



# GUÍA PARA EL CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO EN PRODUCTOS ACUÍCOLAS



Los puntos de vista que se expresan en esta publicación no reflejan necesariamente los de FOESA o el de los colaboradores consultados cuya relación no es vinculante con el proyecto que enmarca esta guía. Esta publicación ha sido posible gracias a la colaboración de la Fundación Biodiversidad del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.



**Publicado por:** Fundación Observatorio Español de Acuicultura, Madrid.



**Derechos reservados:** © 2013 Fundación Observatorio Español de Acuicultura

Se autoriza la reproducción de esta publicación con fines educativos y otros fines no comerciales sin permiso escrito previo de parte de quien detenta los derechos de autor con tal de que se mencione la fuente.

**Citación:** FOESA (2013). Guía para el cálculo de la huella de carbono en productos acuícolas. FOESA, Madrid, España. 64 páginas.

**Diseño, edición y maquetación:** Gonzalo Used

**Fotografía portada y pg.8:** Staff, Santa Barbara Coastal Long Term Ecological Research project

**Disponible en:**

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

También existe a disposición un catálogo de las publicaciones de FOESA en:

[www.fundacionoesa.es/publicaciones](http://www.fundacionoesa.es/publicaciones)



Aviso Legal: los contenidos de esta publicación podrán ser reutilizados, citando la fuente y la fecha, en su caso, de la última actualización.



MINISTERIO  
DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN  
Y MEDIO AMBIENTE

Edita:

© Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente

Secretaría General Técnica

Centro de Publicaciones

Catálogo de Publicaciones de la Administración General del Estado:

<http://publicacionesoficiales.boe.es/>

NIPO: 280-13-248-1

# ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN	5
2	EL CAMBIO CLIMÁTICO	9
3	PORQUÉ Y COMO CALCULAR LA HUELLA DE CARBONO	15
	3.1 Beneficios del cálculo de la huella de carbono	18
	3.2 Metodologías	19
4	PASOS PARA EL CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO DEL PRODUCTO	23
	4.1 Elaboración del mapa de procesos	24
	4.2 Definición del sistema	26
	4.3 Recopilación adicional de datos	26
	4.4 Cálculo final de la huella de carbono	27
	4.5 Verificación	28
	4.6 Comunicación	29
	4.7 Objetivos de reducción de emisiones	29
5	EJEMPLOS	31
	5.1 Mejillón	32
	5.2 Rodaballo	35
	5.3 Microalgas	38
6	MEDIDA DE REDUCCIÓN Y COMPENSACIÓN	43
	6.1 Medidas de reducción de GEI	44
	6.2 Medidas de compensación de GEI	47
7	TASA DE RETORNO ENERGÉTICO	49
8	ORGANISMOS E INSTITUCIONES IMPLICADAS	53
	BIBLIOGRAFÍA Y ACRÓNIMOS	57



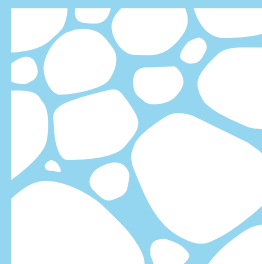


GUÍA PARA EL CÁLCULO DE  
LA HUELLA DE CARBONO EN  
PRODUCTOS ACUÍCOLAS



# 1

INTRODUCCIÓN



# 1. INTRODUCCIÓN

El cambio climático se ha convertido en una de las principales preocupaciones ambientales del planeta en los últimos años. La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático define este término como “un cambio atribuido directa o indirectamente a las actividades humanas que alteran la composición global atmosférica y que se añade a la variabilidad climática natural observada en periodos comparables de tiempo”. Por tanto, el cambio climático representa hoy día uno de los mayores desafíos a los que se enfrentan los países, los gobiernos, la humanidad y, sobre todo, las empresas del siglo XXI. Uno de los principales factores que incide sobre este fenómeno es la emisión de Gases de Efecto Invernadero (GEI).

La liberación de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), la quema de combustibles fósiles, las emisiones de productos químicos y otras fuentes de gases, asociadas a las cadenas de suministro de mercados e industrias, tienen un efecto adverso o negativo sobre el clima mundial en las próximas décadas. Ante este paradigma, empresas, sectores e industrias de toda índole reclaman un método práctico y verificable capaz de identificar primero, reducir, seguir y comunicar después, el impacto medioambiental derivado de todos los procesos de creación, transformación, transporte, almacenamiento, reciclaje o disposición de bienes y servicios.

Los océanos actúan como sumidero de carbono absorbiendo parte del  $\text{CO}_2$  antropogénico y natural en

la atmósfera, esta absorción se estima entre un 30 y 40% del total de emisiones antropogénicas de forma temporal o permanente.

Sin embargo, en este contexto y aunque la concienciación a nivel mundial sobre este impacto haya aumentado en los últimos años, el problema más grave de mandatarios, empresarios y demás responsables radica en que aún no conciben la adopción de tecnologías bajas en emisiones de GEI como un beneficio económico y ambiental, sino como un coste adicional.

La necesidad de mitigar el cambio climático hace que sea necesario reducir las emisiones absolutas de todos los sectores, incluida la acuicultura. Como medida de mitigación para limitar la contribución a las emisiones que derivan de las actividades acuícolas se propone que el consumidor sea informado del índice de emisiones de carbono asociadas con los diferentes productos.

La huella de carbono es, por tanto, un indicador ambiental de las emisiones de GEI, cuantificadas en emisiones de  $\text{CO}_2$  equivalentes, que son liberadas a la atmósfera a lo largo del ciclo de vida de un producto o servicio. Así, la huella de carbono contribuye a reducir dichas emisiones contribuyendo a la creación de un mercado de productos y servicios de bajo carbono que, a su vez, da respuesta a la demanda social actual. La huella de carbono identifica oportunidades de ahorro de costes en las organizaciones



y demuestra ante terceros los compromisos de la organización con la responsabilidad social a través de sus acciones en mitigación del cambio climático.

