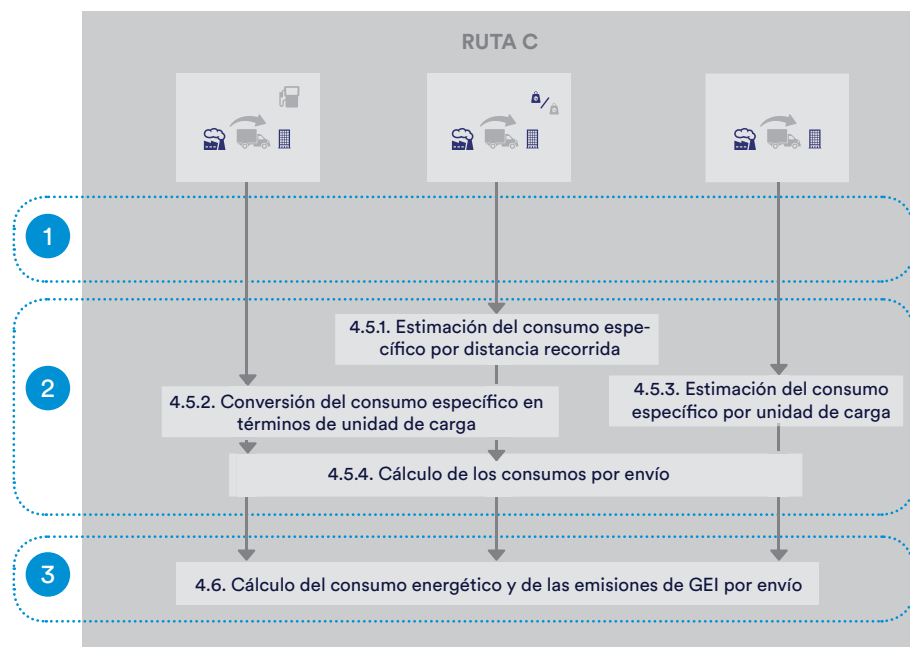


Figura 14: Diagrama de determinación de los pasos de cálculo del patrón para la Ruta de cálculo C (Paso 2)

### 4.5.1. Estimación del consumo específico por distancia recorrida

El objetivo de este paso es estimar el consumo de combustible del trayecto debido a la propulsión del vehículo a través del “método de las distancias”. Para ello se distinguen dos tipos de vehículos: pesados (camiones) y ligeros (furgonetas).

Para el caso de camiones, el método de cálculo utilizado está basado en mediciones reales de consumo específico de combustible en autovías y autopistas. Los resultados están clasificados en función del Peso Máximo Autorizado de cuatro tipos distintos de camiones. Además, el cálculo tiene en cuenta de forma implícita las condiciones de tráfico típicas que se producen en este tipo de vías.

En cuanto a carreteras convencionales o rurales, el consumo específico asociado es similar al de las vías de alta capacidad. No obstante, en caso de que la ruta discorra por zonas urbanas, los consumos específicos son sensiblemente diferentes. En este caso, se utilizará un factor de corrección (denominado como a).

<sup>4</sup> En las páginas 60, 62 y 64 del Anexo 6: “Resolución del caso práctico”, se proporcionan ejemplos prácticos de aplicación de las fórmulas que figuran en este apartado.

Mediante la siguiente fórmula se obtienen los litros de diésel consumidos a los 100 kilómetros. Dicha expresión contiene dos sumandos, el primero igual al consumo de combustible del vehículo en vacío, y el segundo variable, proporcional a la tasa de carga del vehículo.

$$f_{\text{PROPULSIÓN, EN CARGA}} \text{ [l. diésel/100km]} = a \times \left( A \text{ [l. diésel/100 km]} + B \text{ [l. diésel/100 km]} \times \frac{Q[t]}{C[t]} \right) \text{ [22]}$$

Donde:

- $f_{\text{TRAMO, PROPULSIÓN}}$  [l. diésel/100 km]: consumo específico de diésel (litros consumidos a los 100 kilómetros) para el tramo
- a: factor de corrección empleado únicamente para rutas que transcurren por zonas urbanas, en función del tipo de vehículo empleado (ver tabla 1 del Anexo 4).
- A [l. diésel/100 km]: consumo de combustible del vehículo de referencia sin carga, en litros por cada 100 kilómetros, en función del tipo de vehículo y del relieve de la ruta -llano o montañoso-. Se considerará itinerario montañoso si el gradiente de la carretera es superior al +2% (ver tabla 2 del Anexo 4).
- B [l. diésel/100 km]: diferencia entre el consumo de combustible del vehículo de referencia totalmente cargado y del vehículo sin carga, en litros por cada 100 kilómetros, en función del tipo de vehículo y del relieve de la ruta -llano o montañoso-. Se considerará itinerario montañoso si el gradiente de la carretera es superior al +2% (ver tabla 2 del Anexo 4).
- C[t]: carga útil del vehículo de referencia, en toneladas (ver tabla 2 del Anexo 4).
- Q [t]: carga media del vehículo que desarrolla el trayecto. Se puede calcular multiplicando la tasa de carga media del vehículo para ese trayecto (t) por la carga útil del vehículo (Q<sub>UTIL</sub>):

$$Q[t] = t [\%] \times Q_{\text{UTIL}} [t] \text{ [23]}$$

Asimismo, se obtendrá el consumo específico en vacío, que es igual al primer sumando de la fórmula anterior.

$$f_{\text{EN VACÍO}} \text{ [l. diésel/100 km]} = a \times A \text{ [l. diésel/100 km]} \text{ [24]}$$

Donde  $f_{\text{VACÍO}}$  es el consumo específico de diésel en vacío. Los factores a y A [litros/100 km] son los definidos anteriormente.

Para el caso de los vehículos ligeros, los factores de consumo específico han sido obtenidos a partir de un promedio global, en función de la Masa Máxima Autorizada (MMA) del vehículo. Dichos factores son directamente los indicados en la tabla 2 del Anexo 4.

En ambos casos, y para los vehículos EURO III en adelante, los consumos de combustible presentan pequeñas variaciones en función de la antigüedad del vehículo, por lo que pueden adoptarse los factores antes citados con un suficiente grado de precisión.

Adicionalmente, en caso de que se haya consumido otro tipo de combustible distinto del diésel en el trayecto, se considerará lo referido en el Anexo 1 de esta guía para calcular el consumo específico en términos del combustible empleado en el trayecto.

#### 4.5.2. Conversión del consumo específico en términos de unidad de carga

El objetivo de este paso es transformar el consumo específico del trayecto de litros a los 100 kilómetros a litros por tonelada-kilómetro transportada. Para ello, se empleará la siguiente expresión:

$$f_{\text{ENVÍO,PROPULSIÓN}}^* \text{ [l/tkm]} = \frac{f_{\text{PROPULSIÓN,EN CARGA}} \text{ [l/100 km]} + v (\%) \times f_{\text{EN VACÍO}} \text{ [l/100 km]}}{100 \times Q[t]} \quad [25]$$

Donde:

- $f_{\text{ENVÍO,PROPULSIÓN}}^* \text{ [l/tkm]}$ : consumo específico de combustible del trayecto, resultado de la propulsión del vehículo.
- $f_{\text{PROPULSIÓN, EN CARGA}} \text{ [l/100 km]}$  y  $f_{\text{EN VACÍO}} \text{ [l/100 km]}$ : consumo específico de combustible en carga y en vacío, respectivamente.
- $v (\%)$ : porcentaje adicional de recorrido en vacío atribuible al trayecto, en relación a los kilómetros en carga. Para ello, se podrá adoptar un valor predefinido en función del tipo de mercancía, de acuerdo a la Tabla 6 del Anexo 4.
- $Q [t]$ : carga media del vehículo que desarrolla el trayecto. Se puede calcular multiplicando la tasa de carga media del vehículo para ese trayecto ( $t$ ) por la carga útil del vehículo ( $Q_{\text{UTIL}}$ ):

$$Q[t] = t [\%] \times Q_{\text{UTIL}} [t] \quad [26]$$

#### 4.5.3. Estimación del consumo específico en términos de unidad de carga

El objetivo de este paso es estimar el consumo específico de combustible originado por la propulsión del vehículo, en términos de consumo por distancia recorrida y peso bruto de envío o, en caso de que aplique, por unidad de contenedor (litros por tonelada-kilómetro o litros por TEU-kilómetro), a través del “método de las distancias”.

A tal efecto, la guía plantea las siguientes hipótesis de tasas de carga y viajes en vacío en función del tipo de envío (mercancías a granel, resto de mercancías, o transportada en contenedores TEU):

- Mercancías a granel (minerales, carbón, petróleo...): en este caso, los viajes en carga se efectúan a un 100% de la tasa de carga del vehículo, mientras que los viajes en vacío representan un 60% de los viajes en carga.
- Resto de mercancías: en este caso, los viajes en carga se efectúan a un 45% de la tasa de carga del vehículo, mientras que los viajes en vacío representan un 15% de los viajes en carga.
- Mercancía transportada en contenedores TEU: en este caso, el peso del contenedor y de la carga transportada en el mismo es función del tipo de mercancía transportada (a granel o resto de mercancías, ver Tabla 7 del Anexo 4). En cualquiera de los casos, los viajes en vacío representan un 15% de los viajes en carga.

De acuerdo con los datos anteriores, el consumo específico de combustible para la propulsión del vehículo se obtiene a partir de la siguiente fórmula:

$$f^*_{ENVÍO,PROPULSIÓN} [\text{l diésel/tkm ó TEU-km}] = a \times f^*_{ENVÍO,PROPULSIÓN} [\text{l diésel/tkm ó TEU-km}] \quad [27]$$

Donde:

- $f^*_{ENVÍO,PROPULSIÓN}$  [l/tkm ó TEU-km]: consumo específico de combustible diésel debido a la propulsión del vehículo, en términos de toneladas-kilómetro o TEU-kilómetro.
- a: factor de corrección empleado únicamente para trayectos que transcurren fundamentalmente por zonas urbanas (ver tabla 1 del Anexo 4).
- $f^*_{ENVÍO,PROPULSIÓN}$  [l/tkm ó TEU-km]: consumo específico de combustible por la propulsión del vehículo, sin considerar la corrección por zona urbana, en términos de toneladas-kilómetro o TEU-kilómetro. Esta variable es función del tipo de mercancía transportada, del tipo de vehículo y del perfil de la carretera -llana o montañosa-. Se considerará itinerario montañoso si el gradiente de la carretera es superior al +2% (ver Tabla 8 del Anexo 4).

Adicionalmente, en caso de que se haya consumido otro tipo de combustible distinto del diésel en el trayecto, se considerará lo referido en el Anexo 1 de esta guía para calcular el consumo específico en términos del combustible empleado en el mismo.

#### 4.5.4. Cálculo del consumo por envío

Como último paso se obtendrá el consumo de combustible del envío. El consumo correspondiente a la propulsión del vehículo vendrá dado por la siguiente expresión:

$$F_{ENVÍO,PROPULSIÓN} [l] = f^*_{ENVÍO,PROPULSIÓN} [l/tkm] \times P_{ENVÍO} [t] \times D_{TRAYECTO} [km] \quad [28]$$

Donde:

- $F_{ENVÍO,PROPULSIÓN}$  [l]: consumo de combustible del envío para el trayecto, resultado de la propulsión del vehículo.
- $f^*_{ENVÍO,PROPULSIÓN}$  [l/tkm]: consumo específico de combustible para el trayecto, resultado de la propulsión del vehículo, en términos de tonelada-kilómetro.
- $P_{ENVÍO}$ : peso bruto del envío transportado en el trayecto, incluyendo los elementos de apoyo al transporte que forman parte del envío (palés, cajas, etc.). Para su cálculo a partir del peso neto, se podrá emplear la tabla 3 del Anexo 4.
- $D_{TRAYECTO}$  [km]: distancia recorrida por la carga durante el trayecto.

Alternativamente, en el caso de transporte de contenedores TEU, se empleará la siguiente fórmula.

$$F_{ENVÍO,PROPULSIÓN} [l] = f^*_{ENVÍO,PROPULSIÓN} [l/TEU-km] \times N_{TEU} \times D_{TRAYECTO} [km] \quad [29]$$

Donde:

- $F_{ENVÍO,PROPULSIÓN}$  [l]: consumo de combustible del envío para el trayecto, resultado de la propulsión del vehículo.
- $f^*_{ENVÍO,PROPULSIÓN}$  [l/TEU-km]: consumo específico de combustible para el trayecto, resultado de la propulsión del vehículo, en términos de TEU-kilómetro.
- $N_{TEU}$ : número de TEU que componen el envío.
- $D_{TRAYECTO}$  [km]: distancia recorrida por la carga durante el trayecto.

Asimismo, en caso de que el vehículo cuente con una unidad de frío, el consumo de combustible por refrigeración del envío en el trayecto se puede obtener a partir de la expresión siguiente:

$$F_{\text{ENVÍO, REFRIGERACIÓN}} [l] = f_{\text{REFRIGERACIÓN}} [l/h] \times t_{\text{TRAYECTO, REFRIGERACIÓN}} [h] \times \frac{P_{\text{ENVÍO}} [t]}{Q [t]} \quad [30]$$

Donde:

- $F_{\text{ENVÍO, REFRIGERACIÓN}}$  [litros]: consumo de combustible del envío para el trayecto, resultado de la refrigeración de la carga del vehículo.
- $f_{\text{REFRIGERACIÓN}}$  [l/h]: consumo específico de combustible de la unidad de frío del vehículo.
- $t_{\text{TRAYECTO, REFRIGERACIÓN}}$  [h]: tiempo real correspondiente al trayecto recorrido por el vehículo.
- $P_{\text{ENVÍO}}$ : peso bruto del envío transportado en el trayecto, incluyendo los elementos de apoyo al transporte que forman parte del envío (palés, cajas, etc.). Para su cálculo a partir del peso neto, se podrá emplear la tabla 3 del Anexo 4.
- $Q$  [t]: carga media del vehículo que efectúa el trayecto. Se puede calcular multiplicando la tasa de carga media del vehículo para ese trayecto (t) por la carga útil del vehículo (Q<sub>UTIL</sub>):

$$Q [t] = t [\%] \times Q_{\text{UTIL}} [t] \quad [31]$$

Además, para el cálculo de  $t_{\text{TRAYECTO, REFRIGERACIÓN}}$  se podrá emplear la siguiente expresión:

$$t_{\text{TRAYECTO}} [h] = \frac{D_{\text{TRAYECTO}} [km]}{v_{\text{MEDIA}} [km/h]} + t_{\text{ESPERA, TRAYECTO}} \times 2h \quad [32]$$

Donde:

- $D_{\text{TRAYECTO}}$  [km]: distancia recorrida por el vehículo en el trayecto, con la unidad de frío en funcionamiento.
- $v_{\text{MEDIA}}$  [km/h]: velocidad media del vehículo durante el trayecto. Pueden tomarse como referencia los valores desglosados en la tabla 5 del Anexo 4.
- $t_{\text{ESPERA, TRAYECTO}}$ : Tiempo de espera del vehículo correspondiente la carga y descarga de la mercancía transportada por el vehículo durante el trayecto. En este sentido, se ha de tener en cuenta que el tiempo máximo legal de espera por trayecto no ha de ser superior a una hora.

#### 4.6. Cálculo del consumo energético y de las emisiones de GEI por envío

Este apartado tiene por objeto calcular el consumo energético y las emisiones de GEI (en términos de CO<sub>2</sub> equivalente) correspondientes a cada envío, a partir de los consumos registrados por trayecto y envío, para las actividades de propulsión de la carga y refrigeración del vehículo (si la hubiera). Para la obtención de dichos resultados, se consideran dos tipos de alcances (ver apartado 2.2):

- Del tanque a las ruedas o “from tank to wheel”, designado en este apartado con el subíndice “T”.
- Del pozo a las ruedas o “from well to wheel”, designado en este apartado con el subíndice “W”.

En todos los casos, la obtención del consumo energético y de las emisiones de GEI para ambos tipos de alcance es obligatorio, y ha de efectuarse por separado (por una parte del tanque a las ruedas, y por otra parte del pozo a las ruedas).

Para su cálculo, se procede en primer lugar a transformar los consumos de combustible por trayecto y envío a consumos energéticos y emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente por trayecto y envío<sup>5</sup>. Para ello, se emplearán las siguientes fórmulas:

<sup>5</sup> En las páginas 55-56, 58-59, 61, 63 y 65 del Anexo 6: “Resolución del caso práctico”, se proporcionan ejemplos prácticos de aplicación de las fórmulas que figuran en este apartado.

$$E_{T,ENVÍO} \text{ [MJ]}=e_T \times F_{ENVÍO} \text{ [l]} ; E_{W,ENVÍO} \text{ [MJ]}=e_W \times F_{ENVÍO} \text{ [l]} \quad [33]$$

Donde:

- $E_{T,ENVÍO}$  [MJ] y  $E_{W,ENVÍO}$  [MJ]: consumo energético del tanque a las ruedas y del pozo a las ruedas respectivamente, correspondiente al trayecto y al envío de cálculo.
- $e_T$  y  $e_W$ : factores de consumo energético del tanque a las ruedas y del pozo a las ruedas respectivamente, expresados en MJ/litro. Dependen del tipo de fuente de energía empleada (ver tablas 8, 9 y 10 del Anexo 4).
- $F_{ENVÍO}$  [l]: consumo de combustible por trayecto y envío, hallado en el paso anterior. Puede desagregarse en consumos asociados a la propulsión del vehículo y a la refrigeración de la carga del vehículo.

$$G_{T,ENVÍO} \text{ [kgCO}_{2e}\text{]}=g_T \times F_{ENVÍO} \text{ [l]} ; G_{W,ENVÍO} \text{ [kgCO}_{2e}\text{]}=g_W \times F_{ENVÍO} \text{ [l]} \quad [34]$$

Donde:

- $G_{T,ENVÍO}$  [kg CO<sub>2e</sub>] y  $G_{W,ENVÍO}$  [kg CO<sub>2e</sub>]: emisiones de GEI del tanque del tanque a las ruedas y del pozo a las ruedas, correspondiente al trayecto y al envío de cálculo.
- $g_T$  y  $g_W$ : factores de emisiones de GEI del tanque a las ruedas y del pozo a las ruedas, expresados en kg CO<sub>2e</sub>/litro. Dependen del tipo de fuente de energía empleada. (ver tablas 8, 9 y 10 del Anexo 4).
- $F_{ENVÍO}$  [l]: consumo de combustible por trayecto y envío, hallado en el paso anterior. Puede desagregarse en consumos asociados a la propulsión del vehículo y a la refrigeración de la carga del vehículo.

En relación a los factores de consumo energético y emisiones de GEI de los combustibles, la norma EN 16258, prescribe emplear los valores los factores de consumo energético y emisiones de GEI ( $e_T$ ,  $e_W$ ,  $g_T$  y  $g_W$ ) referidos en dicha norma (según lo mostrado en las tablas 8, 9 y 10 del Anexo 4). No obstante, se pueden emplear factores aportados por los proveedores del combustible, siempre y cuando el cálculo de dichos factores esté en conformidad con la metodología del Anexo IV de la directiva 2009/30/CE.

Asimismo, en la Tabla 11 figuran los factores de cálculo asociados al combustible diésel consumido en España en función de los objetivos de implantación de biocombustibles para los años 2016 a 2020, de acuerdo al Real Decreto 1085/2015.

En segundo lugar, se sumarán todos los consumos energéticos y las emisiones de GEI (en términos de CO<sub>2</sub> equivalente) de cada uno de los trayectos recorridos por cada envío, con objeto de obtener datos agregados del servicio de transporte, en alcance tanto del tanque a las ruedas (ET y GT) como del pozo a las ruedas (EW y GW):

$$E_{T,SERVICIO DE TRANSPORTE} \text{ [MJ]}= \sum E_{T,ENVÍO} \text{ [MJ]} ; G_{T,SERVICIO DE TRANSPORTE} \text{ [kgCO}_{2e}\text{]}= \sum G_{T,ENVÍO} \text{ [kgCO}_{2e}\text{]} \quad [35; 36]$$

---

## 5. Procedimiento de cálculo de huella. Actividades de almacenamiento

Las actividades de almacenamiento de la carga no están incluidas en el alcance de la norma CEN-EN 16258. No obstante, se recomienda particularmente su cálculo, con objeto no solo de analizar la afección medioambiental de la cadena logística de los asociados de forma integrada, sino también de preparar a la compañía para futuras revisiones de la norma CEN-EN 16258, en las que es muy probable que el alcance se amplíe a este tipo de actividades.

En particular, el cálculo de la huella para este tipo de actividades está expresamente recomendado para aquellos transportistas u operadores logísticos que cuentan con almacenes de tránsito o stock, y que quieren reportar la huella total (de transporte y almacenamiento) de los servicios de transporte que ofrecen a cada uno de sus clientes.

Consecuentemente, en este capítulo se detalla el cálculo de los consumos energéticos y las emisiones de GEI derivadas de la energía consumida en la gestión, almacenamiento y refrigeración de la carga en los centros logísticos, lo que incluye:

- Energía consumida en la iluminación y climatización de las instalaciones logísticas (terminales de carga, almacenes, oficinas, etc.), debida a sistemas eléctricos, de calefacción o aire acondicionado.
- Energía consumida en los equipos de transporte de la carga en las instalaciones logísticas (carretillas elevadoras, vehículos de transporte de cajas móviles, etc.), o de otro tipo de equipamiento de manejo de la carga.
- Energía consumida en la refrigeración de aquellas cargas que lo precisen.

Para efectuar este cálculo, se plantean dos métodos:

- A través de datos reales de consumo de energía en las instalaciones logísticas. Este método es el recomendado en los casos en que sea posible, ya que permite mejorar el desempeño en materia de consumos y emisiones de las actividades de almacenamiento. Para su cálculo se consultará el Apartado 5.1: “Obtención del consumo de energía por envío”.
- A través de datos predeterminados de consumo de energía. En este caso, se ha de tener en cuenta que esta opción no refleja la casuística operativa de las actividades de almacenamiento. Para su cálculo se consultará el Apartado 5.2: “Estimación del consumo de energía por envío”.

En ambos casos se obtendrán los consumos energéticos y las emisiones de GEI de acuerdo con el Apartado 5.3: “Cálculo del consumo energético y de las emisiones de GEI por envío”.

A continuación se explican los pasos de cálculo aplicables para cada caso<sup>6</sup>.

---

<sup>6</sup> En las páginas 56, 59, 61, 63 y 65 del Anexo 6: “Resolución del caso práctico”, se proporcionan ejemplos prácticos de aplicación de las fórmulas que figuran en este apartado.

## 5.1. Obtención del consumo de energía por envío

El consumo de energía por envío debido a actividades logísticas, por fuente de energía empleada, se calcula a partir de la siguiente expresión:

$$C_{\text{ENVÍO,ALMACENAMIENTO,FUENTE DE ENERGÍA}} = \frac{V_{\text{ENVÍO}} [\text{m}^3] \times t_{\text{ENVÍO}} [\text{días}]}{\sum (V_{\text{ENVÍOS}} [\text{m}^3] \times t_{\text{ENVÍOS}} [\text{días}])} \times C_{\text{ALMACENAMIENTO,FUENTE DE ENERGÍA}} \quad [37]$$

Donde:

- $C_{\text{ENVÍO,ALMACENAMIENTO,FUENTE DE ENERGÍA}}$ : consumo de energía atribuible al envío de cálculo, por tipo de fuente de energía.
- $C_{\text{ALMACENAMIENTO,FUENTE DE ENERGÍA}}$ : consumo de energía anual de las instalaciones logísticas, por tipo de fuente de energía.
- $V_{\text{ENVÍO}} [\text{m}^3]$ : volumen del envío de cálculo.
- $t_{\text{ENVÍO}} [\text{días}]$ : tiempo de estancia del envío de cálculo en las instalaciones logísticas.
- $V_{\text{ENVÍOS}} [\text{m}^3]$ : volumen de cada uno de los envíos que pasan por las instalaciones logísticas a lo largo del año de referencia.
- $t_{\text{ENVÍOS}} [\text{días}]$ : tiempo de estancia de cada uno de los envíos que pasan por el centro logístico a lo largo del año de referencia.

En el denominador de la anterior expresión puede considerarse el volumen de ocupación medio anual del almacén (VOCUPACIÓN MEDIA), resultando la siguiente expresión:

$$C_{\text{ENVÍO,ALMACENAMIENTO,FUENTE DE ENERGÍA}} = \frac{V_{\text{ENVÍO}} [\text{m}^3] \times t_{\text{ENVÍO}} [\text{días}]}{V_{\text{—OCUPACIÓN MEDIA}} [\text{m}^3] \times 365 \text{ días}} \times C_{\text{ALMACENAMIENTO,FUENTE DE ENERGÍA}} \quad [38]$$

## 5.2. Estimación del consumo de energía por envío

En este caso, se emplearán unos factores de consumo de energía que vienen dados por el tipo de refrigeración del envío. Para dicho cálculo, se han empleado datos reales de consumo de energía<sup>7</sup> en una serie de instalaciones logísticas de referencia en la que se emplearon dos tipos de fuentes de energía: electricidad y gas natural. En función de los datos registrados, se ha hallado un consumo energético específico de la carga, a partir del cual se puede estimar el consumo energético de un envío cualquiera, en función de las siguientes fórmulas:

$$C_{\text{ENVÍO,ALMACENAMIENTO,ELECTRICIDAD}} [\text{kWh}] = V_{\text{ENVÍO}} [\text{m}^3] \times t_{\text{ENVÍO}} [\text{días}] \times c_{\text{ALMACENAMIENTO,ELECTRICIDAD}} [\text{kWh/m}^3\text{-día}] \quad [39]$$

$$C_{\text{ENVÍO,ALMACENAMIENTO,GAS NATURAL}} [\text{kWh}] = V_{\text{ENVÍO}} [\text{m}^3] \times t_{\text{ENVÍO}} [\text{días}] \times c_{\text{ALMACENAMIENTO,GAS NATURAL}} [\text{kWh/m}^3\text{-día}] \quad [40]$$

Donde:

- $C_{\text{ENVÍO,ALMACENAMIENTO,ELECTRICIDAD/GAS NATURAL}} [\text{kWh}]$ : consumo de energía atribuible al envío de cálculo, por electricidad o gas natural.
- $V_{\text{ENVÍO}} [\text{m}^3]$ : volumen del envío de cálculo.
- $t_{\text{ENVÍO}} [\text{t}]$ : tiempo de estancia del envío de cálculo en las instalaciones logísticas.
- $c_{\text{ALMACENAMIENTO,FUENTE DE ENERGÍA}} [\text{kWh/m}^3\text{-día}]$ : consumo de energía en términos de kWh por tonelada y día, en función del tipo de almacenamiento de la carga (no refrigerada, refrigerada-fresca/ congelada/mixta; ver Tabla 12 del Anexo 4).

<sup>7</sup> Business Energy Advisor, 2013. <https://bizenergyadvisor.com/warehouses>



### 5.3. Cálculo del consumo energético y de las emisiones de GEI por envío

Para el cálculo del consumo energético y las emisiones de GEI (en términos de CO<sub>2</sub> equivalente) correspondientes al almacenamiento de cada envío, se consideran dos tipos de alcances: consumos energéticos y emisiones directas (o de la cuna a la tumba), y totales, suma de directas e indirectas (o de la puerta a la tumba).

En primer lugar se procede a transformar los consumos de combustible por trayecto y envío a consumos energéticos y emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente por fuente de energía. Para ello se emplearán las siguientes fórmulas:

$$E_{D,ENVÍO,ALMACENAMIENTO,FUENTE\ DE\ ENERGÍA} [MJ]=e_D \times C_{ENVÍO,ALMACENAMIENTO,FUENTE\ DE\ ENERGÍA} \quad [41]$$

$$E_{D+I,ENVÍO,ALMACENAMIENTO,FUENTE\ DE\ ENERGÍA} [MJ]=e_{D+I} \times C_{ENVÍO,ALMACENAMIENTO,FUENTE\ DE\ ENERGÍA} \quad [42]$$

Donde:

- $E_{D,ENVÍO,ALMACENAMIENTO,FUENTE\ DE\ ENERGÍA}$  [MJ] y  $E_{D+I,ENVÍO,ALMACENAMIENTO,FUENTE\ DE\ ENERGÍA}$  [MJ]: consumo energético directo y total respectivamente, correspondiente al envío almacenado.
- $e_D$  y  $e_{D+I}$ : factores de consumo energético directo y total respectivamente. Dependen del tipo de fuente de energía empleada (ver tablas 13 a 15 del Anexo 4).
- $C_{ENVÍO,ALMACENAMIENTO,FUENTE\ DE\ ENERGÍA}$ : consumo de energía atribuible al envío de cálculo, por tipo de fuente de energía.

$$G_{D,ENVÍO,ALMACENAMIENTO,FUENTE\ DE\ ENERGÍA} [kgCO_{2e}] = g_D \times C_{ENVÍO,ALMACENAMIENTO,FUENTE\ DE\ ENERGÍA} \quad [43]$$

$$G_{D+I,ENVÍO,ALMACENAMIENTO,FUENTE\ DE\ ENERGÍA} [kgCO_{2e}] = g_{D+I} \times C_{ENVÍO,ALMACENAMIENTO,FUENTE\ DE\ ENERGÍA} \quad [44]$$

Donde:

- $G_{D,ENVÍO,ALMACENAMIENTO,FUENTE\ DE\ ENERGÍA}$  [MJ] y  $G_{D+I,ENVÍO,ALMACENAMIENTO,FUENTE\ DE\ ENERGÍA}$  [MJ]: emisiones de GEI directas y totales respectivamente, correspondiente al envío almacenado.
- $g_D$  y  $g_{D+I}$ : factores de emisiones de GEI directas y totales respectivamente. Dependen del tipo de fuente de energía empleada (ver tablas 13 a 15 del Anexo 4).
- $C_{ENVÍO,ALMACENAMIENTO,FUENTE\ DE\ ENERGÍA}$ : consumo de energía atribuible al envío de cálculo, por tipo de fuente de energía.

En segundo lugar, se sumarán todos los consumos energéticos y las emisiones de GEI (en términos de CO<sub>2</sub> equivalente) de cada una de las fuentes de energía, con objeto de obtener datos agregados del servicio de almacenamiento, considerando tanto los consumos y emisiones directas (o de la puerta a la tumba) como la suma de directas e indirectas (o de la cuna a la tumba):

$$E_{D/D+I,SERVICIO\ DE\ ALMACENAMIENTO} [MJ] = \sum E_{D/D+I,ENVÍO,ALMACENAMIENTO,FUENTE\ DE\ ENERGÍA} [MJ] \quad [45]$$

$$G_{-D/D+I,SERVICIO\ DE\ ALMACENAMIENTO} [kgCO_{2e}] = \sum G_{D/D+I,ENVÍO,ALMACENAMIENTO,FUENTE\ DE\ ENERGÍA} [kgCO_{2e}] \quad [46]$$

## 6. Cálculo de huella a nivel corporativo

Además del cálculo del consumo energético y de las emisiones de GEI por envío (enfoque por servicio de transporte), se puede realizar un cálculo de huella agregado de todos los servicios de transporte atribuibles a cada empresa (enfoque corporativo), de acuerdo a las directrices establecidas por el estándar GHG Protocol.

Para ello se han de tener en cuenta las diferencias de nomenclatura entre ambos enfoques, así como la diferenciación que establece GHG Protocol entre transporte propio o controlado (en el caso de que el servicio de transporte se haya efectuado con vehículos en propiedad o en régimen de renting/leasing), y transporte subcontratado (en el caso de que el servicio de transporte lo haya efectuado un transportista u operador logístico contratado por la compañía). En la siguiente tabla se indica cómo efectuar ese proceso (figura 15)<sup>8</sup> :

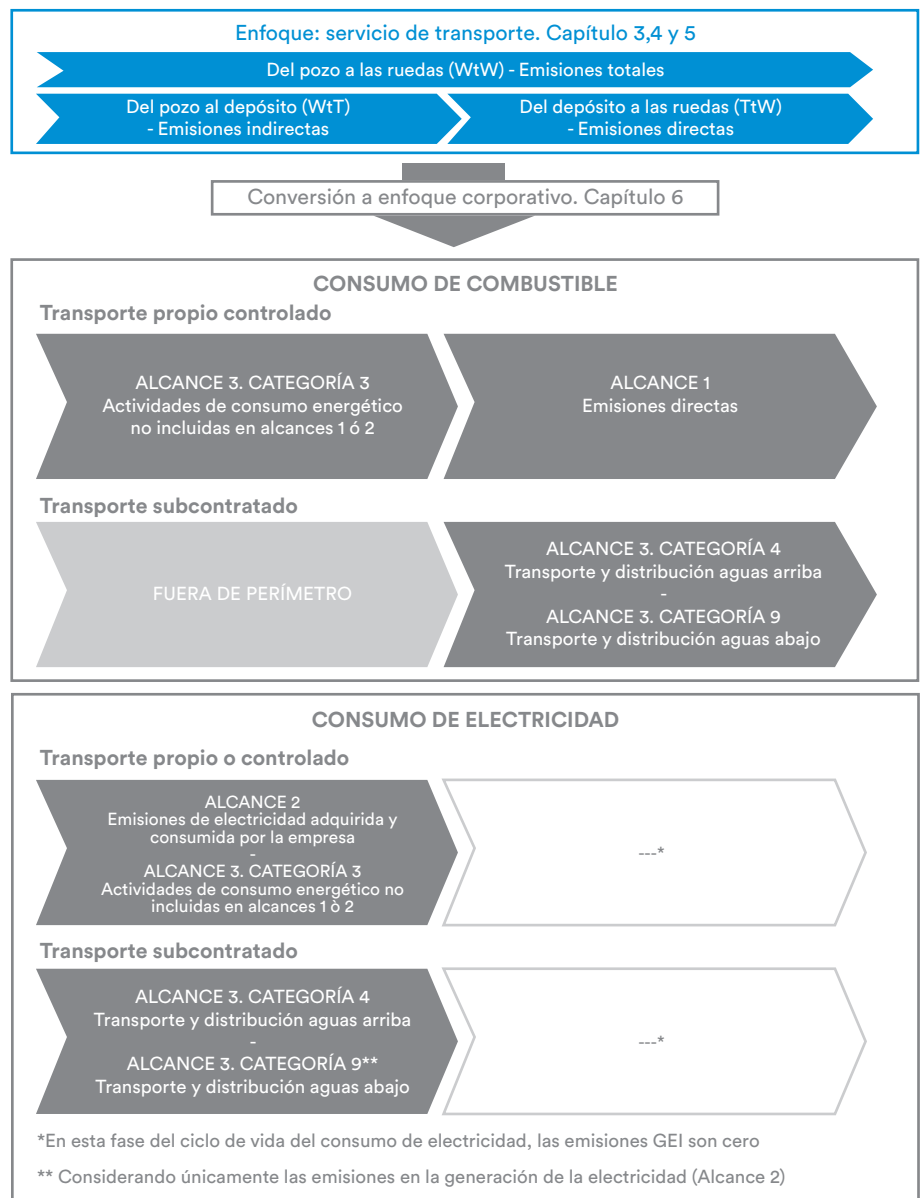


Figura 15: Esquema de conversión entre enfoques: servicio de transporte y corporativo

<sup>8</sup> En la página 66 del Anexo 6: “Resolución del caso práctico”, se proporciona un ejemplo práctico de aplicación de este diagrama.

---

Como se refleja en el diagrama anterior, GHG Protocol distingue entre alcances y categorías de transporte propio o controlado (Alcance 1, 2, y Categoría 3 de Alcance 3) y subcontratado (Categorías 4 y 9 de Alcance 3):

- **Alcance 1:** emisiones directas de GEI (del tanque a la rueda), generadas en vehículos e instalaciones propias o controladas por la organización, en sus servicios de transporte.
- **Alcance 2:** emisiones de GEI producidas en el proceso de generación de la energía eléctrica empleada por la organización en sus servicios de transporte.
- **Alcance 3, categoría 3:** en función del tipo de fuente de energía empleada por la compañía, se distingue entre dos tipos de emisiones:
  - Emisiones de GEI producidas en la extracción, producción y transporte de los combustibles empleados en los vehículos e instalaciones propias o controladas por la organización, en sus servicios de transporte
  - Emisiones de GEI producidas en la extracción, producción y transporte de los combustibles consumidos para la generación de la electricidad empleada en los vehículos e instalaciones propias o controladas por la organización, en sus servicios de transporte, así como las emisiones derivadas de las pérdidas por transporte y distribución de dicha electricidad a lo largo de la red.
- **Alcance 3, categoría 4** (transporte aguas arriba): se incluyen las emisiones de Alcance 1 y 2 de las compañías subcontratadas que hayan prestado los siguientes servicios:
  - Servicios de transporte de mercancías adquiridas por la compañía que reporta, a un proveedor de primer nivel.
  - Servicios de transporte que hayan sido sufragados por la compañía que reporta, bien contratando dicho servicio directamente o bien a través de un intermediario.
- **Alcance 3, categoría 9** (transporte aguas abajo): se incluyen las emisiones de Alcance 1 y 2 de las compañías subcontratadas que hayan efectuado un servicio de transporte de las mercancías destinadas a la venta por parte de la compañía que reporta, excepto en los casos en que la compañía sufrague el transporte de dichos productos a su cliente (en cuyo caso, estarían incluidas en la Categoría 4 del Alcance 3).

Esta distinción puede plasmarse a través de una cadena de valor simplificada: fabricante-transportista u operador logístico-distribuidor.

Según sea un fabricante, un operador logístico o un distribuidor, y según dispongan de transporte propio o controlado, o de transporte subcontratado, se hablará de un alcance u otro.

Suponiendo las siguientes condiciones:

- Transporte en un camión de Madrid a Barcelona (626 km)
- 12 toneladas de mercancía
- No hay paradas intermedias
- Consumo del camión lleno: 25 litros/100 km
- Consumo del camión vacío: 22 litros/100 km
- 15% de consumo adicional por viaje en vacío

Obtenemos los siguientes resultados:

**Consumo energético:**

ET= 6326 MJ

EW= 7814,5 MJ

**Emisiones de GEI:**

GT= 448,3 Kg CO<sub>2e</sub>

GW= 561,72 Kg CO<sub>2e</sub>

A partir de estos datos obtenidos del servicio de transporte, haremos la conversión al enfoque corporativo y asignaremos las emisiones según el alcance, desde el punto de vista de un fabricante, de un operador logístico y de un distribuidor.



**Caso A: FABRICANTE**

- Caso A.1 Fabricante con transporte propio:  
El camión con el que se han transportado las 12 toneladas de mercancía de Madrid a Barcelona pertenece al fabricante, por lo tanto:



- Caso A.2 Fabricante con transporte subcontratado:  
El camión con el que se han transportado las 12 toneladas de mercancía de Madrid a Barcelona NO pertenece al fabricante, sino que es subcontratado:



- Caso A.3 Fabricante al que le van a buscar la mercancía (transporte pagado por el distribuidor):

Reporta cero emisiones.