Así, la huella de carbono del producto se calcula para comprender mejor e identificar la fuente de las emisiones durante el ciclo de vida del producto, en este caso. La cuantificación de la huella de carbono permite, por un lado, ahorrar costes a las empresas implementando medidas de mitigación, y por otro, demostrar ante terceros los compromisos de la organización con la responsabilidad social y ambiental a través de sus requisitos en mitigación del cambio climático.

Con esta guía pretendemos apoyar al sector acuícola español en su compromiso social y ambiental, ayudándoles a reducir sus emisiones de GEI a través de la identificación de oportunidades de ahorro a la

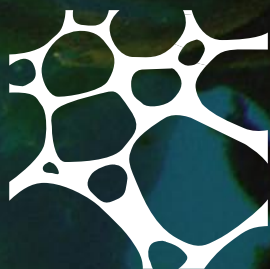
vez que ellos mismos refuerzan su competitividad en el mercado nacional e internacional de los productos procedentes de crianza.

## Objetivos

A través de este documento práctico para todos aquellos productores del sector acuícola en cuanto a cálculo de huella de carbono se refiere. Un primer alcance con los conceptos y enfoque globales que:

- Ayude a las empresas a elegir la metodología más adecuada,
- Ofrezca información general, accesible y fácil de interpretar,
- Facilite una herramienta para reducir los GEI derivados de la elaboración de un producto,
- Ayude a las empresas a ser más competitivos en mercados nacionales e internacionales.





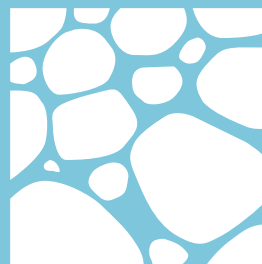
GUÍA PARA EL CÁLCULO DE  
LA HUELLA DE CARBONO EN  
PRODUCTOS ACUÍCOLAS





# 2

EL CAMBIO  
CLIMÁTICO

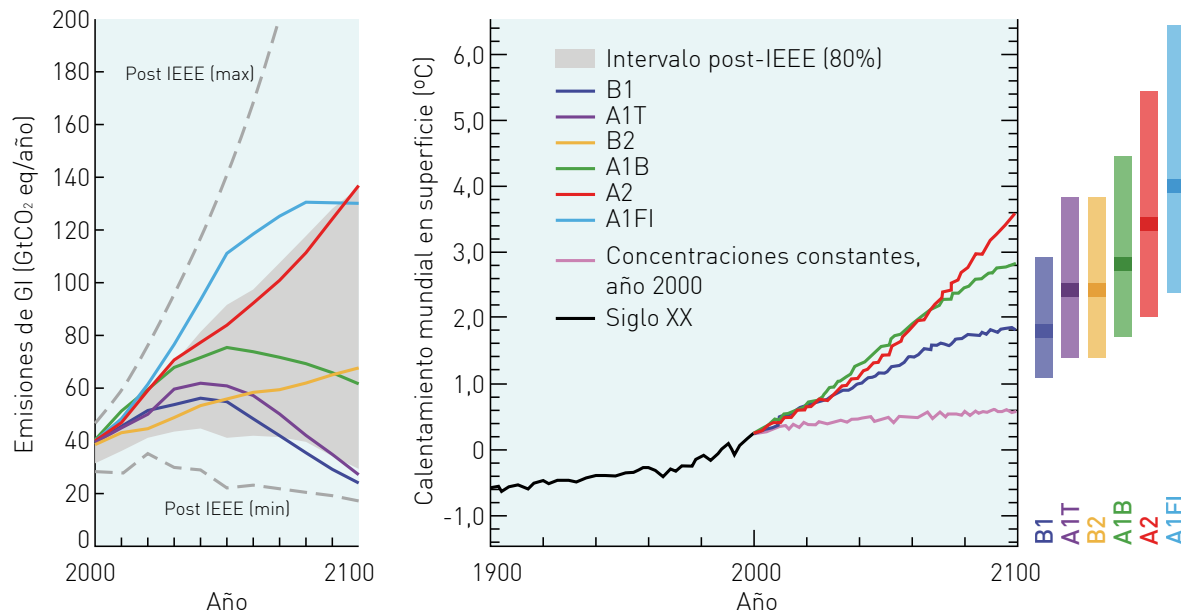


## 2. EL CAMBIO CLIMÁTICO

Los Gases de Efecto Invernadero (GEI) que existen en nuestra planeta, desde sus comienzos, forman una capa protectora natural que nos mantiene a una temperatura constante de unos 15°C de media. A partir de la revolución industrial hemos estado emitiendo a la atmosfera cada vez más cantidad de GEI (dióxido de carbono- $\text{CO}_2$ , metano- $\text{CH}_4$  y óxido nitroso- $\text{N}_2\text{O}$  entre otros) a una velocidad tal que dicha capa se ha hecho más densa atrapando el calor e in-

tensificando el efecto invernadero, cuya consecuencia más evidente es el aumento de la temperatura media global de la Tierra.

Este aumento de temperatura está provocando otras alteraciones climáticas como el deshielo de las capas de hielo de los polos, cambios en la distribución de flora y fauna, fenómenos climáticos extremos como períodos de sequías o lluvias torrenciales, la acidificación de los