**Caso B: OPERADOR LOGÍSTICO**

- Caso B.1 Operador logístico con transporte propio:  
El camión con el que se han transportado las 12 toneladas de mercancía pertenece al operador logístico:



- Caso B.2 Operador logístico con transporte subcontratado:  
El camión con el que se han transportado las 12 toneladas de mercancía ha sido subcontratado por el operador logístico:



### Caso C: DISTRIBUIDOR

- Caso C.1 Distribuidor con transporte propio:  
El camión con el que se han transportado las 12 toneladas de mercancía pertenece al distribuidor:



- Caso C.2 Distribuidor con transporte subcontratado:  
El camión con el que se han transportado las 12 toneladas de mercancía, ha sido subcontratado por el distribuidor:



- Caso C.3 Distribuidor al que le llevan la mercancía (y el transporte ha sido pagado por el fabricante):

Reporta cero emisiones.

A continuación, se muestran los pasos de cálculo necesarios para la obtención de resultados de huella corporativa.

### 6.1. Cálculo de los consumos de combustible y/o electricidad a nivel corporativo

El cálculo de consumos de energía a nivel corporativo se efectuará de manera diferente dependiendo de si el transporte es propio o controlado operacionalmente por la compañía, o subcontratado por la misma:

- **TRANSPORTE PROPIO O CONTROLADO:** el cálculo se efectuará agregando los consumos de combustible y electricidad de las actividades de transporte y almacenamiento del operador. **Por norma general, dichos consumos originan solo una parte de las emisiones totales del operador en sus Alcances 1, 2 y 3.**
- **TRANSPORTE SUBCONTRATADO:** el cálculo se efectuará envío a envío a través del Capítulo 4 (procedimiento de cálculo de huella por envío), efectuando los pasos de cálculo 1 y 2, con objeto de obtener por separado los consumos de combustible y/o electricidad correspondientes a los servicios de transporte contratados por la empresa. Si procede, se considerarán también los consumos de combustible y/o electricidad derivados del almacenamiento de la carga, de acuerdo al Capítulo 5.

## 6.2. Cálculo del consumo energético y de las emisiones de GEI a nivel corporativo

Tras haber calculado los combustibles consumidos de cada clase, a nivel corporativo, se pueden obtener los consumos energéticos en base a la norma de referencia EN 16258, a través de la siguiente expresión:

$$E_{D, \text{FUENTE DE ENERGÍA}} [\text{MJ}] = e_D \times F_{\text{FUENTE DE ENERGÍA}} ; E_{I, \text{FUENTE DE ENERGÍA}} [\text{MJ}] = e_I \times F_{\text{FUENTE DE ENERGÍA}} \quad [47; 48]$$

Donde:

- $E_{D, \text{FUENTE DE ENERGÍA}} [\text{MJ}]$  y  $E_{I, \text{FUENTE DE ENERGÍA}} [\text{MJ}]$ : consumo energético directo (o del tanque a las ruedas) e indirecto (o del pozo al tanque) del conjunto de servicios de transporte, correspondiente al tipo de fuente de energía empleado.
- $e_D$  y  $e_I$ : factores de consumo energético directos e indirectos del conjunto de servicios de transporte, según el tipo de fuente de energía empleada (ver tablas 9 a 14 del Anexo 4).
- $F_{\text{FUENTE DE ENERGÍA}}$ : consumo por tipo de fuente de energía del conjunto de servicios de transporte

Asimismo, el cálculo de emisiones de GEI (en términos de CO2 equivalente) se puede efectuar en base a la norma de referencia EN 16258 a través de los factores de emisión proporcionados por la norma de referencia (EN 16258) o de los proporcionados por otros organismos internacionales, como el Ministerio de Agricultura y Medioambiente del Gobierno de España (MAGRAMA), el Departamento de Medioambiente, Alimentación y Medio Rural del Gobierno del Reino Unido (DEFRA) o por GHG Protocol, de acuerdo a la siguiente expresión:

$$G_{D, \text{FUENTE DE ENERGÍA}} [\text{kgCO}_{2e}] = g_D \times F_{\text{FUENTE DE ENERGÍA}} ; G_{I, \text{FUENTE DE ENERGÍA}} [\text{kgCO}_{2e}] = g_I \times F_{\text{FUENTE DE ENERGÍA}} \quad [49; 50]$$

Donde:

- $G_{D, \text{FUENTE DE ENERGÍA}} [\text{kgCO}_{2e}]$  y  $G_{I, \text{FUENTE DE ENERGÍA}} [\text{kgCO}_{2e}]$ : emisiones de GEI directas (o del tanque a las ruedas) e indirectas (o del pozo al tanque) del conjunto de servicios de transporte, correspondiente al tipo de fuente de energía empleado.
- $g_D$  y  $g_I$ : factores de emisiones de GEI directos e indirectos del conjunto de servicios de transporte, según el tipo de fuente de energía empleada (ver tablas 9 a 19 del Anexo 4).
- $F_{\text{FUENTE DE ENERGÍA}}$ : consumo por tipo de fuente de energía del conjunto de servicios de transporte.

Por último, se sumarán todos los consumos energéticos y emisiones de GEI (en términos de CO2 equivalente) tanto en términos directos como indirectos, correspondientes a todos los combustibles empleados, con objeto de obtener datos globales a nivel corporativo:

$$G_{(D,I), \text{CORPORATIVO}} [\text{MJ}] = \sum G_{(D,I), \text{FUENTE DE ENERGÍA}} [\text{MJ}] \quad [51]$$

Una vez obtenidos los resultados, se empleará lo señalado en la introducción de este capítulo para determinar el alcance y la categoría de las emisiones de GEI a nivel corporativo de cada resultado.

## 7. Funcionamiento de la herramienta de cálculo

A continuación se refiere una breve descripción de la herramienta Excel de cálculo de consumos energéticos y emisiones de GEI. Asimismo, la propia herramienta proporciona la ayuda necesaria para la correcta entrada de datos.

### 7.1. Elección del patrón en la herramienta



Antes de la entrada de datos, se procede a seleccionar el patrón de cálculo correspondiente en el “Menú de Inicio”. En este sentido, se recuerda que los patrones A.1 y A.2 constituyen la opción metodológica recomendada por AECOC. Como alternativa, se puede efectuar el cálculo a nivel corporativo a través de la opción “REPORTING” (figura 17).

### CONSUMOS DE LA FLOTA

Estos patrones requieren conocer datos de consumo de combustible y de la ruta recorrida por los envíos que la componen

**Tipo de asociados:**

Fabricantes  **Transportistas**  **Operadores logísticos**  Distribuidores



A.1 Opción genérica	A.2 Opción “ida y vuelta”
	
<input type="checkbox"/> Crear Patrón	<input type="checkbox"/> Crear Patrón
<input checked="" type="checkbox"/> Consumo de combustible	<input checked="" type="checkbox"/> Consumo de combustible
<input checked="" type="checkbox"/> Información de la ruta real recorrida	<input checked="" type="checkbox"/> Información de la ruta real recorrida
<input checked="" type="checkbox"/> Localización del origen y destino del envío	<input checked="" type="checkbox"/> Localización del origen y destino del envío
<input type="checkbox"/> Hipótesis de carga y viajes vacíos	<input type="checkbox"/> Hipótesis de carga y viajes vacíos
<input checked="" type="checkbox"/> Ruta con más de 2 paradas	<input type="checkbox"/> Ruta con más de 2 paradas

### DISTANCIAS Y CARGAS DE LA RUTA

Estos patrones no requieren conocer datos de consumo de combustible. Por contra, precisa de datos adicionales de la ruta recorrida.

**Tipo de asociados:**

Fabricantes  **Transportistas**  **Operadores logísticos**  Distribuidores

B.1 Opción genérica	B.2 Opción “ida y vuelta”
	
<input type="checkbox"/> Crear Patrón	<input type="checkbox"/> Crear Patrón
<input type="checkbox"/> Consumo de combustible	<input type="checkbox"/> Consumo de combustible
<input checked="" type="checkbox"/> Información de la ruta real recorrida	<input checked="" type="checkbox"/> Información de la ruta real recorrida
<input checked="" type="checkbox"/> Localización del origen y destino del envío	<input checked="" type="checkbox"/> Localización del origen y destino del envío
<input type="checkbox"/> Hipótesis de carga y viajes vacíos	<input type="checkbox"/> Hipótesis de carga y viajes vacíos
<input checked="" type="checkbox"/> Ruta con más de 2 paradas	<input type="checkbox"/> Ruta con más de 2 paradas


### CONSUMOS DE LA FLOTA

Este patrón permite calcular la huella de carbono de un envío sin necesidad de conocer la ruta.

**Tipo de asociados:**

Fabricantes Transportistas Operadores logísticos Distribuidores


C.1 A través del consumo específico



Crear Patrón

- Consumo de combustible
- Información de la ruta real recorrida
- Localización del origen y destino del envío
- Hipótesis de carga y viajes vacíos
- Ruta con más de 2 paradas


C.2 A través de la tasa de carga y la proporción de viajes en vacío



Crear Patrón

- Consumo de combustible
- Información de la ruta real recorrida
- Localización del origen y destino del envío
- Hipótesis de carga y viajes vacíos
- Ruta con más de 2 paradas

C.3 A través del tipo de mercancía transportada



Crear Patrón

- Consumo de combustible
- Información de la ruta real recorrida
- Localización del origen y destino del envío
- Hipótesis de carga y viajes vacíos
- Ruta con más de 2 paradas

### REPORTING

Este patrón permite calcular la huella de carbono de un conjunto de envíos a partir de datos agregados de la flota.

**Tipo de asociados:**

Fabricantes Transportistas Operadores logísticos Distribuidores



Crear reporte corporativo

- Consumo de combustible
- Información de la ruta real recorrida
- Localización del origen y destino del envío
- Hipótesis de carga y viajes vacíos
- Ruta con más de 2 paradas

*Figura 17: Muestras de la pantalla de inicio de la herramienta Excel*

Una vez seleccionado el patrón o escenario correspondiente, la herramienta creará las hojas Excel precisas para la introducción de datos y la obtención de resultados.



## 7.2. Obtención de resultados

Antes de la entrada de datos, se procede a seleccionar el patrón de cálculo correspondiente en el “Menú de Inicio”. En este sentido, se recuerda que los patrones A.1 y A.2 constituyen la opción metodológica recomendada por AECOC. Como alternativa, se puede efectuar el cálculo a nivel corporativo a través de la opción “REPORTING” (figura 17).

### PUBLICACIÓN DE RESULTADOS: ENVÍO 1

Cliente del envío	Cliente
Denominación del envío	Envío 1

Trayecto del que se compone el servicio de transporte

	Denominación del origen		Denominación del destino
Trayecto 1:	Almacén Madrid	a	Almacén Barcelona

### CONSUMO ENERGÉTICO Y EMISIONES DEL GEI DEL SERVICIO DE TRANSPORTE, DE ACUERDO AL ALCANCE DE LA NORMA EN 16258

#### Consumo energético (MJ)

	“Del tanque a la rueda” (TtW)		“Del pozo a la rueda” (WtW)	
Trayecto 1:	6.415	MJ	7.877	MJ
TOTAL	6.415	MJ	7.877	MJ

#### Emisiones de GEI (kgCO<sub>2e</sub>)

	“Del tanque a la rueda” (TtW)		“Del pozo a la rueda” (WtW)	
Trayecto 1:	457,7	kgCO <sub>2e</sub>	7.877	kgCO <sub>2e</sub>
TOTAL	457,7	kgCO <sub>2e</sub>	7.877	kgCO <sub>2e</sub>

### CONSUMO ENERGÉTICO Y EMISIONES DEL GEI DEL SERVICIO DE TRANSPORTE. INFORMACIÓN ADICIONAL

#### Consumo energético (MJ)

	“Del tanque a la rueda” (TtW)		“Del pozo a la rueda” (WtW)	
Trayecto 1:	6.469	MJ	8.000	MJ
TOTAL	6.469	MJ	8.000	MJ

#### Emisiones de GEI (kgCO<sub>2e</sub>)

	“Del tanque a la rueda” (TtW)		“Del pozo a la rueda” (WtW)	
Trayecto 1:	457,7	kgCO <sub>2e</sub>	575,8	kgCO <sub>2e</sub>
TOTAL	457,7	kgCO <sub>2e</sub>	575,8	kgCO <sub>2e</sub>

Figura 18: Ficha resumen de publicación de resultados (ejemplo ilustrativo)

## 8. Análisis y publicación de resultados. Próximos pasos.

### 8.1. Análisis de los resultados. Certificación de los cálculos

Como paso posterior a la obtención de los resultados, se recomienda comprobar la verosimilitud de los mismos mediante un análisis rápido de órdenes de magnitud. Complementariamente, y como punto de referencia, las emisiones de GEI por unidad de carga (tonelada-kilómetro) en caso de utilizar un combustible diésel deberían estar comprendidas en los siguientes rangos.

- Vehículos pesados: emisiones de entre 30 y 300 g CO<sub>2</sub>e/t-km “del tanque a la rueda”, y de entre 40 y 400 g CO<sub>2</sub>e/t-km “del pozo a la rueda”.
- Vehículos ligeros: emisiones de entre 250 y 750 g CO<sub>2</sub>e/t-km “del tanque a la rueda” y de entre 300 y 900 g CO<sub>2</sub>e/t-km “del pozo a la rueda”.

Adicionalmente, en el Anexo 2 se muestran las emisiones de GEI por tonelada-kilómetro tanto del tanque a la rueda como del pozo a la rueda por tipo de vehículo (de combustible diésel), mercancía y recorrido, de acuerdo a las hipótesis de viajes en vacío y tasa de carga estipulados por tipo de carga, según lo referido en esta guía.

Asimismo, se pueden realizar análisis de sensibilidad con objeto de evaluar la influencia de los datos de entrada en los resultados obtenidos, especialmente en caso de haber adoptado estimaciones o hipótesis de cálculo.

Una vez revisados los resultados, las empresas que lo deseen pueden solicitar, de manera voluntaria, la certificación de los cálculos obtenidos, de acuerdo a la norma DIN-EN 45011: “Requisitos generales para entidades que realizan la certificación de producto”.

### 8.2. Publicación de los resultados según la norma CEN-EN 16258

Para una adecuada declaración de los resultados obtenidos de acuerdo a la norma CEN-EN 16258, se han de tener en cuenta los siguientes puntos desglosados abajo. En el Anexo 5 figura un ejemplo de modelo de ficha de publicación.

Publicación de los resultados por alcance	En la declaración de los resultados obtenidos, la norma estipula que han de publicarse los consumos de energía y las emisiones de GEI de los servicios de transporte tanto del tanque a las ruedas (solo emisiones directas) como del pozo a las ruedas (suma de emisiones directas e indirectas), de forma separada.
Publicación de resultados por almacenamiento de la carga	Los resultados relativos al almacenamiento de los envíos han de publicarse de forma separada con respecto a los resultados obtenidos dentro del alcance de la norma EN 16258 (consumos energéticos derivados de la propulsión del vehículo y de la refrigeración de la carga del vehículo).
Publicación de información adicional	De cara a asegurar el mayor nivel de transparencia posible en la publicación de resultados, la norma EN 16258 exige reflejar la siguiente información: <ul style="list-style-type: none"><li>• El procedimiento empleado en el cálculo de los consumos de combustible y de las distancias recorridas.</li><li>• El nivel de carga de los vehículos y el porcentaje de viajes en vacío.</li></ul> En todo caso, se ha de especificar si son datos medidos directamente a partir de la flota de transporte del operador o bien extraídos de bases de datos (valores predeterminados). En este último caso, se ha de reflejar el motivo por el que se han escogido dichos valores.

---

### 8.3. Próximos pasos

Como se ha expuesto en la introducción, el objetivo de la guía no es solo el cálculo de huella de las actividades de transporte, sino también el establecimiento de un punto de partida sólido para la implementación de medidas, planes de acción y estrategias que aporten valor diferencial y sostenible a los asociados (figura 19). Con este fin, se propone seguir los siguientes pasos:

#### 8.3.1. Identificación de Riesgos y Oportunidades. Planteamiento de objetivos

Como primer paso, se efectuará una identificación de los riesgos y oportunidades derivados del nivel de consumos de combustible y emisiones de GEI calculados a través de un análisis detallado de las actividades de transporte de la empresa. En concreto, se recomienda identificar los “puntos calientes” que tienen lugar en la cadena de transporte del operador, los cuales, a la vez de suponer una proporción elevada de su huella de carbono global, presentan un elevado potencial de mejora.

Como paso siguiente, se plantearán los objetivos que den respuesta al punto anterior, minimizando los riesgos y optimizando las oportunidades identificadas.

#### 8.3.2. Estrategia a desarrollar

Seguidamente, de cara al cumplimiento de los objetivos establecidos, se establecerán estrategias de reducción de huella. Para el planteamiento de la estrategia se seguirá el siguiente orden de prioridad:

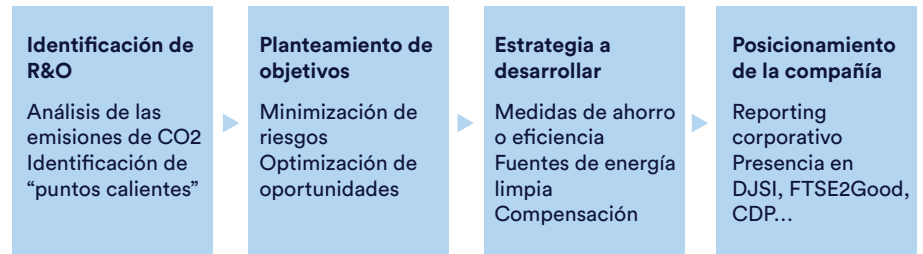
- Primeramente, implementación de medidas de ahorro o eficiencia que eviten o reduzcan los niveles de consumo y emisiones sin suponer cambios en el parque de vehículos de la flota (por ejemplo, mejorando la eficiencia en la conducción, a través de una adecuada replanificación de las rutas de transporte, mediante acuerdos multilaterales que posibiliten una reducción de los viajes en vacío en los que incurre la flota, etc.).
- Alternativamente, renovación de la flota con modelos más eficientes energéticamente. Para ello, se pueden incorporar vehículos con menor carga aerodinámica, o que consuman combustibles más limpios, como gas natural licuado, biodiesel, hidrógeno, etc., o bien optar por modelos híbridos o eléctricos.
- En última instancia, compensación de las emisiones de GEI que no sean evitables por otros medios.

#### 8.3.3. Posicionamiento de la compañía

Una vez implantada la estrategia, y tras constatar la mejora en su desempeño en materia de lucha contra el cambio climático, la compañía puede poner en valor sus resultados en este aspecto, reforzando su posicionamiento frente a inversores socialmente responsables (ISR) y a otros grupos de interés.

---

Para ello, puede incluir los resultados a través un reporting corporativo (Informe de Sostenibilidad, Informe Integrado, etc.), así como tomar ventaja de su grado de desempeño ambiental para la mejora de su calificación en índices de sostenibilidad como el DJSI (Dow Jones Sustainability Index), el FTSE4Good, o en el cuestionario de CDP (Carbon Disclosure Project).

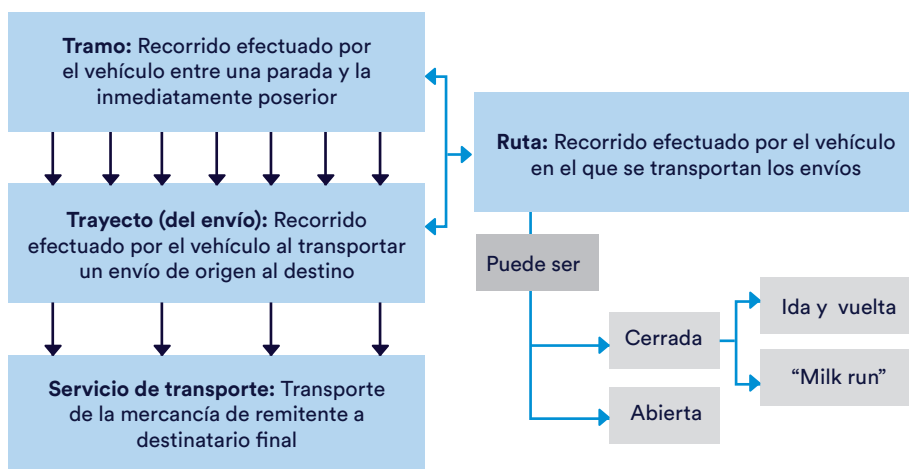


*Figura 19: Propuesta de próximos pasos tras el cálculo de resultados*

## 9. Glosario de términos - transporte

- **Distancia directa:** longitud del recorrido más corto posible entre origen y destino del envío.
- **Envío:** conjunto de mercancías cubiertas por un mismo servicio de transporte.
- **Propulsión (del vehículo):** desplazamiento del vehículo a lo largo de su ruta.
- **Refrigeración (del vehículo):** refrigeración de la carga refrigerada en el equipo de frío del vehículo, a lo largo de su ruta.
- **Ruta:** recorrido efectuado por el vehículo en el que se transportan los envíos.
- **Servicio de transporte:** transporte del envío de remitente a destinatario final.
- **Tramo:** recorrido efectuado por el vehículo entre una parada y la inmediatamente posterior.
- **Transporte (de carga):** el consumo de combustible por el transporte del vehículo incluye tanto su propulsión como la refrigeración de la carga contenida en éste. La combinación de ambas actividades constituye el transporte de la carga en el vehículo.
- **Trayecto (del envío):** recorrido efectuado por el vehículo de la carga a la descarga del envío.

A continuación se muestra un esquema con la definición de los términos anteriores:



Esquema de las definiciones: tramo, trayecto, ruta y servicio de transporte

---

## 10. Bibliografía

AECOC, aEutransmer, CNTC, Transprime, 2016. *Observatorio de costes del transporte de mercancías por carretera*. Ministerio de Fomento, Gobierno de España.

Bhatia P. et al., 2011. *Corporate Value Chain (Scope 3) Accounting and Reporting Standard - . Supplement to the GHG Protocol Corporate Accounting and Reporting Standard*. World Business Council for Sustainable Development (WBCSD). World Resources Institute (WRI).

Bhatia P. et al., 2004. *A Corporate Accounting and Reporting Standard*. World Business Council for Sustainable Development (WBCSD). World Resources Institute (WRI).

Blechs Schmidt, M. et al., 2013. *Guidelines for Reporting Freight Greenhouse Gas Emissions*. Organization for Data Exchange by Tele Transmission in Europe (ODETTE).

Broek van den, F. Engel van den, A. Maurer, H., 2014. *Panteia. Guide: Allocation of the CO2 emissions based on CEN-EN 16258. Road Freight Transport*. Panteia.

Brohe, A. Verstrepen, S., 2009. *GS1 Belgium Guidelines for the Carbon Footprint Measurement of Transportation and Warehousing in the FMCG/retail sector*. GS1 Belgium & Luxemburg.

Comité Européen de Normalization (CEN), 2013. *UNE-EN 16258:2013. Metodología para el cálculo y la declaración del consumo de energía y de las emisiones de gases de efecto invernadero en los servicios de transporte (transporte de mercancías y de pasajeros)*. Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR).

Devotta, S. Sicars, S. et al., 2006. *IPCC/TEAP Special Report: Safeguarding the Ozone Layer and the Global Climate System. Chapter 4: Refrigeration*. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC).

European Commission, 2015. *EU Transport in figures - Statistical Pocketbook 2015*.

Hill, N. James, K. Watson, R., 2016. *2016 Government GHG Conversion Factors for Company Reporting: Methodology Paper for Emission Factors*. Department of Business Energy & Industrial Strategy (BEIS).

IFEU Heidelberg, INFRAS Berne, IVE Hannover, 2014. *Ecological Transport Information Tool for Worldwide Transports. Methodology and Data Update*. EcoTransIT World Initiative (EWI).

Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), 2006. *Guía para la gestión del combustible en las flotas de transporte por carretera*.

Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Gobierno de España, 2014. Oficina Española de Cambio Climático (OECC). *Factores de Emisión. Registro de Huella de Carbono, Compensación y Proyectos de absorción de dióxido de carbono*.

Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Gobierno de España, 2014. Oficina Española de Cambio Climático (OECC). *Guía para el cálculo de la Huella de Carbono y para la elaboración de un plan de mejora de una organización*.

Schmied, M. Knörr, W., 2012. *Calculating GHG emissions for freight forwarding and logistics services in accordance with EN 16258*. European Association for Forwarding, Transport, Logistics and Customs Services (CLECAT).

Tassou, S.A. De-Lille, G. Ge, Y.T., 2010. *Food transport refrigeration - approaches to reduce energy consumption and environmental impacts of road transport*. Brunel University. School of Engineering and Design.

## Anexo 1: cálculo del consumo específico de combustibles distintos al diésel

La presente guía proporciona, a través del método de las distancias, un procedimiento de cálculo de consumos específicos (litros a los 100 kilómetros, o litros por tonelada-kilómetro, o litros por TEU-km) en términos de combustible diésel.

Con objeto de convertir el consumo específico de diésel a otro tipo de combustible, se calculará el cociente entre el poder calorífico inferior (PCI) del diésel y el del combustible empleado, y se multiplicará por el consumo de diésel estimado por el método de las distancias. Los valores de PCI coinciden con el consumo energético del tanque a las ruedas.

$$f_{\text{PROPULSIÓN}} \text{ [l/100 km ó t-km ó TEU-km]} = \frac{e_T \text{ (diésel)}}{e_T \text{ (combustible)}} \times f_{\text{PROPULSIÓN}} \text{ [l. diésel/100 km ó t-km ó TEU-km]}$$

Donde:

- $f_{\text{PROPULSIÓN}}$  [l/100 km ó t-km ó TEU-km]: consumo específico de combustible estimado, distinto del diésel, empleado en el trayecto/ruta.
- $e_T$  (diésel): factor de consumo energético del tanque a las ruedas correspondiente al combustible diésel, expresado en MJ/litro (ver Tabla 9 del Anexo 4).
- $e_T$  (combustible): factor de consumo energético del tanque a las ruedas correspondiente al combustible empleado en el trayecto/ruta, expresado en MJ/litro (ver Tabla 9 del Anexo 4).
- $f_{\text{PROPULSIÓN}}$  [l. diésel/100 km ó t-km ó TEU-km]: consumo específico de diésel, obtenido a partir del método de las distancias.

La anterior fórmula asume que los rendimientos de los motores diésel y los del combustible real empleado son relativamente similares.

Asimismo, no es necesario realizar esta transformación en caso de que se haya empleado un diésel de mezcla con biocombustibles (Diésel D5, D7, etc.).

## Anexo 2: comparativa de emisiones de GEI por tipo de vehículo, mercancía e itinerario

A continuación se detallan las emisiones de GEI por tonelada-kilómetro tanto del tanque a la rueda como del pozo a la rueda, por tipo de vehículo (de combustible diésel), mercancía e itinerario, de acuerdo a las hipótesis de viajes en vacío y tasa de carga estipuladas para el patrón C.3, y desglosadas en el apartado 4.5.3.

Emisiones de GEI del tanque a la rueda (y del pozo a la rueda), en gCO <sub>2</sub> e/t-km	Mercancías a granel			Resto de mercancías		
	Llano	Montaña	Urbano (llano)	Llano	Montaña	Urbano (llano)
Furgoneta Clase I : <1,3 t MMA	366 (459)			584 (731)		
Furgoneta Clase II: 1,3 – 1,74 t MMA	376 (472)			599 (750)		
Furgoneta Clase III: 1,74 – 3,5 t MMA	334 (418)			533 (668)		
Camión de < 7,5 t MMA	157 (196)	159 (199)	141 (177)	248 (310)	250 (313)	223 (279)
Camión de 7,5-12 t MMA	121 (152)	126 (158)	121 (152)	189 (237)	195 (244)	189 (237)
Camión de 12-24 t MMA	68 (85)	73 (92)	89 (111)	106 (133)	114 (142)	138 (173)
Camión articulado 24-40 t MMA <sup>1)</sup>	40 (51)	51 (63)	57 (71)	61 (76)	71 (89)	85 (106)
<sup>1)</sup> Incluidos los trenes de carretera. Fuentes: HBEFA 3.1; TREMOD 2010; Guía CLECAT; DEFRA; Cálculos propios.						



---

## Anexo 3: bases de datos de referencia

### HBEFA

El Manual de factores de emisión para el transporte por carretera (o en sus siglas en inglés, HBEFA) ha sido desarrollado por diversas agencias de protección ambiental de Alemania, Francia, Austria, Suiza, Suecia y Noruega, con la colaboración del Centro Europeo de Investigación de la Comisión Europea.

HBEFA proporciona factores de emisión para todas las categorías de vehículos y para una amplia variedad de situaciones de tráfico.

Página web:  
<http://www.hbefa.net/>

### TREMOT

El programa TREMOD (Transport Emission Model) ha sido desarrollado por la Agencia Medioambiental Federal de Alemania.

TREMOT analiza todos los modos de transporte (por carretera, ferroviario, marítimo y aéreo). Para el transporte por carretera, las bases de datos están calculadas en función del tipo de tecnología, antigüedad y tamaño del vehículo, el tipo de carretera y el porcentaje de sus pendientes, el tipo de tráfico que soportan las carreteras y los tiempos de arranque y parada del vehículo.

Página web:  
[https://www.ifeu.de/english/index.php?bereich=ver&seite=projekt\\_tremod](https://www.ifeu.de/english/index.php?bereich=ver&seite=projekt_tremod)

### EcoTransIT

La herramienta de cálculo EcoTransIT ha contado con el apoyo de las consultoras IVE mbH (Alemania) e INFRAS AG (Suiza), así como del Instituto de Investigación Energética y Medioambiental de Alemania (IFEU).

El uso de EcoTransIT está especialmente indicado para el cálculo de la huella de carbono de rutas internacionales, ya que emplea parámetros de cálculo distintos en función de los países en los que transcurre la ruta de transporte.

Página web:  
<http://ecotransit.org/>

## Anexo 4: Tablas de datos de referencia

Tipo de camión	Mercancías a granel
Camión de < 7,5 t MMA	0,9
Camión de 7,5-12 t MMA	1
Camión de 12-24 t MMA	1,3
Tren de carretera/camión articulado de 24-40 t MMA	1,4
Fuentes: HBEFA 3.1; TREMOD 2010; Guía CLECAT.	

Tabla 1: factor de corrección  $\alpha$  para la obtención del consumo específico de combustible por la propulsión del camión en vías urbanas (método de las distancias)

Tipo de camión	Montañoso		Llano		C
	A	B	A	B	
	l/100 km	l/100 km	l/100 km	l/100 km	Toneladas
Furgoneta Clase I : <1,3 t MMA	- 5,78 -				---
Furgoneta Clase II: 1,3 – 1,74 t MMA	- 9,10 -				---
Furgoneta Clase III: 1,74 – 3,5 t MMA	- 10,66 -				---
Camión de < 7,5 t MMA	13,0	1,4	12,9	1,2	3,5
Camión de 7,5-12 t MMA	16,9	3,2	16,6	2,4	6,0
Camión de 12-24 t MMA	19,3	4,2	18,7	2,9	12,0
Camión articulado 24-40 t MMA <sup>1)</sup>	22,7	14,4	21,5	8,2	26,0
<sup>1)</sup> Incluidos los trenes de carretera. Fuentes: HBEFA 3.1; TREMOD 2010; Guía CLECAT. Adicionalmente, los consumos específicos de los vehículos ligeros han sido obtenidos de bases de datos aportadas por DEFRA. Dichos valores hacen referencia a condiciones medias de carga y recorrido para este tipo de vehículos.					

Tabla 2: parámetros A, B y C para la obtención del consumo específico por la propulsión del vehículo (método de las distancias)

Elementos de soporte de la carga: palets, roll containers y cajas. Peso estimado (kilogramos)		
Palets	Material: Madera. Peso por unidad	Material: Plástico. Peso por unidad
Palet 1.000x1.200 (Americano)	28 kg	22 kg
Palet 800x1.200 (EPAL)	25 kg	19 kg
Palet 800x600 (Dusseldorf)	14 kg	10 kg
Palet 600x400 (1/4 palet)	2,5 kg	2,2 kg
Roll containers	Peso por unidad	
Roll container con base abatible (660 x 475 x 1510)	23 kg	

Tabla 3: peso de los elementos de soporte de la carga: palets y cajas

Elementos de soporte de la carga: palets, roll containers y cajas. Peso estimado (kilogramos)	
Cajas reutilizables de plástico	Peso por unidad
Dimensiones: 1200×800×950	54 kg
Dimensiones: 800×600×760	17 kg
Dimensiones: 600×400×250	2,095 kg
Dimensiones: 600×400×218	1,77 kg
Dimensiones: 600×400×205	1,73 kg
Dimensiones: 600×400×190	1,63 kg
Dimensiones: 600×400×160	1,46 kg
Dimensiones: 600×400×125	1,24 kg
Dimensiones: 600×400×101,5	1,17 kg
Dimensiones: 600×400×122	1,12 kg
Dimensiones: 400×300×167	0,92 kg
Dimensiones: 400×300×125	0,76 kg
<b>Fuentes:</b> Cálculos propios	

*Tabla 3 (cont.): peso de los elementos de soporte de la carga: palets y cajas*

Consumo estimado de combustible de la unidad de frío (litros por hora)		Congelado (-18°C)	Refrigerado (+2°C)
Tipo de unidad de frío	Pequeña (≈ 30 m <sup>3</sup> ó 10 Palets EPAL)	2,5 l/h	1,5 l/h
	Mediana (≈ 50 m <sup>3</sup> ó 20 Palets EPAL)	3,5 l/h	2,5 l/h
	Grande (≈ 80 m <sup>3</sup> ó 33 Palets EPAL)	4 l/h	3 l/h
<b>Fuente:</b> Cálculos propios			

*Tabla 4: Potencia y consumo de combustible de la unidad de frío, en función del tipo de éste*

Velocidad media en función del tipo de vehículo y vía	Autovías / autopistas	Carreteras convencionales
Vehículo ligero	90-100 km/h (según el límite de velocidad de aplicación)	79 km/h
Vehículo pesado	88 km/h	75 km/h
<b>Fuente:</b> Ministerio de Fomento, Cálculos propios		

*Tabla 5: Velocidades medias por tipo de vehículo y de vía*

Tipo de transporte		Viajes adicionales en vacío <sup>1)</sup>	Furgoneta Clase I : <1,3 t MMA	Furgoneta Clase II: 1,3 – 1,74 t MMA	Furgoneta Clase III: 1,74 – 3,5 t MMA	Camión: < 7,5 t MMA	Camión: 7,5-12 t MMA	Camión: 12-24 t MMA	Tren de carretera/ camión articulado 24-40 t MMA
<b>Carga máxima</b>			0,64	0,98	1,29	3,5	6,0	12,0	26,0
<b>Transporte de mercancías</b>			– Peso de las mercancías en t por vehículo –						
Mercancías a granel	+60 %		0,64	0,98	1,29	3,50	6,0	12,0	26,0
Resto de mercancías	+15 %		0,29	0,44	0,58	1,58	2,7	5,4	11,7
<b>Transporte de contenedores</b>			– Número de TEU por camión –						
Mercancías a granel	+15 %		-	-	-	-	-	-	1 TEU
Resto de mercancías	+15 %		-	-	-	-	-	1 TEU	2 TEU

<sup>1)</sup> Porcentaje de viajes en vacío, en relación con los viajes en carga.  
**Fuente:** EcoTransIT 2010.  
 Nota: la presente tabla solo es de aplicación para el Patrón C.3: “Origen y destino. Cálculo por tipo de mercancía”. En esta tabla, se muestra el peso total promedio de las mercancías (o los TEU) que transportan los distintos tipos de vehículos en carga, así como el porcentaje de viajes adicionales en vacío en función del tipo de mercancía.

*Tabla 6: Niveles de carga estimados en función del tipo de vehículo y de mercancía transportada (Patrón C.3)*

Tipo de mercancías	Peso del contenedor	Carga del contenedor	Peso total
	Toneladas/TEU	Toneladas/TEU	Toneladas/TEU
Mercancías a granel	2,0	14,5	16,50
Resto de mercancías	1,95	8,25	10,20

**Fuente:** EcoTransIT 2010.

*Tabla 7: Peso del contenedor TEU para los diferentes tipos de mercancías*

Tipo de camión	Montañoso		Llano	
	Mercancías a granel	Resto de mercancías	Mercancías a granel	Resto de mercancías
<b>Transporte de mercancías</b>	<b>- litros de diésel por t-km -</b>			
Furgoneta Clase I : <1,3 t MMA	0,145	0,231	0,145	0,231
Furgoneta Clase II: 1,3 – 1,74 t MMA	0,149	0,237	0,149	0,237
Furgoneta Clase III: 1,74 – 3,5 t MMA	0,132	0,211	0,132	0,211
Camión de < 7,5 t MMA	0,063	0,099	0,062	0,098
Camión de 7,5-12 t MMA	0,050	0,077	0,048	0,075
Camión de 12-24 t MMA	0,029	0,045	0,027	0,042
Camión articulado 24-40 t MMA1)	0,020	0,028	0,016	0,024
<b>Transporte de contenedores</b>	<b>- litros de diésel por TEU-km -</b>			
Camión de 12-24 t MMA	x	0,26	x	0,24
Camión articulado 24-40 t MMA1)	0,35	0,19	0,30	0,16

<sup>1)</sup> Incluidos los trenes de carretera. x) El transporte en contenedor para este peso de contenedor no es de aplicación.  
**Fuentes:** HBEFA 3.1; TREMOD 2010; Guía CLECAT; DEFRA; cálculos propios.  
 Nota: la presente tabla solo es de aplicación para el Patrón C.3: “Origen y destino. Cálculo por tipo de mercancía”. En esta tabla, se desglosan los consumos de combustible por toneladas-kilómetro recorrido en carga, estimadas para cada vehículo a partir de los datos de las Tablas 6 y 7.

*Tabla 8: consumo específico de combustible por la propulsión del vehículo en términos de tonelada-kilómetro o TEU-kilómetro (Patrón C.3)*

Combustible empleado	Consumo de energía normalizado				Emisiones de gases de efecto invernadero (calculadas como equivalentes de CO <sub>2</sub> )			
	Del tanque a las ruedas (eT)		Del pozo a las ruedas (eW)		Del tanque a las ruedas (gT)		Del pozo a las ruedas (gW)	
	MJ/kg	MJ/l	MJ/kg	MJ/l	kg CO <sub>2</sub> e/kg	kg eCO <sub>2</sub> e/l	kg CO <sub>2</sub> e/kg	kg eCO <sub>2</sub> e/l
Gasolina	43,2	32,2	50,5	37,7	3,25	2,42	3,86	2,88
Etanol	26,8	21,3	65,7	52,1	0,00	0,00	1,56	1,24
Gasolina E5 (5 % vol. etanol)	42,4	31,7	51,4	38,4	3,08	2,30	3,74	2,80
Gasolina E10 (10 % vol. etanol)	41,5	31,1	52,2	39,1	2,90	2,18	3,62	2,72
Diésel	43,1	35,9	51,3	42,7	3,21	2,67	3,90	3,24
Biodiésel	36,8	32,8	76,9	68,5	0,00	0,00	2,16	1,92
Diésel D5 (5 % vol. biocombustible)	42,8	35,7	52,7	44,0	3,04	2,54	3,80	3,17
Diésel D7 (7 % vol. biocombustible)	42,7	35,7	53,2	44,5	2,97	2,48	3,76	3,15
Gas Natural Comprimido	45,1	7,89*	50,5	8,84*	2,68	0,469*	3,07	0,537*
Gas Natural Licuado	45,1	20,4*	50,5	22,9*	2,68	1,21*	3,07	1,39*
Gas Licuado de Petróleo	46,0	25,3	51,5	28,3	3,10	1,70	3,46	1,90

**Fuente:** Norma EN 16258.

Notas: (\*) cálculo realizado de acuerdo a la densidad de este tipo de combustible según las bases de datos de DEFRA.