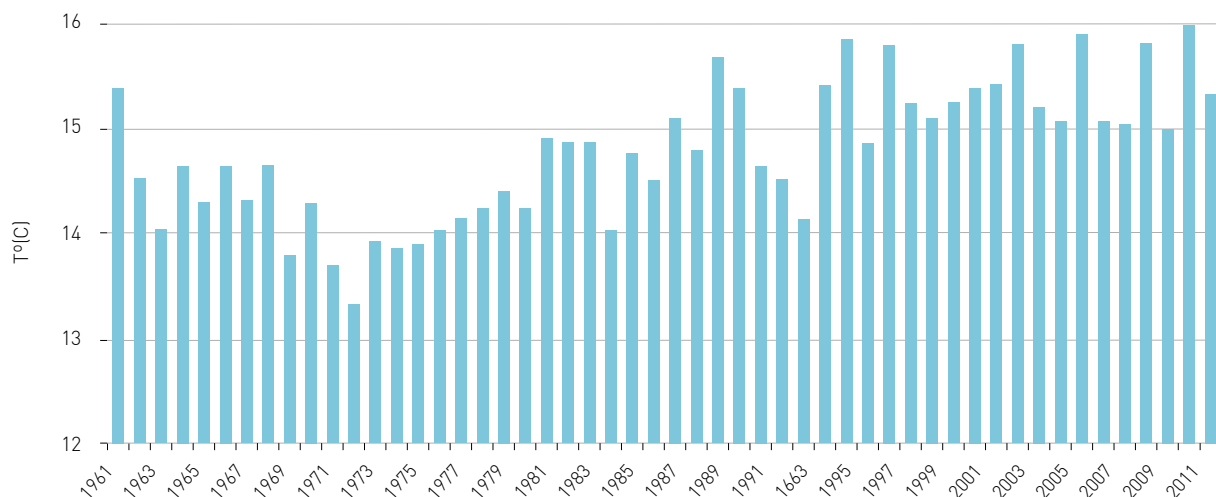
**Figura 1.** Escenarios de emisiones de GEI entre 2000 y 2100 (en ausencia de políticas climáticas adicionales) y proyección de las temperaturas (IPCC, 2007).

océanos debido a su capacidad de absorber  $\text{CO}_2$  de la atmósfera, entre otros (IPCC, 2007).

El Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) realizó proyecciones de las emisiones de GEI para evaluar las consecuencias del calentamiento global en las próximas décadas, considerando su dependencia de factores demográficos, tecnológicos y económicos, previendo un incremento de las emisiones mundiales de GEI en un rango del 25 al 90% de las actuales para el período entre 2000 y 2030 (**Fig.1**). Los resultados obtenidos ponen de manifiesto la necesidad de tomar medidas para atajar el problema que supone el cambio climático, mediante actuaciones que supongan una mitigación de las emisiones mundiales de GEI a través de la cooperación internacional.

Las observaciones del IPCC, creado en 1988, representan una fuente científica útil a nivel mundial y de carácter apolítico. El IPCC no realiza investigaciones científicas sino que basa su evaluación en la literatura científica y técnica revisada y publicada. Los informes que emiten se utilizan como base para las decisiones adoptadas en el contexto de la CMNUCC y desempeñaron un papel clave en las negociaciones que culminaron con la aprobación del Protocolo de Kyoto en 1997.

El Protocolo de Kyoto es uno de los instrumentos jurídicos internacionales más importantes destinado a los países para cumplir con las metas de reducción de las emisiones propuestas. Para ello el Protocolo estableció tres mecanismos innovadores: el mecanismo para un desarrollo limpio (MDL), la aplicación conjunta y el comercio de los derechos de emisión <sup>1</sup>.



**Figura 2.** Serie de temperaturas medias anuales sobre España. Fuente: AEMET 2012.

1. Más información en [www.unfccc.int](http://www.unfccc.int)



## El cambio climático en España

La situación geográfica de España la convierte en un país muy vulnerable frente al cambio climático. Posee zonas climatológicas muy diversas y extremas, desde los Pirineos en el norte hasta zonas desérticas en el sur, pasando por el clima subtropical de las Islas Canarias. Además, su clima está influenciado por el Mar Mediterráneo y el Océano Atlántico que bañan gran parte de nuestras costas. La posición de España, en latitudes medias, provoca la existencia de estaciones climáticas claramente diferenciadas permitiendo realizar estudios detallados a partir de datos observados. Así, según Rodríguez et al. (2012) parece que para finales del siglo XXI las estaciones a lo largo del año sufrirán alteraciones respecto al clima presente, motivado en gran parte por la desaparición del invierno, el resto de estaciones se alargan, adelantándose la primavera y el verano y atrasándose el otoño.

Las temperaturas del aire muestran un calentamiento generalizado al alza en todo el territorio español, con incrementos entre 1-2°C en el periodo comprendido entre 1850 y 2005 (VVAA 2011). Durante el siglo XX, y particularmente a partir de 1973, las temperaturas en España han aumentado de forma general (Castro et al. 2005). Los registros instrumentales del siglo XX y XXI en la Península Ibérica muestran un aumento progresivo de la temperatura (**Fig.2**) que ha sido especialmente acusado en las tres últimas décadas, en que se registra una tasa media de calentamiento aproximada de 0,5°C/década (un 50% superior a la media continental en el hemisferio norte y casi el triple de la media global). La subida de temperatura ha afectado a todas las estaciones del año por igual, pero en los últimos 30 años el calentamiento ha sido mucho más pronunciado en primavera y en verano.

Según el informe “Generación de escenarios regionalizados de cambio climático para España” (AEMET 2009)

podemos adelantar que en base a los escenarios A2 y B2 previstos por el IPCC, basados en escenarios con emisiones medias-altas y medias-bajas, respectivamente, España verá su temperatura máxima aumentar en 1-2°C para el período 2011-2040, de 3-5°C durante el período 2041-2070 y de 5-8°C el último tercio del siglo XXI, es decir, 2071-2100. Atendiendo al escenario B2 las temperaturas máximas, sin embargo, serán 2°C más bajas durante el último tercio del siglo XXI. En lo que respecta a las temperaturas mínimas, estas aumentarán entre 4-6°C durante el último tercio del siglo XXI. Esto se verá reflejado en mayores oscilaciones térmicas diurnas debido al mayor incremento de la temperatura máxima y disminución de la temperatura mínima.