A efectos del cálculo de huella corporativo, se considerará lo siguiente:

- El consumo energético directo (eD) es el consumo energético del tanque a la rueda (eT), mientras que el consumo energético indirecto (eI) es la diferencia entre el consumo energético del pozo a la rueda (eW) y el del tanque a la rueda (eT).

$$e_D = e_T; e_I = e_W - e_T$$

- Las emisiones de GEI directas (gD) son las emisiones de GEI del pozo al tanque (gT), mientras que las emisiones de GEI indirectas (gI) son la diferencia entre las emisiones de GEI del pozo a la rueda (gW) y del tanque a la rueda (gT).

$$g_D = g_T; g_I = g_W - g_T$$

*Tabla 9: Factores de cálculo del consumo energético y emisiones de GEI en función del tipo de combustible (de acuerdo a la norma EN 16258)*

Porcentaje de biodiésel en relación con el volumen (litros)	Porcentaje de biodiésel en relación con el contenido de energía	Factor de conversión del tanque a las ruedas (eT)	Factor de conversión del pozo a las ruedas (eW)	Factor de conversión de GEI del tanque a las ruedas (gT)	Factor de conversión de GEI del pozo a las ruedas (gT)
en %	en %	MJ/litro	MJ/litro	kg eCO <sub>2</sub> / l	kg eCO <sub>2</sub> / l
1,00%	0,91%	35,9	43,0	2,64	3,23
2,00%	1,83%	35,8	43,2	2,62	3,21
3,00%	2,75%	35,8	43,5	2,59	3,20
4,00%	3,67%	35,8	43,7	2,56	3,19
5,00%	4,59%	35,7	44,0	2,54	3,17
6,00%	5,51%	35,7	44,2	2,51	3,16
7,00%	6,43%	35,7	44,5	2,48	3,15
8,00%	7,36%	35,7	44,8	2,46	3,13
9,00%	8,29%	35,6	45,0	2,43	3,12
10,00%	9,22%	35,6	45,3	2,40	3,11
20,00%	18,59%	35,3	47,9	2,27	2,98

**Fuente:** EN 16258.

*Tabla 10: Factores de cálculo del consumo energético y emisiones de GEI en función de la formulación del biodiésel (de acuerdo a la norma EN 16258)*

Año de referencia	Porcentaje de biodiésel en relación con el contenido de energía	Factor de conversión del tanque a las ruedas (eT)	Factor de conversión del pozo a las ruedas (eW)	Factor de conversión de GEI del tanque a las ruedas (gT)	Factor de conversión de GEI del pozo a las ruedas (gT)
en %	en %	MJ/litro	MJ/litro	kg eCO <sub>2</sub> / l	kg eCO <sub>2</sub> / l
2016	4,3%	35,7	43,9	2,55	3,18
2017	5%	35,7	44,1	2,53	3,17
2018	6%	35,7	44,4	2,49	3,15
2019	7%	35,7	44,7	2,47	3,14
2020	8,5%	35,6	45,1	2,42	3,12

**Fuente:** EN 16258. Cálculos propios

*Tabla 11: Factores de cálculo del consumo energético y emisiones de GEI en función de la formulación del biodiésel, según el R.D. 1085/2015 (de acuerdo a la norma EN 16258)*

Tipo de carga		Consumo específico total (KWh/m <sup>3</sup> /año)	Proporción de consumo según fuente de energía (%)		Consumo específico según fuente de energía (KWh/m <sup>3</sup> /año)	
Refrigeración	Tipo de refrigeración		% Electricidad	% Gas Natural	Electricidad	Gas Natural
<b>No refrigerada</b>	---	18,6	61%	39%	11,3	7,3
<b>Refrigerada</b>	<b>Fresco</b>	55,0	90%	10%	49,6	5,4
	<b>Congelado</b>	72,0			65,0	7,0
	<b>Mixto</b>	62,0			55,9	6,1

**Fuente:** Business Energy Advisor. Cálculos propios

Tabla 11: Factores de cálculo del consumo energético y emisiones de GEI en función de la formulación del biodiésel, según el R.D. 1085/2015 (de acuerdo a la norma EN 16258)

Tipo de fuente de energía	Factores de consumo energético			Factores de emisión de GEI		
	Unidad	Consumo energético directo (edirecta)	Consumo energético total (etotal)	Unidad	Emisiones de GEI directas (gdirecta)	Emisiones de GEI totales (gtotal)
Electricidad fotovoltaica	MJ/kWh	3,6	3,7	kgCO <sub>2e</sub> /kWh	0	0
Calefacción urbana	MJ/kWhth	3,6	4,1	kWhth	0	0,249
Gas natural (PCI)	MJ/kWh	3,6	4,1	kWh	0,202	0,242
Gas natural (PCS)	MJ/kWh	3,2	3,7	kWh	0,182	0,218
Fuelóleo	MJ/kg	35,8	41,7	kg	2,67	3,09
Gas licuado de petróleo	l	25,3	28,3	l	1,70	1,90

**Nota:** Los valores mostrados incluyen la pérdida de energía derivada de la distribución de la electricidad. Los valores de emisión de la calefacción urbana están relacionados con el consumo térmico en kWh.  
**Fuentes:** GEMIS 4.8; EN 16258; cálculos propios.

Tabla 13: Factores de cálculo del consumo energético y emisiones de GEI en el almacenamiento de la carga

Listado de países	Electricidad procedente del suministro público del país			
	Consumo total de energía (e <sub>directa</sub> )	Emisiones de GEI totales (g <sub>directa</sub> )	Emisiones de GEI, generación - Alcance 2 -	Emisiones de GEI, T&D y upstream - Alcance 3. Categoría 3 -
	MJ/kWh	Kg CO <sub>2e</sub> /kWh	Kg CO <sub>2e</sub> /kWh	Kg CO <sub>2e</sub> /kWh
Europa (EU-27)	10,2	0,424	0,352	0,072
España	8,3	0,363	0,291	0,072

**Nota:** Los consumos energéticos directos vienen dados por el factor de conversión: 3,6 MJ/kWh. Las emisiones de GEI directas para el caso del consumo eléctrico son iguales a cero. Las emisiones totales son la suma de las de Alcance 2 y Alcance 3, categoría 3.  
**Fuentes:** EcoTransIT 2010; GEMIS 4.8; Guía CLECAT; IEA.

Tabla 14: Factores de cálculo del consumo energético y emisiones de GEI de suministro eléctrico

Comercializadora	Emisiones de GEI - Alcance 2 - Año 2015 Kg CO2/kWh
COMERCIALIZADORAS SIN GDO's (no contempladas en el siguiente listado)	0,40
ACCIONA GREEN ENERGY DEVELOPMENTS, S.L.	0,00
ALDRO ENERGÍA Y SOLUCIONES, S.L.U.	0,40
ANOTHER ENERGY OPTION, S.L.	0,00
AUDAX ENERGÍA, S.L.U.	0,40
AURA ENERGÍA, S.L.	0,00
AVANZALIA ENERGÍA COMERCIALIZADORA, S.A.	0,25
AXPO IBERIA, S.L.	0,00
BASSOLS ENERGÍA COMERCIAL, S.L.	0,39
CEPSA GAS Y ELECTRICIDAD, S.A.	0,00
CLIDOM ENERGY, S.L.	0,00
COMERCIALIZADORA LERSA , S.L.	0,40
COMERCIALIZADORA ZERO ELECTRUM, S.L.	0,40
COMPAÑÍA ESCANDINAVA DE ELECTRICIDAD EN ESPAÑA, S.L.	0,00
COOPERATIVA ELECTRICA DE CASTELLAR, S.C.V.	0,00
CYE ENERGIA, S.L.	0,03
DREUE ELECTRIC, S.L.	0,02
E.ON ENERGIA, S.L.	0,34
ELECTRICA DE CHERA, S.C.V.	0,00
ELECTRICA DE GUADASSUAR COOP. V.	0,00
ELECTRICA SOLLERENSE, S.A.	0,33
ELÉCTRICA DE MELIANA, S.C.V.	0,00
ELÉCTRICA DE SOT DE CHERA S. COOP.V.	0,00
ELÉCTRICA DE VINALESA, S.L.U.	0,21
EMASP, S. COOP.	0,00
ENARA GESTIÓN Y MEDIACIÓN, S.L.	0,00
ENDESA ENERGIA, S.A.	0,38
ENERCOLUZ ENERGÍA, S.L.	0,33
ENERGY STROM XXI, S.L.	0,40
ENERGÍA COLECTIVA, S.L.	0,00
ENERPLUS ENERGÍA, S.A.	0,01
ENÉRGYA VM GESTIÓN DE ENERGÍA, S.L.U.	0,00
FACTOR ENERGÍA, S.A.	0,31
FENIE ENERGIA, S.A.	0,36
GAS NATURAL COMERCIALIZADORA, S.A.	0,35
GAS NATURAL SERVICIOS SDG, S.A.	0,36
<b>Fuente: MAGRAMA</b>	

*Tabla 15: Factores de cálculo del consumo energético y emisiones de GEI de suministro eléctrico (fuente: MAGRAMA)*



Comercializadora	Emisiones de GEI - Alcance 2 - Año 2015 Kg CO2/kWh
GDF SUEZ ENERGÍA ESPAÑA, S.A.U.	0,35
GEOATLANTER, S.L.	0,14
GESTERNOVA, S.A.	0,00
GNERA ENERGIA Y TECNOLOGIA, S.L.	0,00
GOIENER S.COOP	0,01
HIDROCANTABRICO ENERGIA, S.A. Unipersonal	0,23
HIDROELECTRICA DEL VALIRA, S.L.	0,30
HIDROELÉCTRICA EL CARMEN ENERGÍA, S.L.	0,00
IBERDROLA CLIENTES, S.A.U.	0,21
INDEXO ENERGIA, S.L.	0,10
INICIATIVA E. NOVA, S.L.	0,00
LA UNION ELECTRO INDUSTRIAL, S.L. "UNIPERSONAL"	0,00
LIGHT UP, S.L.	0,00
LUCI MUNDI ENERGÍA, S.L.	0,17
NATURGAS ENERGÍA COMERCIALIZADORA, S.A.U.	0,23
NEXUS ENERGIA, S.A.	0,12
NEXUS RENOVABLES, S.L.	0,02
ON DEMAND FACILITIES, S.L.	0,04
PROT ENERGÍA COMERCIALIZACIÓN, S.L.	0,00
RENEWABLE VENTURES, S.L.	0,00
SAMPOL INGENIERÍA Y OBRAS, S.A.	0,31
SOM ENERGÍA, S.C.C.L.	0,00
SUMINISTROS ESPECIALES ALGINETENSES COOP. V.	0,00
SYDER COMERCIALIZADORA VERDE, S.L.	0,00
TELFÓNICA SOLUCIONES DE INFORMÁTICA Y COMUNICACIONES DE ESPAÑA, S.A.U.	0,05
THE YELLOW ENERGY, S.L.	0,00
UNIELÉCTRICA ENERGÍA, S.A.	0,00
VERTSEL ENERGIA, S.L.U.	0,00
WATIUM, S.L.	0,00
ZENCER, S. COOP. AND	0,00
<b>Fuente: MAGRAMA</b>	

*Tabla 15 (cont.): Factores de cálculo del consumo energético y emisiones de GEI de suministro eléctrico (fuente: MAGRAMA)*

Fuente de emisión	Tipo de combustible	Factor de emisión - FE (2015) Emisiones del tanque a las ruedas (gT)
Vehículos	Gasolina (kgCO <sub>2</sub> /l)	2,205
	Gasóleo A (kgCO <sub>2</sub> /l)	2,508
	E10 (kgCO <sub>2</sub> /l)	2,065
	E85 (kgCO <sub>2</sub> /l)	0,344
	B30 (kgCO <sub>2</sub> /l)	1,831
	B100 (kgCO <sub>2</sub> /l)	0,000
	GNL (kgCO <sub>2</sub> /l)	2,674
	GNC (kgCO <sub>2</sub> /l)	2,674
	GLP (kgCO <sub>2</sub> /l)	1,582
Equipos de combustión fija	Gas natural (kgCO <sub>2</sub> /l)	0,202
	Gasóleo C (kgCO <sub>2</sub> /l)	2,828
	Gas butano (kgCO <sub>2</sub> /l)	2,964
	Gas propano (kgCO <sub>2</sub> /l)	2,938
	Fuelóleo (kgCO <sub>2</sub> /l)	3,110
	GLP genérico (kgCO <sub>2</sub> /l)	1,582
	Carbón nacional (kgCO <sub>2</sub> /l)	2,299
	Carbón de importación (kgCO <sub>2</sub> /l)	2,579
	Coque de petróleo (kgCO <sub>2</sub> /l)	3,169
<b>Fuente: MAGRAMA</b>		

Tabla 17: Factores de emisiones de GEI en función del tipo de combustible (fuente: MAGRAMA)

Combustible empleado	Emisiones de gases de efecto invernadero (calculadas en CO <sub>2</sub> equivalentes)			
	Emisiones directas - del tanque a las ruedas (gT)		Emisiones indirectas - del pozo al tanque (gW)	
	kg CO <sub>2e</sub> /kg	kg eCO <sub>2e</sub> /l	kg CO <sub>2e</sub> /kg	kg eCO <sub>2e</sub> /l
Gasolina (100% mineral)	3,1498	2,3025	0,6161	0,4504
Gasolina (mezcla media con biocombustibles)	2,9936	2,1970	0,6285	0,4613
Diésel (100 % mineral)	3,1900	2,6762	0,6588	0,5527
Diésel (mezcla media con biocombustibles)	3,1085	2,6116	0,6598	0,5543
Gas Natural Comprimido	2,7158	0,4753	0,5438	0,0952
Gas Natural Licuado	2,7158	1,2289	1,0067	0,4555
Gas Licuado de Petróleo	2,9418	1,5050	0,3697	0,1892
Gasoil (red diésel)	3,4758	2,9657	0,6534	0,5575
Fueloil	3,2251	3,1806	0,5930	0,5848
Gas Natural	2,7158	0,002028	0,3688	0,0002755
<b>Fuente: DEFRA</b>				

Tabla 18: Factores de emisiones de GEI en función del tipo de combustible (fuente: DEFRA)

Combustible empleado	Emisiones directas de CO <sub>2</sub> por litro de combustible		
	UK	US	Otros países
Gasolina	2,3018	2,3274	2,2715
E85 Etanol/Gasolina	0,3453	0,3491	0,3407
Diésel de automoción	2,6413	2,6813	2,6763
B20 Biodiésel/Diésel	2,1130	2,1451	2,1410
Biodiésel (100%)	0,0000	0,0000	0,0000
Etanol	0,0000	0,0000	0,0000
Gas Natural Comprimido	0,002023*	0,001907*	0,001872*
Gas Natural Licuado	1,2272	1,1782	1,1782
Gas Licuado de Petróleo	1,4902	1,5296	1,6114
Fueloil No. 3, 5 y 6	2,5299	3,1172	2,9389
Gas Natural	- 0,001885** -		
<b>Fuente:</b> GHG Protocol			
<b>Notas:</b> *a partir de condiciones estándar de presión y temperatura **dato global obtenido del IPCC			

*Tabla 19: Factores de emisiones de GEI en función del tipo de combustible (fuente: GHG Protocol)*

## Anexo 5: Publicación de resultados del servicio de transporte. Modelo de ficha

<b>Cargador</b> del Servicio de Transporte: ____	
<b>Porteador</b> del Servicio de Transporte: ____	
<b>Destinatario</b> del Servicio de Transporte: ____	
<b>INFORMACIÓN GENERAL SOBRE EL SERVICIO DE TRANSPORTE</b>	
Fecha de envío	____ - ____ (dd/mm/aaaa – dd/mm/aaaa)
Origen del envío	____
Destino del envío	____
Peso neto del envío	____, _ t <sup>(*)</sup>
Peso bruto del envío	____, _ t
Recorrido del trayecto	____, _ km
<b>CONSUMO ENERGÉTICO Y EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO (GEI) POR TRANSPORTE DE LA CARGA (DE ACUERDO A LA NORMA EN 16258)</b>	
CONSUMO ENERGÉTICO (en MJ)	
Del tanque a la rueda (TtW) <sup>(1)</sup>	____ MJ ( ____ MJ + ____ MJ) <sup>(2)</sup>
Del pozo a la rueda (WtW) <sup>(1)</sup>	____ MJ ( ____ MJ + ____ MJ) <sup>(2)</sup>
EMISIONES DE GEI (en kg CO <sub>2equivalentes</sub> )	
Del tanque a la rueda (TtW) <sup>(1)</sup>	____, _ kg CO <sub>2e</sub> ( ____, _ kg CO <sub>2e</sub> + ____, _ kg CO <sub>2e</sub> ) <sup>(2)</sup>
Del pozo a la rueda (WtW) <sup>(1)</sup>	____, _ kg CO <sub>2e</sub> ( ____, _ kg CO <sub>2e</sub> + ____, _ kg CO <sub>2e</sub> ) <sup>(2)</sup>
INTENSIDAD DE EMISIONES (en kg CO <sub>2equivalentes</sub> /t-km <sub>directos</sub> )	
Del tanque a la rueda (TtW) (1)	____, _ kg CO <sub>2e</sub> /t-km <sub>d</sub>
Del pozo a la rueda (WtW) (1)	____, _ kg CO <sub>2e</sub> /t-km <sub>d</sub>
<p><i>Nota (1): del pozo a la rueda (WtT) = del pozo al tanque (WtT) + del tanque a la rueda (TtW)</i></p> <p><i>Nota (2): incluye la suma de los resultados correspondientes tanto a la propulsión (primer sumando) como a la refrigeración de la carga (segundo sumando) durante su transporte <sup>(**)</sup></i></p>	
<b>CONSUMO ENERGÉTICO Y EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO (GEI) POR ALMACENAMIENTO DE LA CARGA (INFORMACIÓN ADICIONAL)</b>	
<sup>(***)</sup>	
CONSUMO ENERGÉTICO (en MJ)	
Consumo energético directo <sup>(3)</sup>	____ MJ
Consumo energético total <sup>(3)</sup>	____ MJ
EMISIONES DE GEI (en kg CO <sub>2equivalentes</sub> )	
Emisiones directas <sup>(3)</sup>	____, _ kg CO <sub>2e</sub>
Emisiones totales <sup>(3)</sup>	____, _ kg CO <sub>2e</sub>
<p><i>Nota (3): consumo energético/emisiones totales = consumo energético/emisiones directas + consumo energético/emisiones indirectas</i></p>	

<sup>(\*)</sup> Si se dispone del dato

<sup>(\*\*)</sup> En caso de que aplique

<sup>(\*\*\*)</sup> Apartado opcional

## Anexo 6: Resolución del caso práctico

El presente Anexo tiene por objeto ilustrar las distintas posibilidades que ofrece la metodología de cálculo de Huella de Carbono de AECOC, en función del tipo de información de que disponga el usuario. Para ello, se plantearán una serie de enunciados cuya única diferencia estriba en el nivel de información con que cuenta el usuario.