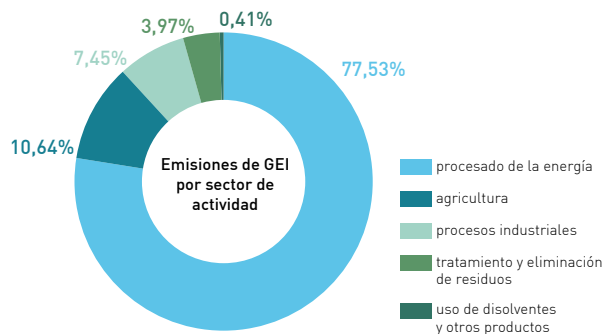
La precipitación, sin embargo, no muestra un comportamiento tan definido como la temperatura. Al analizar el último tercio del siglo XX se aprecia una reducción significativa de la cantidad de precipitación en algunas regiones de la Península y Baleares, tales como las partes oriental y pirenaica de la cuenca del Ebro, el sur de la Península, la Comunidad Valenciana y otros recogidos en Castro et al. (2005). Al proyectar la variación de la precipitación en los escenarios regionalizados de cambio climático de España los resultados obtenidos son parecidos a los obtenidos hasta ahora al no mostrar una tendencia tan clara como en el caso de la temperatura, aunque sí parece haber una ligera reducción de la precipitación en la mitad occidental de la Península Ibérica y un ligero aumento en la mitad oriental, esto provocaría una disminución en la garantía de los sistemas de abastecimiento, aumentando el caudal pico y con ello el área inundable, promoviendo un aumento de pérdidas por inundación, favoreciendo deslizamientos y coladas de tierra. En relación con la precipitación se prevén cambios en los volúmenes de agua en cuencas hidrográficas. Según el informe de la AEMET (2009) parece que para el último tercio del presente siglo se nota un gradiente norte-sur con mayor cambio de volumen de agua cuanto más

hacia el sur, además de otro gradiente este-oeste con un mayor cambio de volumen en las cuencas mediterráneas del sureste.

La evolución de estos dos factores, temperatura y precipitación, tendrá una incidencia clave en el desarrollo del sector acuícola español en sus vertientes marina y, especialmente, continental.

### Las emisiones de Gases de Efecto Invernadero en España

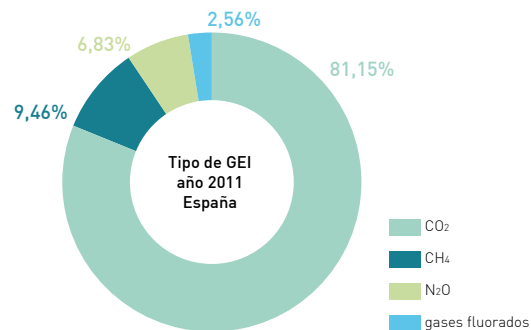
Para el caso de España la **Figura 3** muestra las emisiones de GEI para el año 2011, destacando el sector del procesado de la energía (77%), seguido de la agricultura (10%), los procesos industriales (7%), el tratamiento y eliminación de residuos (4%) y por



**Figura 3.** Porcentajes de distribución de emisiones de GEI por sector de actividad para el año 2011 en España. Elaboración propia a partir de datos de 2011 del MAGRAMA.

último el uso de disolventes y otros productos (0,4%). Según el tipo de GEI, tal como se muestra en la **Figura 4**, en primer lugar está el  $\text{CO}_2$  (81%), seguido de  $\text{CH}_4$  (9%),  $\text{N}_2\text{O}$  (6,8%) y por último los gases fluorados (2,5%), porcentajes muy similares a los obtenidos por el IPCC para el año 2004 a nivel mundial.

En general, y según el Perfil Ambiental de 2012, el aumento del 0,5% en las emisiones GEI producido en 2011, rompe la tendencia de descenso de los años anteriores y sitúa las emisiones un 21% por encima del año base establecido por el Protocolo de Kyoto, esto es el año 1999 para el periodo 2008-2012. En 2011 la aportación española a las emisiones de GEI de la UE fue del 7,7% y las emisiones por habitante y por unidad de PIB fueron inferiores a las de la media de la UE.



**Figura 4.** Porcentajes de distribución de cada tipo de GEI para el año 2011 en España. Elaboración propia a partir de datos de 2011 del MAGRAMA

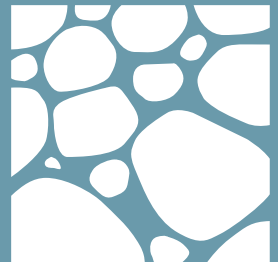


GUÍA PARA EL CÁLCULO DE  
LA HUELLA DE CARBONO EN  
PRODUCTOS ACUÍCOLAS



# 3

POR QUÉ Y CÓMO  
CALCULAR LA  
HUELLA DE CARBONO



### 3. POR QUÉ Y CÓMO CALCULAR LA HUELLA DE CARBONO

Un análisis ambiental en profundidad de los productos, procesos y/o servicios implica el uso de una gran cantidad de datos sobre flujos, emisiones, etc. El Análisis de Ciclo de Vida (ACV) es una metodología útil y eficaz para evaluar la carga ambiental de un producto o proceso con un enfoque integral, teniendo en cuenta el ciclo de vida completo de los productos (ISO 14040 y 14044). Una de las categorías de impacto que mide el ACV es la huella de carbono permitiendo la identificación de puntos calientes y la definición coherente de las correspondientes acciones de mejora ambientales. Lo más importante en esta categoría es el origen de los datos, debiendo ser, en la medida de lo posible, de fuentes primarias, o, en el caso de no ser posible, de bases de datos fiables y fuentes bibliográficas contrastadas.

La huella de carbono del producto, según la nueva ISO 14067, es la suma de las emisiones y remociones de gases de efecto invernadero (GEI) en un sistema de producto expresadas en CO<sub>2</sub> equivalentes y tomando como base una evaluación del ciclo de vida usando como única categoría de impacto el cambio climático.

Se trata de una fotografía de las emisiones de GEI causadas directa o indirectamente por un individuo, organización, evento o producto en un periodo de tiempo determinado. Identifica los focos de emisión de GEI y fomenta la implementación de las acciones de reducción de emisiones.

La huella de carbono se puede calcular para las empresas, países, organizaciones, sectores industriales, eventos, proyectos, hogares y personas. La presente guía se centra en la huella de carbono del producto, concretamente de aquellos producidos en el medio acuático, como una dorada, lubina, mejillón o rodaballo.