En todos los casos, se trata de una empresa que transporta de forma regular un envío de carga congelada, con origen en Madrid y destino en Barcelona, y de peso bruto igual a unas 12 toneladas. Para ello, contrata una empresa transportista, que efectúa el servicio de forma regular con un camión articulado de una MMA de 40 toneladas. En este caso, al utilizar un semirremolque refrigerado, la carga útil que puede transportar este tipo de camión es de unas 25 toneladas. Además, la densidad del envío es de 0,5 toneladas por metro cúbico, en términos del peso bruto.

### PRIMER BLOQUE. CÁLCULO POR ENVÍO

En primer lugar, se calculará el consumo energético y la Huella de Carbono asociada al envío. Para ello, se han seleccionado los siguientes patrones.

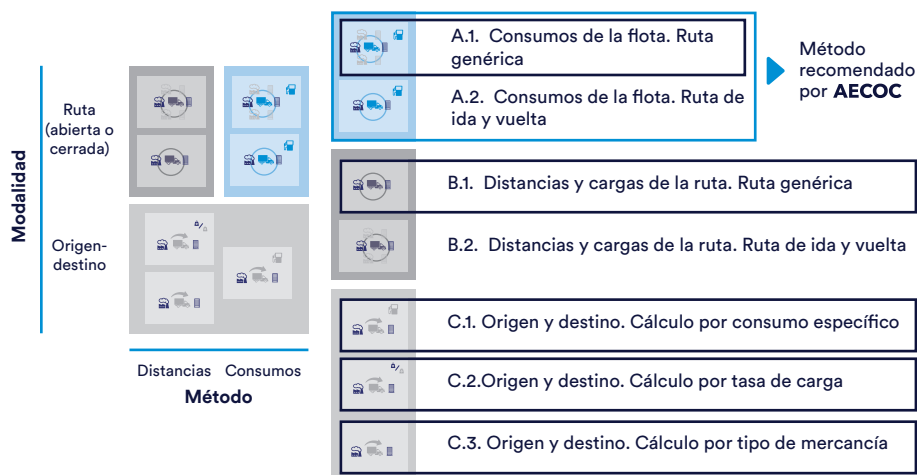


Figura 20: Patrones seleccionados para la resolución del caso práctico (cálculo por envío)

A continuación se desarrollarán los cálculos de huella correspondientes a cada uno de los patrones. Se recuerda además que los patrones A.1 y A.2 constituyen el método de cálculo recomendado por AECOC.



## PATRÓN A.1: Ruta genérica. Consumos de la flota.

En este caso, el usuario conoce la siguiente información adicional:

**(INFORMACIÓN SOBRE LA RUTA)** El usuario cuenta con una detallada descripción de la ruta efectuada por el vehículo, gracias a la información aportada por el transportista. La ruta tiene una única parada intermedia en Zaragoza entre el origen y destino de su envío (envío 1), que aprovecha para efectuar cargas y descargas de otros dos envíos de otros clientes. Uno de los envíos (envío 2) es de 4 toneladas, con origen en Madrid y destino en Zaragoza, y el otro envío (envío 3) es de 2 toneladas, con origen en Zaragoza y destino Barcelona. De esta forma, la ruta se compone de dos tramos: Madrid-Zaragoza (tramo 1, de 314 km) y Zaragoza-Barcelona (tramo 2, de 312 km), por lo que la longitud total de la ruta es de 626 km.

**(INFORMACIÓN SOBRE LOS CONSUMOS)** El usuario conoce el consumo medio de diésel del camión para este tipo de ruta (cifrado en 27 litros a los 100 km), así como el consumo medio del camión en vacío (igual a 22 litros a los 100 km). Asimismo, la unidad refrigerada, en caso de transportar productos congelados, cuenta con un consumo de diésel adicional de 4,2 litros/hora.

**(INFORMACIÓN SOBRE VIAJES EN VACÍO)** El usuario sabe además que las distancias recorridas en vacío por este tipo de vehículos pueden cifrarse en un 15% adicional con respecto a los kilómetros que el vehículo efectúa en carga.

**(INFORMACIÓN SOBRE TIEMPOS DURANTE EL RECORRIDO)** El usuario considera una velocidad media a lo largo de la ruta de 85 km/h. El aparato de frío está en funcionamiento durante todo el servicio. Además, se asume que el tiempo en espera durante el servicio es el máximo legal (una hora).

Consecuentemente, en este caso conocemos tanto los consumos de combustible del camión como la ruta efectuada en el transporte del envío. Por lo tanto, emplearemos el **método de los consumos**, a través de la **modalidad por ruta**. Para ello, se seguirán los siguientes pasos de cálculo:

### 1 OBTENCIÓN DE LOS CONSUMOS DE LA RUTA (Apartado 4.2)

Dado que la carga es refrigerada, necesitamos obtener el consumo de combustible de la ruta debida tanto a la propulsión del camión como a la refrigeración de la carga.

Con respecto a la propulsión del camión, dado que conocemos el consumo específico (en litros a los 100 kilómetros) tanto en vacío como en carga, podemos calcular los litros consumidos en cada uno de los tramos, así como el consumo del recorrido que el vehículo efectúa en vacío y que es atribuible a esta ruta. Para ello, se efectúan los siguientes cálculos:

$$F_{\text{TRAMO 1,PROPULSIÓN}} = \frac{27,0 \text{ litros}/100 \text{ km}}{100} \times 314 \text{ km} = 84,8 \text{ l.diésel}$$

$$F_{\text{TRAMO 2,PROPULSIÓN}} = \frac{27,0 \text{ litros}/100 \text{ km}}{100} \times 312 \text{ km} = 84,2 \text{ l.diésel}$$

$$F_{\text{VACÍO}} = 15 \% \times \frac{22,0 \text{ litros}/100 \text{ km}}{100} \times 626 \text{ km} = 20,7 \text{ l.diésel}$$

$$F_{\text{RUTA,PROPULSIÓN}} = 84,8 \text{ l.diésel} + 84,2 \text{ l.diésel} + 20,7 \text{ l.diésel} = 189,7 \text{ l.diésel}$$

Complementariamente, se obtienen el consumo de combustible por la refrigeración de la carga transportada en el semirremolque:

$$F_{\text{TRAMO 1, REFRIGERACIÓN}} [l]=4,2 \text{ l diésel/h} \times 3,69 \text{ h}=15,5 \text{ l diésel}$$

$$F_{\text{TRAMO 2, REFRIGERACIÓN}} [l]=4,2 \text{ l diésel/h} \times 3,67 \text{ h}= 15,4 \text{ l diésel}$$

$$F_{\text{PARADAS, REFRIGERACIÓN}} [l]=4,2 \text{ l diésel/h} \times 1,00 \text{ h}=4,2 \text{ l diésel}$$

$$F_{\text{RUTA, REFRIGERACIÓN}} = 15,5 \text{ l.diésel}+ 15,4 \text{ l.diésel}+ 4,2 \text{ l.diésel}=35,1 \text{ l.diésel}$$

## 2 CÁLCULO DE LOS CONSUMOS POR ENVÍO (Apartado 4.4)

Con objeto de calcular los consumos de combustible de cada uno de los envíos que componen la ruta (envíos 1, 2 y 3), se obtendrá en primer lugar el porcentaje de cupo de cada envío:

$$A_{\text{ENVÍO1}} (\%) = \frac{12t \times 621 \text{ km}}{12t \times 621 \text{ km} + 4t \times 314 \text{ km} + 2t \times 312 \text{ km}} \times 100 \% = 79,9 \%$$

$$A_{\text{ENVÍO2}} (\%) = \frac{4t \times 314 \text{ km}}{12t \times 621 \text{ km} + 4t \times 314 \text{ km} + 2t \times 312 \text{ km}} \times 100 \% = 13,4 \%$$

$$A_{\text{ENVÍO3}} (\%) = \frac{2t \times 312 \text{ km}}{12t \times 621 \text{ km} + 4t \times 314 \text{ km} + 2t \times 312 \text{ km}} \times 100 \% = 6,7 \%$$

De esta forma, podemos obtener el consumo de combustible atribuible a cada envío para esta ruta:

$$F_{\text{ENVÍO 1, PROPULSIÓN}} = 79,9 \% \times 189,7 \text{ l} = 151,5 \text{ l.diésel} ; F_{\text{ENVÍO 1, REFRIGERACIÓN}} = 79,9 \% \times 35,1 \text{ l} = 28,1 \text{ l.diésel}$$

$$F_{\text{ENVÍO 2, PROPULSIÓN}} = 13,4 \% \times 189,7 \text{ l} = 25,5 \text{ l.diésel} ; F_{\text{ENVÍO 2, REFRIGERACIÓN}} = 13,4 \% \times 35,1 \text{ l} = 4,7 \text{ l.diésel}$$

$$F_{\text{ENVÍO 3, PROPULSIÓN}} = 6,7 \% \times 189,7 \text{ l} = 12,7 \text{ l.diésel} ; F_{\text{ENVÍO 3, REFRIGERACIÓN}} = 6,7 \% \times 35,1 \text{ l} = 2,3 \text{ l.diésel}$$

Se puede comprobar que la suma del consumo de combustible asignado a cada uno de los envíos que componen la ruta es igual al consumo de combustible de la ruta.

## 3 CÁLCULO DEL CONSUMO ENERGÉTICO Y DE LAS EMISIONES DE GEI POR ENVÍO (Apartado 4.6)

En este último paso, se obtendrá el consumo energético y las emisiones de GEI para el envío de cálculo (Envío 1).

En el caso de la propulsión del vehículo, se considera que el camión ha repostado diésel de mezcla de acuerdo con el Real Decreto 1085/2015, para el año en el que se redactó este documento (2017). De esta forma, se obtienen los siguientes resultados:

$$E_{T,ENVÍO 1, PROPULSIÓN} = 35,7 \text{ MJ/l diésel} \times 151,5 \text{ l.diésel} = 5408 \text{ MJ}$$

$$E_{W,ENVÍO 1, PROPULSIÓN} = 44,1 \text{ MJ/l diésel} \times 151,5 \text{ l.diésel} = 6679 \text{ MJ}$$

$$G_{T,ENVÍO 1, PROPULSIÓN} = 2,53 \text{ kg CO}_{2e} / \text{l diésel} \times 151,5 \text{ l.diésel} = 382,8 \text{ kg CO}_{2e}$$

$$G_{W,ENVÍO 1, PROPULSIÓN} = 3,17 \text{ kg CO}_{2e} / \text{l diésel} \times 151,5 \text{ l.diésel} = 479,5 \text{ kg CO}_{2e}$$

En el caso de la refrigeración de la carga, se considera que el aparato de frío ha empleado diésel convencional. De esta forma, se obtienen los siguientes resultados:

$$E_{T,ENVÍO 1, REFRIGERACIÓN} = 35,9 \text{ MJ/l diésel} \times 28,1 \text{ l.diésel} = 1007 \text{ MJ}$$

$$E_{W,ENVÍO 1, REFRIGERACIÓN} = 42,7 \text{ MJ/l diésel} \times 28,1 \text{ l.diésel} = 1198 \text{ MJ}$$

$$G_{T,ENVÍO 1, REFRIGERACIÓN} = 2,67 \text{ kg CO}_{2e} / \text{l diésel} \times 28,1 \text{ l.diésel} = 74,9 \text{ kg CO}_{2e}$$

$$G_{W,ENVÍO 1, REFRIGERACIÓN} = 3,24 \text{ kg CO}_{2e} / \text{l diésel} \times 28,1 \text{ l.diésel} = 90,9 \text{ kg CO}_{2e}$$

La suma de los resultados obtenidos para la propulsión y refrigeración de la carga nos dará el resultado global del servicio de transporte:

$$E_{T,SERVICIO DE TRANSPORTE ENVÍO 1} = 5408 \text{ MJ} + 1007 \text{ MJ} = 6416 \text{ MJ}$$

$$E_{W,SERVICIO DE TRANSPORTE ENVÍO 1} = 6679 \text{ MJ} + 1198 \text{ MJ} = 7877 \text{ MJ}$$

$$G_{T,SERVICIO DE TRANSPORTE ENVÍO 1} = 382,8 \text{ kg CO}_{2e} + 74,9 \text{ kg CO}_{2e} = 457,7 \text{ kg CO}_{2e}$$

$$G_{W,SERVICIO DE TRANSPORTE ENVÍO 1} = 479,5 \text{ kg CO}_{2e} + 90,9 \text{ kg CO}_{2e} = 570,5 \text{ kg CO}_{2e}$$

Siguiendo el mismo procedimiento de cálculo, se obtendrían los resultados para los envíos 2 y 3.

### \* PASO ADICIONAL: ALMACENAMIENTO (Capítulo 5)

Podemos complementar el resultado anterior a través de la obtención de los consumos energéticos y las emisiones de GEI asociados al almacenamiento del envío de cálculo (envío 1). Para ello, se puede suponer que, previamente a su carga en el camión, el envío permanece almacenado en una cámara frigorífica durante 3 días. El consumo de energía eléctrica anual asociado al almacenamiento en una cámara frigorífica es de 60.000 kWh. La cámara cuenta con una capacidad de 1000 metros cúbicos de los cuales, en términos de media anual, se aprovechan 800 metros cúbicos. Con estos datos, podemos obtener el consumo de electricidad:

$$E \text{ (electricidad)}_{\text{ALMACENAMIENTO, ENVÍO 1}} [\text{kWh}] = \frac{60\,000 \text{ kWh} \times 24 \text{ m}^3 \times 3 \text{ días}}{800 \text{ m}^3 \times 365 \text{ días}} = 14,8 \text{ kWh}$$

Y a continuación se puede obtener el consumo energético y las emisiones de GEI correspondientes al almacenamiento de la carga:

$$E_{D,ENVÍO 1, ALMACENAMIENTO} = 3,6 \text{ MJ/kWh} \times 14,8 \text{ kWh} = 53 \text{ MJ}$$

$$E_{D+I,ENVÍO 1, ALMACENAMIENTO} = 8,3 \text{ MJ/kWh} \times 14,8 \text{ kWh} = 123 \text{ MJ}$$

$$G_{D,ENVÍO 1, ALMACENAMIENTO} = 0,00 \text{ kg CO}_{2e} / \text{kWh} \times 14,8 \text{ kWh} = 0,0 \text{ kg CO}_{2e}$$

$$G_{D+I,ENVÍO 1, ALMACENAMIENTO} = 0,36 \text{ kg CO}_{2e} / \text{kWh} \times 14,8 \text{ kWh} = 5,4 \text{ kg CO}_{2e}$$



De esta forma, podemos obtener los resultados totales derivados tanto al transporte del envío como de su almacenamiento:

$$E_{D,ENVÍO 1, TRANSPORTE+ALMACENAMIENTO}=6416 \text{ MJ} + 53 \text{ MJ}=6469 \text{ MJ}$$

$$E_{D+I,ENVÍO 1, TRANSPORTE+ALMACENAMIENTO}=7877 \text{ MJ}+ 123 \text{ MJ}=8000 \text{ MJ}$$

$$G_{D,ENVÍO 1, TRANSPORTE+ALMACENAMIENTO}=457,7 \text{ kg CO}_{2e} + 0,0 \text{ kg CO}_{2e}=457,7 \text{ kg CO}_{2e}$$

$$G_{D+I,ENVÍO 1, TRANSPORTE+ALMACENAMIENTO}=570,5 \text{ kg CO}_{2e} + 5,4 \text{ kg CO}_{2e}=575,9 \text{ kg CO}_{2e}$$



### PATRÓN B.1: Ruta genérica. Distancias y cargas de la ruta.

En este caso, el usuario conoce la siguiente información adicional:

**(INFORMACIÓN SOBRE LA RUTA)** El usuario cuenta con una detallada descripción de la ruta efectuada por el vehículo, gracias a la información aportada por el transportista. La ruta tiene una única parada intermedia en Zaragoza entre el origen y destino de su envío (envío 1), que aprovecha para efectuar cargas y descargas de otros dos envíos de otros clientes. Uno de los envíos (envío 2) es de 4 toneladas, con origen en Madrid y destino en Zaragoza, y el otro envío (envío 3) es de 2 toneladas, con origen en Zaragoza y destino Barcelona. De esta forma, la ruta se compone de dos tramos: Madrid-Zaragoza (tramo 1, de 314 km) y Zaragoza-Barcelona (tramo 2, de 312 km), por lo que la longitud total de la ruta es de 626 km.

**(INFORMACIÓN SOBRE LOS CONSUMOS)** El usuario no dispone de información sobre el consumo de diésel del camión que efectúa la ruta, ni tampoco el del aparato de frío empleado en la refrigeración del semirremolque.

**(INFORMACIÓN SOBRE LOS VIAJES EN VACÍO)** El usuario sabe además que las distancias recorridas en vacío por este tipo de vehículos pueden cifrarse en un 15% adicional con respecto a los kilómetros que el vehículo efectúa en carga.

**(INFORMACIÓN SOBRE TIEMPOS DURANTE EL RECORRIDO)** El usuario considera una velocidad media a lo largo de la ruta de 85 km/h. El aparato de frío está en funcionamiento durante todo el servicio. Además, se asume que el tiempo en espera durante el servicio es el máximo legal (una hora).

Consecuentemente, en este caso no conocemos los consumos de combustible del camión, aunque sí la ruta efectuada en el transporte del envío. Por lo tanto, emplearemos el **método de las distancias**, a través de la **modalidad por ruta**. Para ello, se seguirán los siguientes pasos de cálculo:

#### 1 ESTIMACIÓN DE LOS CONSUMOS DE LA RUTA (Apartado 4.3)

Dado que la carga es refrigerada, necesitamos obtener el consumo de combustible de la ruta debida tanto a la propulsión del camión como a la refrigeración de la carga.