A raíz del Protocolo de Kyoto y de la sensibilización cada vez mayor de la sociedad, las etiquetas relacionadas con la huella de carbono han proliferado de forma exponencial (**Tabla 1**). La metodología más extendida y reconocida internacionalmente para la evaluación de la huella de carbono en alimentos es el PAS 2050 (Carbon Trust 2011) que, al igual que la normativa ISO, utiliza los factores de caracterización (con un horizonte temporal a 100 años) propuestos por



el panel internacional para el cambio climático (IPCC 2007). Tanto la PAS 2050 como la ISO 14067 se orientan al cálculo de la huella de carbono del producto mediante la recopilación de toda la información sobre los consumos de materia y energía en cada una de las etapas por las que va pasando un producto traduciéndolas a emisiones de CO<sub>2</sub> equivalentes. El principal problema

en este caso es que los cálculos exigen técnicas muy especializadas así como la participación de los proveedores lo que puede limitar la independencia e incrementar el grado de subjetividad. Por otro lado, este levantamiento tan exhaustivo de datos de consumos de materia y energía afina mucho más el resultado final, haciendo partici-

Ámbito geográfico	Entidad normalizadora	Norma/metodología	Foco	Más información
Internacional	GHG Protocol	A corporate accounting and reporting standard	Organizaciones	Publicada en 2001
		A project accounting and reporting standard	Proyectos	
		Product Standards	Productos y servicios	
	ISO	ISO 14064: 2012	Inventario de GEI para organizaciones	Tiene en cuenta el proceso de fabricación de la infraestructura
		ISO 14067	Productos y servicios	Compatible con GHG Protocol
		ISO 14069	Organizaciones	Aún no disponible
Unión Europea	Comisión Europea	Product Environmental Footprint (PEF)	Productos	Disponible como recomendación
		Organisation Environmental Footprint (OEF)	Organizaciones	En elaboración
Reino Unido	BSI	PAS 2050: 2008 y PAS 2050: 2011	Productos y servicios	No tiene en cuenta el proceso de fabricación de la infraestructura
		PAS 2060	Proporciona orientación sobre la manera de cuantificar, reducir y compensar las emisiones de GEI de una actividad, producto, servicio, edificio, proyecto, pueblos, ciudades y eventos	
		PAS 2050 -2: 2012	Productos alimenticios acuáticos	
Francia	AFNOR	BP X30-323		Compatible con ISO 14064, GHG Protocol y la Directiva del mercado de derechos de emisión
	ADEME	BilanCarbon	Organizaciones	Usa su propia base de datos

Tabla 1. Principales metodologías para el cálculo de la huella de carbono. Adaptada de Guía Fundación Entorno.



### 3.1 Beneficios del cálculo de la huella de carbono

La incorporación del cálculo de la huella de carbono a un producto u organización tiene múltiples beneficios para las empresas y para los consumidores.

Para las organizaciones:

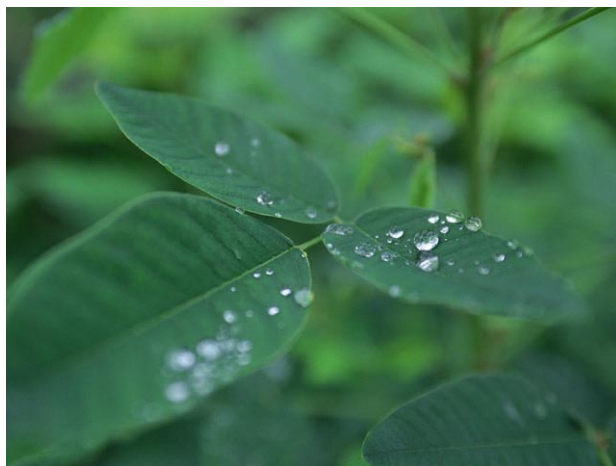
- Saber cuál es la carga ambiental de un producto o actividad en cuanto a su contribución al cambio climático,
- Facilita la evaluación de diferentes configuraciones alternativas para el desarrollo de un producto, métodos de producción, selección de materia prima en base a un análisis de las emisiones asociadas al ciclo de vida,
- Poder obtener valores de referencia sobre los

que establecer reducciones de las emisiones de GEI, siempre que la metodología usada haya sido la misma,

- Suministra un elemento importante en el área de Responsabilidad Social Corporativa,
- Reducción de costes ambientales asociados a los costes energéticos, por su gestión y control,
- Comunicar la huella de carbono a todos los elementos de la cadena de valor incluidos los consumidores finales

Para los consumidores finales:

- Facilita el entendimiento de la huella de carbono cuando toman las decisiones de compra o en la utilización de los productos y servicios,
- Ofrece mayor información sobre el ciclo de vida del producto y las emisiones GEI asociadas al momento de adquirir bienes o servicios y hacer compras sostenibles.



## 3.2 Metodologías

En la actualidad existen, principalmente, dos metodologías para el cálculo de la huella de carbono de productos: PAS 2050 e ISO 14067.

### PAS 2050

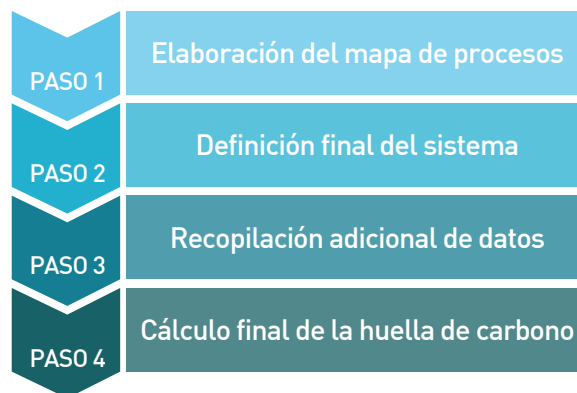
PAS 2050, es una especificación disponible públicamente que proporciona un método claro y consistente para medir las emisiones de GEI derivadas del ciclo de vida de los productos y/o servicios de todo tipo de organizaciones. Desarrollada en 2008 por British Standards International (BSI) y actualizada en 2011 gracias a las primeras experiencias prácticas en organizaciones de todo el mundo, PAS 2050 proporciona un modelo de gestión que incluye la evaluación interna de las emisiones asociadas al ciclo de vida de los bienes y servicios de la organización, la evaluación de las emisiones de otros productos y procesos alternativos, un marco comparativo entre las emisiones de varios productos utilizando los mismos parámetros, una base de referencia para desarrollar programas destinados a reducir las emisiones, así como informes específicos sobre responsabilidad corporativa.