Con respecto a la propulsión del camión, necesitamos conocer el tipo de carreteras por las que discurre la ruta de cara a inferir los consumos específicos del camión para cada uno de los tramos, para ello, podemos suponer que la ruta transcurre por carreteras no urbanas, de perfil llano. Además, necesitamos obtener el consumo específico del vehículo en vacío para posteriormente imputarlo al consumo de la ruta. Para ello, se efectúan los siguientes cálculos:

$$f_{\text{TRAMO 1,PROPULSIÓN}} = 1,0 \times \left( 21,5 + 8,2 \times \frac{12+4}{26} \right) = 26,55 \text{ (l. diésel)/100 km}$$

$$f_{\text{TRAMO 2,PROPULSIÓN}} = 1,0 \times \left( 21,5 + 8,2 \times \frac{12+2}{26} \right) = 25,92 \text{ (l. diésel)/100 km}$$

$$f_{\text{VACÍO}} = 1,0 \times 21,5 = 21,5 \text{ l. diésel/100 km}$$

Seguidamente, se pasa a obtener el consumo de combustible de cada tramo, del recorrido en vacío atribuible a la ruta y, consecuentemente, el del total de la ruta:

$$f_{\text{TRAMO 1,PROPULSIÓN}} = \frac{26,55 \text{ litros/100 km}}{100} \times 314 \text{ km} = 83,4 \text{ l.diésel}$$

$$f_{\text{TRAMO 2,PROPULSIÓN}} = \frac{25,92 \text{ litros/100 km}}{100} \times 312 \text{ km} = 80,9 \text{ l.diésel}$$

$$f_{\text{VACÍO}} = 15 \% \times \frac{21,5 \text{ litros/100 km}}{100} \times 626 \text{ km} = 20,2 \text{ l.diésel}$$

$$F_{\text{RUTA,PROPULSIÓN}} = 83,4 \text{ l. diésel} + 80,9 \text{ l. diésel} + 20,2 \text{ l. diésel} = \mathbf{184,4 \text{ l. diésel}}$$

Complementariamente, se obtiene el consumo de combustible por la refrigeración de la carga transportada en el semirremolque:

$$F_{\text{TRAMO 1,REFRIGERACIÓN}} [I] = 4,0 \text{ l diésel/h} \times 3,69 \text{ h} = 14,8 \text{ l diésel}$$

$$F_{\text{TRAMO 2,REFRIGERACIÓN}} [I] = 4,0 \text{ l diésel/h} \times 3,67 \text{ h} = 14,7 \text{ l diésel}$$

$$F_{\text{PARADAS,REFRIGERACIÓN}} [I] = 4,0 \text{ l diésel/h} \times 1,00 \text{ h} = 4,0 \text{ l diésel}$$

$$F_{\text{RUTA,REFRIGERACIÓN}} = 14,8 \text{ l. diésel} + 14,7 \text{ l. diésel} + 4,0 \text{ l. diésel} = \mathbf{33,5 \text{ l. diésel}}$$

## 2 CÁLCULO DE LOS CONSUMOS POR ENVÍO (Apartado 4.4)

Con objeto de calcular los consumos de combustible de cada uno de los envíos que componen la ruta (envíos 1, 2 y 3), se obtendrá en primer lugar el porcentaje de cupo de cada envío:

$$A_{\text{ENVÍO 1}} (\%) = \frac{12 \times 621 \text{ km}}{12 \times 621 \text{ km} + 4 \times 314 \text{ km} + 2 \times 312 \text{ km}} \times 100 \% = 79,9 \%$$

$$A_{\text{ENVÍO 2}} (\%) = \frac{4 \times 314 \text{ km}}{12 \times 621 \text{ km} + 4 \times 314 \text{ km} + 2 \times 312 \text{ km}} \times 100 \% = 13,4 \%$$

$$A_{\text{ENVÍO 3}} (\%) = \frac{2 \times 312 \text{ km}}{12 \times 621 \text{ km} + 4 \times 314 \text{ km} + 2 \times 312 \text{ km}} \times 100 \% = 6,7 \%$$

De esta forma, podemos obtener el consumo de combustible atribuible a cada envío para esta ruta:

$$F_{\text{ENVÍO 1, PROPULSIÓN}}=79,9 \text{ \%} \times 184,4 \text{ l.} = 147,3 \text{ l. diésel} ; F_{\text{ENVÍO 1, REFRIGERACIÓN}}=79,9 \text{ \%} \times 33,5 \text{ l.} = 26,7 \text{ l. diésel}$$

$$F_{\text{ENVÍO 2, PROPULSIÓN}}=13,4 \text{ \%} \times 184,4 \text{ l.} = 24,8 \text{ l. diésel} ; F_{\text{ENVÍO 2, REFRIGERACIÓN}}=13,4 \text{ \%} \times 33,5 \text{ l.} = 4,5 \text{ l. diésel}$$

$$F_{\text{ENVÍO 3, PROPULSIÓN}}=6,7 \text{ \%} \times 184,4 \text{ l.} = 12,3 \text{ l. diésel} ; F_{\text{ENVÍO 3, REFRIGERACIÓN}}=6,7 \text{ \%} \times 33,5 \text{ l.} = 2,2 \text{ l. diésel}$$

Se puede comprobar que la suma del consumo de combustible asignado a cada uno de los envíos que componen la ruta es igual al consumo de combustible de la ruta.

### 3 CÁLCULO DEL CONSUMO ENERGÉTICO Y DE LAS EMISIONES DE GEI POR ENVÍO (Apartado 4.6)

En este último paso, se obtendrá el consumo energético y las emisiones de GEI para el envío de cálculo (Envío 1).

En el caso de la propulsión del vehículo, se considera que el camión ha repostado diésel de mezcla de acuerdo con el Real Decreto 1085/2015, para el año en el que se redactó este documento (2017). De esta forma, se obtienen los siguientes resultados:

$$E_{\text{T,ENVÍO 1, PROPULSIÓN}}=35,7 \text{ MJ/l diésel} \times 147,3 \text{ l. diésel} = 5258 \text{ MJ}$$

$$E_{\text{W,ENVÍO 1, PROPULSIÓN}}=44,1 \text{ MJ/l diésel} \times 147,3 \text{ l. diésel} = 6493 \text{ MJ}$$

$$G_{\text{T,ENVÍO 1, PROPULSIÓN}}=2,53 \text{ kg CO}_2\text{/l diésel} \times 147,3 \text{ l. diésel} = 372,1 \text{ kg CO}_2\text{e}$$

$$G_{\text{W,ENVÍO 1, PROPULSIÓN}}=3,17 \text{ kg CO}_2\text{/l diésel} \times 147,3 \text{ l. diésel} = 466,2 \text{ kg CO}_2\text{e}$$

En el caso de la refrigeración de la carga, se considera que el aparato de frío ha empleado diésel convencional. De esta forma, se obtienen los siguientes resultados:

$$E_{\text{T,ENVÍO 1, REFRIGERACIÓN}}=35,9 \text{ MJ/l diésel} \times 26,7 \text{ l. diésel} = 959 \text{ MJ}$$

$$E_{\text{W,ENVÍO 1, REFRIGERACIÓN}}=42,7 \text{ MJ/l diésel} \times 26,7 \text{ l. diésel} = 1141 \text{ MJ}$$

$$G_{\text{T,ENVÍO 1, REFRIGERACIÓN}}=2,67 \text{ kg CO}_2\text{/l diésel} \times 26,7 \text{ l. diésel} = 71,3 \text{ kg CO}_2\text{e}$$

$$G_{\text{W,ENVÍO 1, REFRIGERACIÓN}}=3,24 \text{ kg CO}_2\text{/l diésel} \times 26,7 \text{ l. diésel} = 86,6 \text{ kg CO}_2\text{e}$$

La suma de los resultados obtenidos para la propulsión y refrigeración de la carga nos dará el resultado global del servicio de transporte:

$$E_{\text{T,SERVICIO DE TRANSPORTE ENVÍO 1}}=5258 \text{ MJ} + 959 \text{ MJ} = 6217 \text{ MJ}$$

$$E_{\text{W,SERVICIO DE TRANSPORTE ENVÍO 1}}=6493 \text{ MJ} + 1141 \text{ MJ} = 7634 \text{ MJ}$$

$$G_{\text{T,SERVICIO DE TRANSPORTE ENVÍO 1}}=372,1 \text{ kg CO}_2\text{e} + 71,3 \text{ kg CO}_2\text{e} = 443,5 \text{ kg CO}_2\text{e}$$

$$G_{\text{W,SERVICIO DE TRANSPORTE ENVÍO 1}}=466,2 \text{ kg CO}_2\text{e} + 86,6 \text{ kg CO}_2\text{e} = 552,8 \text{ kg CO}_2\text{e}$$

Siguiendo el mismo procedimiento de cálculo, se obtendrían los resultados para los envíos 2 y 3.



## PASO ADICIONAL: ALMACENAMIENTO (Capítulo 5)

Podemos complementar el resultado anterior a través de la obtención de los consumos energéticos y las emisiones de GEI asociados al almacenamiento del envío de cálculo (envío 1). Para ello, podemos suponer que no disponemos de datos del consumo de energía de las instalaciones donde se almacena la carga, por lo que efectuaremos los siguientes cálculos:

$$E_{\text{ALMACENAMIENTO,ENVÍO 1}} [\text{kWh}] = \frac{72 \text{ kWh/m}^3\text{-día} \times 24 \text{ m}^3 \times 3 \text{ días}}{365 \text{ días}} = 14,2 \text{ kWh}$$

$$E(\text{electricidad})_{\text{ALMACENAMIENTO,ENVÍO 1}} [\text{kWh}] = 90 \% \times 14,2 \text{ kWh} = 12,8 \text{ kWh}$$

$$E(\text{gas natural})_{\text{ALMACENAMIENTO,ENVÍO 1}} [\text{kWh}] = 10 \% \times 14,2 \text{ kWh} = 1,4 \text{ kWh}$$

Y a continuación se puede obtener el consumo energético y las emisiones de GEI correspondientes al almacenamiento de la carga, considerando la combinación de electricidad y gas natural en el consumo energético:

$$E_{\text{D,ENVÍO 1, ALMACENAMIENTO}} = 3,6 \text{ MJ/kWh} \times 12,8 \text{ kWh} + 3,6 \text{ MJ/kWh} \times 1,4 \text{ kWh} = 51,1 \text{ MJ}$$

$$E_{\text{D+1,ENVÍO 1, ALMACENAMIENTO}} = 8,3 \text{ MJ/kWh} \times 12,8 \text{ kWh} + 4,1 \text{ MJ/kWh} \times 1,4 \text{ kWh} = 111,9 \text{ MJ}$$

$$G_{\text{D,ENVÍO 1, ALMACENAMIENTO}} = 0,00 \text{ kg CO}_2\text{/kWh} \times 12,8 \text{ kWh} + 0,202 \text{ kg CO}_2\text{/kWh} \times 1,4 \text{ kWh} = 0,3 \text{ kg CO}_2\text{e}$$

$$G_{\text{D+1,ENVÍO 1, ALMACENAMIENTO}} = 0,36 \text{ kg CO}_2\text{/kWh} \times 12,8 \text{ kWh} + 0,242 \text{ kg CO}_2\text{/kWh} \times 1,4 \text{ kWh} = 5,0 \text{ kg CO}_2\text{e}$$

De esta forma, podemos obtener los resultados totales derivados tanto al transporte del envío como de su almacenamiento:

$$E_{\text{D,ENVÍO 1, ALMACENAMIENTO}} = 3,6 \text{ MJ/kWh} \times 12,8 \text{ kWh} + 3,6 \text{ MJ/kWh} \times 1,4 \text{ kWh} = 51,1 \text{ MJ}$$

$$E_{\text{D+1,ENVÍO 1, TRANSPORTE+ ALMACENAMIENTO}} = 7634 \text{ MJ} + 111,9 \text{ MJ} = 7746 \text{ MJ}$$

$$G_{\text{D,ENVÍO 1, TRANSPORTE+ ALMACENAMIENTO}} = 443,5 \text{ kg CO}_2\text{e} + 0,3 \text{ kg CO}_2\text{e} = 443,7 \text{ kg CO}_2\text{e}$$

$$G_{\text{D+1,ENVÍO 1, TRANSPORTE+ ALMACENAMIENTO}} = 552,8 \text{ kg CO}_2\text{e} + 5,0 \text{ kg CO}_2\text{e} = 557,8 \text{ kg CO}_2\text{e}$$



### PATRÓN C.1: Origen y destino. Cálculo por consumo específico.

En este caso, el usuario conoce la siguiente información adicional:

**(INFORMACIÓN SOBRE LA RUTA)** El usuario no dispone de información sobre la ruta efectuada por el vehículo que efectúa el servicio de transporte. No obstante, sabe que el transportista efectúa la ruta Madrid-Barcelona sin desviarse de la A-2, aunque puede efectuar paradas en alguna localización intermedia a lo largo de esta autovía. De esta forma, puede considerarse que la longitud del trayecto es igual a la distancia Madrid-Barcelona sin paradas (igual a 621 km). Conoce además que la carga media correspondiente para este tipo de vehículo y ruta está en el entorno de un 65% de la carga útil del camión.

**(INFORMACIÓN SOBRE LOS CONSUMOS)** El usuario conoce el consumo medio de diésel del camión para este tipo de ruta (cifrado en 27 litros a los 100 km), así como el consumo medio del camión en vacío (igual a 22 litros a los 100 km). Asimismo, la unidad refrigerada, en caso de transportar productos congelados, cuenta con un consumo de diésel adicional de 4,2 litros/hora.

**(INFORMACIÓN SOBRE VIAJES EN VACÍO)** El usuario sabe además que las distancias recorridas en vacío por este tipo de vehículos pueden cifrarse en un 15% adicional con respecto a los kilómetros que el vehículo efectúa en carga.

**(INFORMACIÓN SOBRE TIEMPOS DURANTE EL RECORRIDO)** El usuario considera una velocidad media a lo largo de la ruta de 85 km/h. El aparato de frío está en funcionamiento durante todo el servicio. Además, se asume que el tiempo en espera durante el servicio es el máximo legal (una hora).

Consecuentemente, en este caso conocemos los consumos de combustible del camión, pero carecemos de información sobre la ruta efectuada en el transporte del envío. Por lo tanto, emplearemos el **método de los consumos**, a través de la **modalidad por origen-destino**. Para ello, se seguirán los siguientes pasos de cálculo:

### 1 NO APLICA

En la modalidad origen-destino este paso no es de aplicación, ya que desconocemos la ruta que efectúa el vehículo.

### 2 CÁLCULO DE LOS CONSUMOS POR ENVÍO (Apartado 4.5)

Dado que la carga es refrigerada, necesitamos obtener el consumo de combustible atribuible al envío, debida tanto a la propulsión del camión como a la refrigeración de la carga.

Con respecto a la propulsión del camión, dado que conocemos su consumo específico (en litros a los 100 kilómetros), tanto en vacío como en carga, se puede calcular directamente el consumo específico en términos de toneladas-kilómetro mediante los siguientes cálculos:

$$f_{\text{ENVÍO 1, PROPULSIÓN}} = \frac{27 \text{ l diésel/100 km} + 15\% \times 22 \text{ l diésel/100 km}}{100 \times 65\% \times 25 \text{ t}} = 0,0186 \text{ l diésel/tkm}$$

Seguidamente, se pasa a obtener el consumo de combustible del envío de cálculo:

$$F_{\text{ENVÍO 1, PROPULSIÓN}} = 0,01865 \text{ l diésel/tkm} \times 12 \text{ t} \times 621 \text{ km} = 139,0 \text{ l diésel}$$

Complementariamente, se obtiene el consumo de combustible por la refrigeración de la carga transportada en el semirremolque:

$$F_{\text{ENVÍO 1, REFRIGERACIÓN}} = 4,2 \text{ l diésel/h} \times (7,31 \text{ h} + 1,00 \text{ h}) \times \frac{12 \text{ t}}{65\% \times 25 \text{ t}} = 25,8 \text{ l diésel}$$

### 3 CÁLCULO DEL CONSUMO ENERGÉTICO Y DE LAS EMISIONES DE GEI POR ENVÍO (Apartado 4.6)

En este último paso, se obtendrá el consumo energético y las emisiones de GEI para el envío de cálculo (Envío 1).

En el caso de la propulsión del vehículo, se considera que el camión ha repostado diésel de mezcla de acuerdo con el Real Decreto 1085/2015, para el año en el que se redactó este documento (2017). De esta forma, se obtienen los siguientes resultados:

$$\begin{aligned} E_{T,ENVÍO 1, PROPULSIÓN} &= 35,7 \text{ MJ/l diésel} \times 139,0 \text{ l. diésel} = 4961 \text{ MJ} \\ E_{W,ENVÍO 1, PROPULSIÓN} &= 44,1 \text{ MJ/l diésel} \times 139,0 \text{ l. diésel} = 6126 \text{ MJ} \\ G_{T,ENVÍO 1, PROPULSIÓN} &= 2,53 \text{ kg CO}_{2e} / \text{l diésel} \times 139,0 \text{ l. diésel} = 351,1 \text{ kg CO}_{2e} \\ G_{W,ENVÍO 1, PROPULSIÓN} &= 3,17 \text{ kg CO}_{2e} / \text{l diésel} \times 139,0 \text{ l. diésel} = 439,9 \text{ kg CO}_{2e} \end{aligned}$$

En el caso de la refrigeración de la carga, se considera que el aparato de frío ha empleado diésel convencional. De esta forma, se obtienen los siguientes resultados:

$$\begin{aligned} E_{T,ENVÍO 1, REFRIGERACIÓN} &= 35,9 \text{ MJ/l diésel} \times 25,8 \text{ l. diésel} = 925 \text{ MJ} \\ E_{W,ENVÍO 1, REFRIGERACIÓN} &= 42,7 \text{ MJ/l diésel} \times 25,8 \text{ l. diésel} = 1100 \text{ MJ} \\ G_{T,ENVÍO 1, REFRIGERACIÓN} &= 2,67 \text{ kg CO}_{2e} / \text{l diésel} \times 25,8 \text{ l. diésel} = 68,8 \text{ kg CO}_{2e} \\ G_{W,ENVÍO 1, REFRIGERACIÓN} &= 3,24 \text{ kg CO}_{2e} / \text{l diésel} \times 25,8 \text{ l. diésel} = 83,5 \text{ kg CO}_{2e} \end{aligned}$$

La suma de los resultados obtenidos para la propulsión y refrigeración de la carga nos dará el resultado global del servicio de transporte:

$$\begin{aligned} E_{T,SERVICIO DE TRANSPORTE ENVÍO 1} &= 4961 \text{ MJ} + 925 \text{ MJ} = 5885 \text{ MJ} \\ E_{W,SERVICIO DE TRANSPORTE ENVÍO 1} &= 6126 \text{ MJ} + 1100 \text{ MJ} = 7226 \text{ MJ} \\ G_{T,SERVICIO DE TRANSPORTE ENVÍO 1} &= 351,1 \text{ kg CO}_{2e} + 68,8 \text{ kg CO}_{2e} = 419,9 \text{ kg CO}_{2e} \\ G_{W,SERVICIO DE TRANSPORTE ENVÍO 1} &= 439,9 \text{ kg CO}_{2e} + 83,5 \text{ kg CO}_{2e} = 523,3 \text{ kg CO}_{2e} \end{aligned}$$

### \* PASO ADICIONAL: ALMACENAMIENTO (Capítulo 5)

Podemos complementar el resultado anterior obteniendo los consumos energéticos y las emisiones de GEI correspondientes al almacenamiento del envío. Para ello, podemos adoptar los resultados obtenidos para el primero de los patrones (patrón A.1) para hallar los resultados totales derivados tanto del transporte del envío como de su almacenamiento:

$$\begin{aligned} E_{D,ENVÍO 1, TRANSPORTE+ ALMACENAMIENTO} &= 5885 \text{ MJ} + 53,3 \text{ MJ} = 5939 \text{ MJ} \\ E_{D+,ENVÍO 1, TRANSPORTE+ ALMACENAMIENTO} &= 7226 \text{ MJ} + 122,8 \text{ MJ} = 7349 \text{ MJ} \\ G_{D,ENVÍO 1, TRANSPORTE+ ALMACENAMIENTO} &= 419,9 \text{ kg CO}_{2e} + 0,0 \text{ kg CO}_{2e} = 419,9 \text{ kg CO}_{2e} \\ G_{D+,ENVÍO 1, TRANSPORTE+ ALMACENAMIENTO} &= 523,3 \text{ kg CO}_{2e} + 5,4 \text{ kg CO}_{2e} = 528,7 \text{ kg CO}_{2e} \end{aligned}$$



## PATRÓN C.2: Origen y destino. Cálculo por tasa de carga/proporción de viajes en vacío

En este caso, el usuario conoce la siguiente información adicional:

**(INFORMACIÓN SOBRE LA RUTA)** El usuario no dispone de información sobre la ruta efectuada por el vehículo que efectúa el servicio de transporte. No obstante, sabe que el transportista efectúa la ruta Madrid-Barcelona sin desviarse de la A-2, aunque puede efectuar paradas en alguna localización intermedia a lo largo de esta autovía. De esta forma, puede considerarse que la longitud del trayecto es igual a la distancia Madrid-Barcelona sin paradas (igual a 621 km). Conoce además que la carga media correspondiente para este tipo de vehículo y ruta está en el entorno de un 65% de la carga útil del camión.

**(INFORMACIÓN SOBRE LOS CONSUMOS)** El usuario no dispone de información sobre el consumo de diésel del camión que efectúa la ruta, ni tampoco el del aparato de frío empleado en la refrigeración del semirremolque.

**(INFORMACIÓN SOBRE LOS VIAJES EN VACÍO)** El usuario sabe además que las distancias recorridas en vacío por este tipo de vehículos pueden cifrarse en un 15% adicional con respecto a los kilómetros que el vehículo efectúa en carga.