La proliferación de ideas y estrategias para compensar el impacto medioambiental en los últimos años ha sido tal que la falta de una definición y método común de la 'neutralidad del carbono' ha

hecho imprescindible el desarrollo de un estándar específico que establezca unos requisitos comunes a todas las organizaciones para demostrar dicho concepto. En este sentido, se crea la PAS 2060 en 2010 facilitando los requisitos que debe cumplir una entidad para demostrar la neutralidad del carbono a través de la cuantificación, reducción y compensación de emisiones de GEI de una forma única.

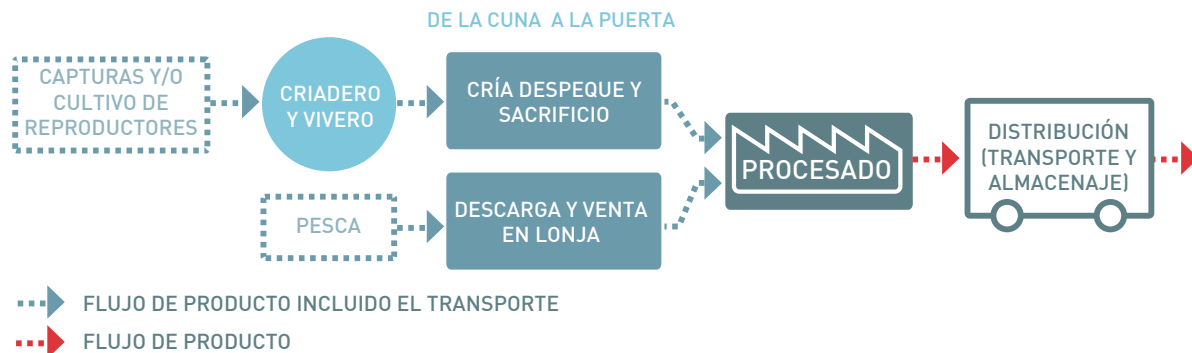
Por último, BSI ha lanzado la PAS 2050-2: 2012 con requisitos adicionales para la aplicación de la PAS 2050: 2011 para marisco y otros productos alimenticios acuáticos. De esta manera, proporciona un enfoque común a la industria pesquera mundial para evaluar las emisiones de GEI. La nueva especificación permite a las organizaciones revisar sus actividades en todas las etapas del ciclo de vida de sus productos (cría, sacrificio, subasta, procesamiento del pescado, transporte, conservación, etc.).

Pasos metodológicos:



La especificación PAS 2050 diferencia entre dos enfoques o alcances distintos:

- “de la cuna a la puerta” (cradle-to-gate) llamado valoración empresa-empresa (business-to-business) (**Fig.5**). Este alcance incluye las emisiones derivadas del ciclo de vida del producto.



**Figura 5.** Alcances PAS 2050-2:2012 (BSI 2012)

- “de la cuna a la tumba” (cradle-to-grave) llamado valoración empresa-consumidor (business-to-consumer) (**Fig.6**). Este alcance incluye hasta el fin de vida del producto, es decir, hasta su disposición final.



**Figura 6.** Alcances PAS 2050-2:2012 (BSI 2012)

## ISO 14067

La tan esperada norma internacional ISO 14067 fue publicada en mayo de 2013 y pretende actuar como único esquema de medición y cálculo, con criterio homogéneo para la cuantificación de la huella de carbono de los productos y/o servicios de las organizaciones.

Como novedad en el proceso cabe destacar la determinación de los principios, requisitos y directrices para la cuantificación y comunicación de la huella de carbono de productos.

Las características de la ISO 14067 son las siguientes:

- Incluye la evaluación de la huella de carbono del producto sobre sistemas de producto, que abarca bienes y servicios,
- Basada en normas de evaluación de ciclo de vida como ISO 14040 e ISO 14044,
- Basada en normas de etiquetado y declaración

ambiental como ISO 14020, ISO 14024 e ISO 14025 para la comunicación,

- Origen metodológico basado en la PAS 2050,
- La norma incluye los requisitos para la determinación del alcance y los límites para la evaluación de las emisiones de GEI en el ciclo de vida de un producto.

### Principios de la ISO 14067

- Perspectiva del ciclo de vida
- Enfoque relativo y unidad funcional
- Enfoque iterativo
- Enfoque científico
- Relevancia
- Integridad
- Consistencia
- Coherencia
- Precisión
- Transparencia
- Evitar la doble contabilidad
- Participación
- Equidad

### Comparativa ISO14067 / PAS 2050

Diferencias/similitudes	ISO 14067	PAS 2050
Aplicación de reglas y requisitos específicos del producto necesarios para determinar el cálculo de la huella de carbono	Se especifican Reglas de Categoría de Productos (PCR) y Reglas de Categoría de Productos específicos para la huella de carbono de producto (CFP -PCR)	Se especifica la posibilidad de aplicación de requisitos complementarios para soportar los cálculos de huella de carbono de producto
Aplicación de gestión forestal dentro del cálculo de la huella de carbono	No se menciona dentro de la norma, a la espera de un CFP-PCR sobre la materia	No se considera
Comunicación de la huella de carbono	Incluida	No incluida
Requisito de disposición de Informe de Cálculo de la huella de carbono	Sí	No especificado, pero si estaba recomendado en las guías de uso
Compensación de la huella de carbono	Fuera del alcance	No incluida
Incluye todo el ciclo de vida del producto/servicio	Sí	Sí
Aplicable enfoque de la cuna a la puerta y de la cuna a la tumba	Sí	Sí
Verificable	Sí	Sí





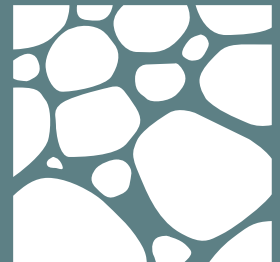
GUÍA PARA EL CÁLCULO DE  
LA HUELLA DE CARBONO EN  
PRODUCTOS ACUÍCOLAS





# 4

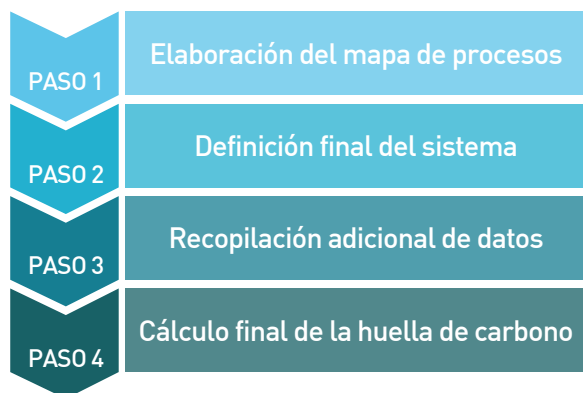
PASOS PARA EL  
CÁLCULO DE LA  
HUELLA DE CARBONO  
DEL PRODUCTO



## 4. PASOS PARA EL CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO DEL PRODUCTO

Una vez que la empresa u organización decide dar el paso para calcular la huella de carbono de uno o varios de sus productos, esta deberá definir los objetivos y alcances de su estudio, realizar un análisis de inventario de los datos, clasificarlos y caracterizar los impactos para su posterior interpretación. El dato último obtenido de la huella de carbono puede tener varias utilidades: aplicaciones directas al producto, establecer mejoras ambientales a través de planes estratégicos, políticas públicas, etc.

Por lo tanto, se deben seguir los siguientes pasos anteriormente mostrados y definidos por la PAS 2050, estos son:



### 4.1

#### Elaboración del mapa de procesos

Se elabora un mapa de procesos del ciclo de vida del producto, desde las materias primas hasta el fin de la vida útil (dependiendo del alcance a elegir) del producto, incluyendo todos los materiales, la energía y los residuos generados (**Fig.7**).

Con este mapa se pretende identificar todos los materiales, actividades y procesos que forman parte de la producción del producto. Esto conlleva un proceso de brainstorming (tormenta de ideas) que, posteriormente, servirá como herramienta de gran utilidad a lo largo de todo el ejercicio del cálculo sirviendo como referencia gráfica y guía tanto para la recopilación de datos como para el propio cálculo.

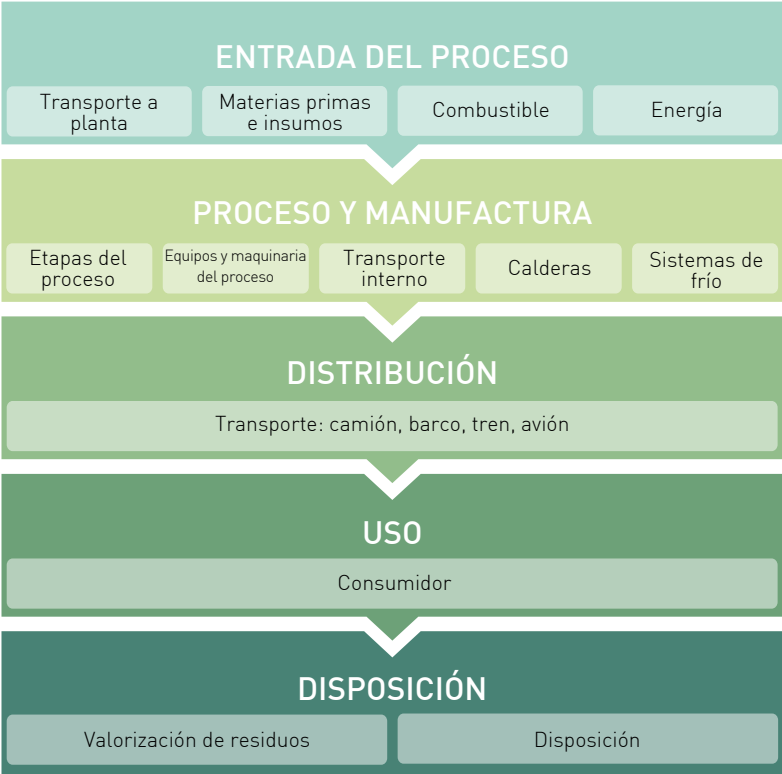
Se comienza separando los componentes del producto seleccionado (materias primas, empaquetado, etc.). Hay que centrarse primero en las entradas más significativas e identificar sus respectivas entradas, procesos de fabricación, condiciones de almacenamiento y requisitos de transporte. La unidad funcional es aquella a la que se van a referir las entradas

y salidas del sistema bajo estudio. Por lo general se fija la unidad de medida más común según el formato de venta:

- 1 gramo/kilogramo de producto de peso vivo, muerto, seco
- 1 filete de X gramos
- en función de su formato para venta: 1 lata, brick, botella, pack
- Según superficie o volumen: 1 hectárea, m², litro

La unidad funcional siempre hace referencia al CO<sub>2</sub> equivalente, se habla de CO<sub>2</sub> porque es el GEI más abundante, pero en los cálculos se tienen en cuenta todos. Para mayor facilidad, es conveniente recoger y calcular la huella usando escalas grandes tipo 1 tonelada, para finalmente presentar la huella en la unidad funcional más usada según producto.

Después se debe hacer un listado de los materiales que se utilizan en los distintos procesos



**Figura 7.** Actividades comunes a incluir en el ciclo de vida de un producto. Fuente: BSI (2008)

de producción, así como de las actividades involucradas: producción y transporte de materias primas usadas, materiales usados en los envases, distribución, minoristas, consumo y tratamiento del residuo **(Fig.7)**.

El mapa de procesos debe ser exhaustivo e incluir todos los factores causantes de emisiones. Deben abarcar el ciclo de vida **(Fig.7)** completo del producto, identificando todas las actividades que generan emisiones de GEI, incluyendo las relaciones entre ellas. Este mapa es imprescindible para obtener resultados sólidos, ya que solamente de esta manera se consigue identificar de forma esquemática cada una de las entradas y salidas en la generación de emisiones. Si se omite alguna actividad relevante durante el ciclo de vida del producto la huella de carbono estará infravalorada y por tanto no será representativa.