**(INFORMACIÓN SOBRE TIEMPOS DURANTE EL RECORRIDO)** El usuario considera una velocidad media a lo largo de la ruta de 85 km/h. El aparato de frío está en funcionamiento durante todo el servicio. Además, se asume que el tiempo en espera durante el servicio es el máximo legal (una hora).

Consecuentemente, en este caso no conocemos ni los consumos de combustible del camión, ni la ruta efectuada en el transporte del envío. Por lo tanto, emplearemos el **método de las distancias**, a través de la **modalidad por origen-destino**. Para ello, se seguirán los siguientes pasos de cálculo:

### 1 NO APLICA

En la modalidad origen-destino este paso no es de aplicación, ya que desconocemos la ruta que efectúa el vehículo.

### 2 CÁLCULO DE LOS CONSUMOS POR ENVÍO (Apartado 4.5)

Dado que la carga es refrigerada, necesitamos obtener el consumo de combustible atribuible al envío, debida tanto a la propulsión del camión como a la refrigeración de la carga. Con respecto a la propulsión, necesitamos estimar los consumos específicos del camión en litros a los 100 kilómetros, para de esta forma obtener el consumo específico por tonelada-kilómetro:

$$f_{\text{TRAMO 1, PROPULSIÓN}} = 1,0 \times \left( 21,5 \text{ l}/100 \text{ km} + 8,2 \text{ l}/100 \text{ km} \times \frac{65\% \times 25 \text{ t}}{26 \text{ t}} \right) = 26,63 \text{ (l. diésel)}/100 \text{ km}$$

$$f_{\text{VACÍO}} = 1,0 \times 21,5 = 21,50 \text{ (l. diésel)}/100 \text{ km}$$

$$f_{\text{ENVÍO 1, PROPULSIÓN}} = \frac{26,63 \text{ l diésel}/100 \text{ km} + 15\% \times 21,50 \text{ l diésel}/100 \text{ km}}{100 \times 65\% \times 25 \text{ t}} = 0,0185 \text{ l diésel}/\text{tkm}$$

Seguidamente, se pasa a obtener el consumo de combustible del envío de cálculo:

$$F_{\text{ENVÍO 1, PROPULSIÓN}} = 0,0185 \text{ l diésel/tkm} \times 12 \text{ t} \times 621 \text{ km} = 137,6 \text{ l diésel}$$

Complementariamente, se obtiene el consumo de combustible por la refrigeración de la carga transportada en el semirremolque:

$$F_{\text{ENVÍO 1, REFRIGERACIÓN}} = 4,0 \text{ l diésel/h} \times (7,31 \text{ h} + 1,00 \text{ h}) \times \frac{12 \text{ t}}{65 \% \times 25 \text{ t}} = 24,7 \text{ l diésel}$$

### 3 CÁLCULO DEL CONSUMO ENERGÉTICO Y DE LAS EMISIONES DE GEI POR ENVÍO (Apartado 4.6)

En este último paso, se obtendrá el consumo energético y las emisiones de GEI para el envío de cálculo (Envío 1).

En el caso de la propulsión del vehículo, se considera que el camión ha repostado diésel de mezcla de acuerdo con el Real Decreto 1085/2015, para el año en el que se redactó este documento (2017). De esta forma, se obtienen los siguientes resultados:

$$E_{\text{T, ENVÍO 1, PROPULSIÓN}} = 35,7 \text{ MJ/l diésel} \times 137,6 \text{ l diésel} = 4887 \text{ MJ}$$

$$E_{\text{W, ENVÍO 1, PROPULSIÓN}} = 44,1 \text{ MJ/l diésel} \times 137,6 \text{ l diésel} = 6035 \text{ MJ}$$

$$G_{\text{T, ENVÍO 1, PROPULSIÓN}} = 2,53 \text{ kg CO}_{2e} / \text{l diésel} \times 137,6 \text{ l diésel} = 345,9 \text{ kg CO}_{2e}$$

$$G_{\text{W, ENVÍO 1, PROPULSIÓN}} = 3,17 \text{ kg CO}_{2e} / \text{l diésel} \times 137,6 \text{ l diésel} = 433,3 \text{ kg CO}_{2e}$$

En el caso de la refrigeración de la carga, se considera que el aparato de frío ha empleado diésel convencional. De esta forma, se obtienen los siguientes resultados:

$$E_{\text{T, ENVÍO 1, REFRIGERACIÓN}} = 35,9 \text{ MJ/l diésel} \times 24,7 \text{ l diésel} = 881 \text{ MJ}$$

$$E_{\text{W, ENVÍO 1, REFRIGERACIÓN}} = 42,7 \text{ MJ/l diésel} \times 24,7 \text{ l diésel} = 1048 \text{ MJ}$$

$$G_{\text{T, ENVÍO 1, REFRIGERACIÓN}} = 2,67 \text{ kg CO}_{2e} / \text{l diésel} \times 24,7 \text{ l diésel} = 65,5 \text{ kg CO}_{2e}$$

$$G_{\text{W, ENVÍO 1, REFRIGERACIÓN}} = 3,24 \text{ kg CO}_{2e} / \text{l diésel} \times 24,7 \text{ l diésel} = 79,5 \text{ kg CO}_{2e}$$

La suma de los resultados obtenidos para la propulsión y refrigeración de la carga nos dará el resultado global del servicio de transporte:

$$E_{\text{T, SERVICIO DE TRANSPORTE ENVÍO 1}} = 4887 \text{ MJ} + 881 \text{ MJ} = 5768 \text{ MJ}$$

$$E_{\text{W, SERVICIO DE TRANSPORTE ENVÍO 1}} = 6035 \text{ MJ} + 1048 \text{ MJ} = 7083 \text{ MJ}$$

$$G_{\text{T, SERVICIO DE TRANSPORTE ENVÍO 1}} = 345,9 \text{ kg CO}_{2e} + 65,5 \text{ kg CO}_{2e} = 411,4 \text{ kg CO}_{2e}$$

$$G_{\text{W, SERVICIO DE TRANSPORTE ENVÍO 1}} = 433,3 \text{ kg CO}_{2e} + 79,5 \text{ kg CO}_{2e} = 512,8 \text{ kg CO}_{2e}$$



## \* PASO ADICIONAL: ALMACENAMIENTO (Capítulo 5)

Podemos complementar el resultado anterior obteniendo los consumos energéticos y las emisiones de GEI correspondientes al almacenamiento del envío. Para ello, podemos adoptar los resultados obtenidos para el segundo de los patrones (patrón B.1) para hallar los resultados totales derivados tanto del transporte del envío como de su almacenamiento:

$$E_{D,ENVÍO 1, TRANSPORTE+ ALMACENAMIENTO}=5768\text{MJ} + 51,1 \text{ MJ}=\mathbf{5819 \text{ MJ}}$$

$$E_{D+1,ENVÍO 1, TRANSPORTE+ ALMACENAMIENTO}=7083 \text{ MJ}+ 111,9 \text{ MJ}=\mathbf{7195 \text{ MJ}}$$

$$G_{D,ENVÍO 1, TRANSPORTE+ ALMACENAMIENTO}=411,4 \text{ kg CO}_{2e}+ 0,3 \text{ kg CO}_{2e}=\mathbf{411,6 \text{ kg CO}_{2e}}$$

$$G_{D+1,ENVÍO 1, TRANSPORTE+ ALMACENAMIENTO}=512,8 \text{ kg CO}_{2e}+ 5,0 \text{ kg CO}_{2e}=\mathbf{517,8 \text{ kg CO}_{2e}}$$



### PATRÓN C.3: Origen y destino. Cálculo por tipo de mercancía

En este caso, el usuario conoce la siguiente información adicional:

**(INFORMACIÓN SOBRE LA RUTA)** El usuario no dispone de información sobre la ruta efectuada por el vehículo que efectúa el servicio de transporte. No obstante, sabe que el transportista efectúa la ruta Madrid-Barcelona sin desviarse de la A-2, aunque puede efectuar paradas en alguna localización intermedia a lo largo de esta autovía. De esta forma, puede considerarse que la longitud del trayecto es igual a la distancia Madrid-Barcelona sin paradas (igual a 621 km). No obstante, no dispone de información sobre la carga media asociada a este tipo de vehículo y ruta.

**(INFORMACIÓN SOBRE LOS CONSUMOS)** El usuario no dispone de información sobre el consumo de diésel del camión que efectúa la ruta, ni tampoco el del aparato de frío empleado en la refrigeración del semirremolque.

**(INFORMACIÓN SOBRE LOS VIAJES EN VACÍO)** El usuario desconoce las distancias recorridas en vacío por este tipo de vehículos.

**(INFORMACIÓN SOBRE TIEMPOS DURANTE EL RECORRIDO)** El usuario considera una velocidad media a lo largo de la ruta de 85 km/h. El aparato de frío está en funcionamiento durante todo el servicio. Además, se asume que el tiempo en espera durante el servicio es el máximo legal (una hora).

Consecuentemente, en este caso no conocemos ni las características de la ruta efectuada en el transporte del envío, ni los consumos de combustible del camión, por lo que emplearemos el **método de las distancias**, a través de la **modalidad por origen-destino**. Para ello, se seguirán los siguientes pasos de cálculo:

### 1 NO APLICA

En la modalidad origen-destino este paso no es de aplicación, ya que desconocemos la ruta que efectúa el vehículo.

## 2 CÁLCULO DE LOS CONSUMOS POR ENVÍO (Apartado 4.5)

En el caso de este patrón, se obtiene directamente el consumo específico en términos de tonelada-kilómetro transportada:

$$f_{\text{TRAMO 1, PROPULSIÓN}}^* = 1,0 \times 0,024 \text{ l/tkm} = 0,024 \text{ l. diésel/tkm}$$

Seguidamente, se pasa a obtener el consumo de combustible del envío de cálculo:

$$F_{\text{ENVÍO 1, PROPULSIÓN}} = 0,024 \text{ l diésel/tkm} \times 12 \text{ t} \times 621 \text{ km} = 178,8 \text{ l diésel}$$

Complementariamente, se obtiene el consumo de combustible por la refrigeración de la carga transportada en el semirremolque:

$$F_{\text{ENVÍO 1, REFRIGERACIÓN}} = 4,0 \text{ l diésel/h} \times (7,31 \text{ h} + 1,00 \text{ h}) \times \frac{12 \text{ t}}{45 \% \times 25 \text{ t}} = 35,4 \text{ l diésel}$$

## 3 CÁLCULO DEL CONSUMO ENERGÉTICO Y DE LAS EMISIONES DE GEI POR ENVÍO (Apartado 4.6)

En este último paso, se obtendrá el consumo energético y las emisiones de GEI para el envío de cálculo (Envío 1).

En el caso de la propulsión del vehículo, se considera que el camión ha repostado diésel de mezcla de acuerdo con el Real Decreto 1085/2015, para el año en el que se redactó este documento (2017). De esta forma, se obtienen los siguientes resultados:

$$E_{\text{T, ENVÍO 1, PROPULSIÓN}} = 35,7 \text{ MJ/l diésel} \times 178,8 \text{ l. diésel} = 6385 \text{ MJ}$$

$$E_{\text{W, ENVÍO 1, PROPULSIÓN}} = 44,1 \text{ MJ/l diésel} \times 178,8 \text{ l. diésel} = 7959 \text{ MJ}$$

$$G_{\text{T, ENVÍO 1, PROPULSIÓN}} = 2,53 \text{ kg CO}_{2e} / \text{l diésel} \times 178,8 \text{ l. diésel} = 443,5 \text{ kg CO}_{2e}$$

$$G_{\text{W, ENVÍO 1, PROPULSIÓN}} = 3,17 \text{ kg CO}_{2e} / \text{l diésel} \times 178,8 \text{ l. diésel} = 563,4 \text{ kg CO}_{2e}$$

En el caso de la refrigeración de la carga, se considera que el aparato de frío ha empleado diésel convencional. De esta forma, se obtienen los siguientes resultados:

$$E_{\text{T, ENVÍO 1, REFRIGERACIÓN}} = 35,9 \text{ MJ/l diésel} \times 35,4 \text{ l. diésel} = 1272 \text{ MJ}$$

$$E_{\text{W, ENVÍO 1, REFRIGERACIÓN}} = 42,7 \text{ MJ/l diésel} \times 35,4 \text{ l. diésel} = 1513 \text{ MJ}$$

$$G_{\text{T, ENVÍO 1, REFRIGERACIÓN}} = 2,67 \text{ kg CO}_{2e} / \text{l diésel} \times 35,4 \text{ l. diésel} = 94,6 \text{ kg CO}_{2e}$$

$$G_{\text{W, ENVÍO 1, REFRIGERACIÓN}} = 3,24 \text{ kg CO}_{2e} / \text{l diésel} \times 35,4 \text{ l. diésel} = 114,8 \text{ kg CO}_{2e}$$

La suma de los resultados obtenidos para la propulsión y refrigeración de la carga nos dará el resultado global del servicio de transporte:

$$E_{T,\text{SERVICIO DE TRANSPORTE ENVÍO 1}}=6385 \text{ MJ}+1272 \text{ MJ}=\mathbf{7657 \text{ MJ}}$$

$$E_{W,\text{SERVICIO DE TRANSPORTE ENVÍO 1}}=7959 \text{ MJ}+1513 \text{ MJ}=\mathbf{9472 \text{ MJ}}$$

$$G_{T,\text{SERVICIO DE TRANSPORTE ENVÍO 1}}=443,5 \text{ kg CO}_{2e}+94,6 \text{ kg CO}_{2e}=\mathbf{538,2 \text{ kg CO}_{2e}}$$

$$G_{W,\text{SERVICIO DE TRANSPORTE ENVÍO 1}}=563,4 \text{ kg CO}_{2e}+114,8 \text{ kg CO}_{2e}=\mathbf{678,2 \text{ kg CO}_{2e}}$$

### PASO ADICIONAL: ALMACENAMIENTO (Capítulo 5)

Podemos complementar el resultado anterior obteniendo los consumos energéticos y las emisiones de GEI correspondientes al almacenamiento del envío. Para ello, podemos adoptar los resultados obtenidos para el segundo de los patrones (patrón B.1) para hallar los resultados totales derivados tanto del transporte del envío como de su almacenamiento:

$$E_{D,\text{ENVÍO 1, TRANSPORTE+ ALMACENAMIENTO}}=7657 \text{ MJ} + 51 \text{ MJ}=\mathbf{7708 \text{ MJ}}$$

$$E_{D+I,\text{ENVÍO 1, TRANSPORTE+ ALMACENAMIENTO}}=9472 \text{ MJ}+ 112 \text{ MJ}=\mathbf{9584 \text{ MJ}}$$

$$G_{D,\text{ENVÍO 1, TRANSPORTE+ ALMACENAMIENTO}}=538,2 \text{ kg CO}_{2e}+ 0,3 \text{ kg CO}_{2e}=\mathbf{538,4 \text{ kg CO}_{2e}}$$

$$G_{D+I,\text{ENVÍO 1, TRANSPORTE+ ALMACENAMIENTO}}=678,2 \text{ kg CO}_{2e}+ 5,0 \text{ kg CO}_{2e}=\mathbf{683,2 \text{ kg CO}_{2e}}$$

## SEGUNDO BLOQUE: CÁLCULO CORPORATIVO

La empresa que contrata el servicio de transporte quiere reportar sus emisiones totales a lo largo del año como consecuencia de este tipo de trayectos. En este sentido, se sabe que la empresa contrata el servicio un total de 20 veces al año, y que el servicio de transporte tiene unas características muy similares a las correspondientes al patrón A.1.

De los 20 envíos anuales, diez están destinados a su procesado en las instalaciones de la empresa en Barcelona (tipo 1), mientras que los otros diez están destinados a uno de sus clientes radicado en Barcelona (tipo 2).

La empresa está reportando sus resultados de huella corporativa a través del estándar GHG Protocol, y empleando factores DEFRA, y quiere seguir haciéndolo en esta ocasión.

Recapitulando los consumos por fuentes de energía del envío 1, podemos calcular tanto las emisiones directas como indirectas asociadas a los diez envíos tipo 1 y tipo 2. Para ello, el diésel de mezcla con biodiésel, utilizado en la propulsión del vehículo se asimilará a la siguiente categoría de DEFRA: “Diésel (mezcla media con biocombustibles)”.

$F_{\text{ENVÍO 1, PROPULSIÓN}} (\text{envíos tipo 1}) = F_{\text{ENVÍO 1, PROPULSIÓN}} (\text{envíos tipo 2}) = 1515 \text{ l. diésel de mezcla con biodiésel}$

$F_{\text{ENVÍO 1, REFRIGERACIÓN}} (\text{envíos tipo 1}) = F_{\text{ENVÍO 1, REFRIGERACIÓN}} (\text{envíos tipo 2}) = 281 \text{ l. diésel}$

$F_{\text{ENVÍO 1, REFRIGERACIÓN}} = 148 \text{ kWh de electricidad (España)}$

$G_{\text{D, diésel mezcla}} (\text{envíos tipo 1}) = G_{\text{D, diésel mezcla}} (\text{envíos tipo 2}) = 2,6116 \times 1515 \text{ l.} = 3957 \text{ kgCO}_{2e}$

$G_{\text{I, diésel mezcla}} (\text{envíos tipo 1}) = G_{\text{I, diésel mezcla}} (\text{envíos tipo 2}) = 0,5543 \times 1515 \text{ l.} = 840 \text{ kgCO}_{2e}$

$G_{\text{D, diésel 100\% mineral}} (\text{envíos tipo 1}) = G_{\text{D, diésel 100\% mineral}} (\text{envíos tipo 2}) = 2,6762 \times 281 \text{ l.} = 752 \text{ kgCO}_{2e}$

$G_{\text{I, diésel 100\% mineral}} (\text{envíos tipo 1}) = G_{\text{I, diésel 100\% mineral}} (\text{envíos tipo 2}) = 0,5527 \times 281 \text{ l.} = 155 \text{ kgCO}_{2e}$

$G_{\text{I-generación, electricidad}} (\text{envíos tipo 1}) = G_{\text{I-generación, electricidad}} (\text{envíos tipo 2}) = 0,291 \times 148 \text{ kWh} = 43 \text{ kgCO}_{2e}$

$G_{\text{I-T\&D+Upstream, electricidad}} (\text{envíos tipo 1}) = G_{\text{I-T\&D+Upstream, electricidad}} (\text{envíos tipo 2}) = 0,072 \times 148 \text{ kWh} = 11 \text{ kgCO}_{2e}$

A continuación se agregarán las emisiones a partir de lo estipulado en el capítulo 6 de la guía para dar respuesta a los criterios de GHG Protocol, y convertir los resultados anteriores a un enfoque corporativo. Para ello, se tendrá en cuenta lo siguiente:

- De acuerdo a lo definido en el enunciado, las emisiones directas, así como las emisiones indirectas derivadas de la generación de la energía eléctrica utilizada, correspondientes al primer tipo de envíos, han de reportarse dentro del Alcance 3, Categoría 4.
- Asimismo, las emisiones directas, así como las emisiones indirectas derivadas de la generación de la energía eléctrica utilizada, correspondientes al segundo tipo de envíos, han de reportarse dentro del Alcance 3, Categoría 9.

Consecuentemente, la compañía publicaría los siguientes resultados:

Emisiones de GEI-Alcance 3.Categoría 4 (Servicio Madrid-Barcelona)= $3,96+0,75+0,04=4,75 \text{ t CO}_{2e}$

Emisiones de GEI-Alcance 3.Categoría 9 (Servicio Madrid-Barcelona)= $3,96+0,75+0,04=4,75 \text{ t CO}_{2e}$



---

Ronda General Mitre 10 · 08017 Barcelona  
T. 93 252 39 00 · F. 93 280 21 35 · G-08557985

[www.aecoc.es](http://www.aecoc.es)