## 4.2 Definición del sistema

Los límites de un sistema definen el alcance de la huella de carbono del producto, al definir las entradas y salidas que deberían incluirse en la evaluación.

Para fijar los límites de la medición se debe definir que procesos/actividades del producto se incluirán en la recolección de datos y, por tanto, en los cálculos. Se especificará si los procesos de producción de la infraestructura se tienen en cuenta o no.

Se define el alcance que se le va a dar al cálculo, estableciendo los límites en función de si se quiere obtener la huella hasta “la puerta” del proceso de

fabricación o producción **(Fig.5)** o hasta el fin de la vida del producto **(Fig.6)**.

En función del alcance elegido se profundiza en el mapa de procesos que conlleva la fabricación del producto en cuestión. La clave principal es incluir todos los materiales que generan emisiones, ya sean directas o indirectas, en la producción del producto escogido. No hace falta incluir en los límites del sistema aquellas fuentes de emisiones inmateriales que sean menores de 1% del total de la huella, ni los insumos humanos durante los procesos ni el transporte de los consumidores hasta el punto de venta.

Para saber cuando una fuente de emisiones se debe tener en cuenta, puede ayudar hacer un mapa de procesos usando estimaciones y datos fácilmente accesibles. De esta manera, se identifican los puntos calientes, “hot spots”, de las emisiones generadas en el proceso de producción del producto.

## 4.3 Recopilación adicional de datos

Utilizando como guía las estimaciones realizadas en el paso anterior sobre el mapa de procesos elaborado se procede a recoger los datos siguiendo las especificaciones de la metodología seleccionada.

Existen dos tipos de datos necesarios para calcular la huella de carbono: datos de la actividad y factores de emisión. Los primeros hacen referencia a todos los materiales y cantidades de energía involucradas en el proceso (entradas, salidas, energía consumida,



transporte, etc.). Los segundos, establecen la relación entre dichas cantidades energéticas de las actividades en las emisiones resultantes de GEI. Ambos datos pueden obtenerse tanto de datos primarios o secundarios. Los primarios se refieren a medidas directas tomadas internamente, esto puede resultar algo tedioso pero el resultado será mucho más preciso y realista. Si esto no es posible se utilizarán datos secundarios obtenidos externamente a través de una base de datos como puede ser la de Ecoinvent® (Frischknecht et al., 2007), artículos y/o bibliografía rigurosa, estadísticas gubernamentales, entre otros.

Las entradas y salidas se representan en una tabla junto a las emisiones causantes del calentamiento global según la unidad funcional elegida.

## 4.4 Cálculo final de la huella de carbono

Para calcular la huella de carbono se debe sumar todos los materiales, energía y residuos de todas las actividades del ciclo de vida del producto y multiplicarlo por sus factores de emisión:



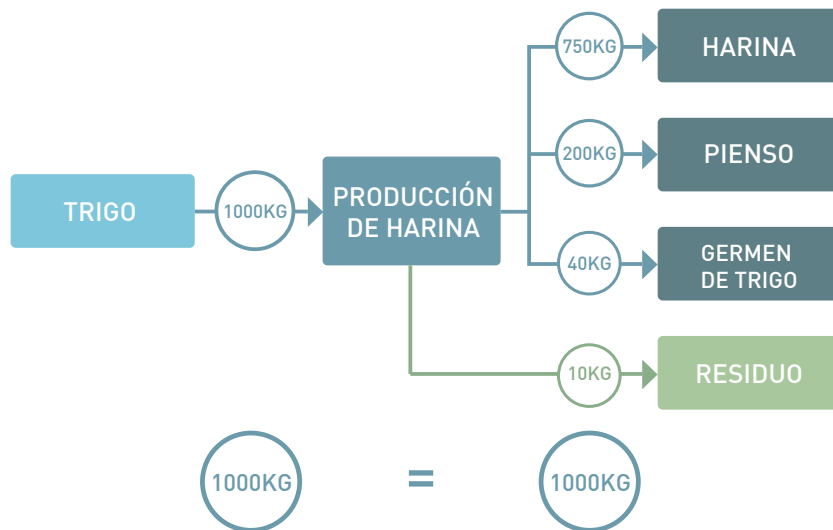
Los GEI son calculados para cada actividad y convertidos a dióxido de carbono equivalente ( $\text{CO}_2\text{eq}$ ) usando factores de conversión, estos convierten los diferentes GEI ( $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ , CFCs....) a la misma unidad

para poder ser sumados. Los más relevantes y usados suelen ser los del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC)<sup>2</sup> definidos para un horizonte a 100 años, en el caso de los factores de emisión para las fuentes de emisiones derivadas del consumo de electricidad, vapor o calor adquiridos suelen estar publicados por los proveedores de electricidad o por la propia red eléctrica local.

Normalmente, se realiza un balance de entradas y salidas para asegurarse la correcta contabilización de todos los flujos de entradas, salidas y residuos para no dejarnos nada sin contabilizar. El concepto fundamental de este balance se basa en que todo lo que entra en el sistema debe ser igual a lo que sale. En la práctica es una forma útil de identificar, con anterioridad, flujos de residuos posiblemente escondidos, por ejemplo, si la masa que sale del proceso es menor de la que entra, entonces algún otro flujo debe salir del sistema, seguramente en forma de residuos. Hay que tener en cuenta que para algunos sistemas naturales más complejos, como la agricultura, este balance de masas no resulta muy práctico o relevante. La **Figura 8** muestra un ejemplo de balance de masas de la producción de harina.

Hay productos que en su proceso de crecimiento (como las plantas, algas e incluso los moluscos) fijan  $\text{CO}_2$  en su estructura almacenando carbono y por tanto retirando GEI de la atmósfera. El cálculo de las fijaciones o remociones de GEI se hace de la misma forma que se ha descrito hasta ahora, la única diferencia es que el resultado final será negativo. Este dato se reducirá del positivo obteniéndose un resultado final neto de las emisiones de GEI. Esta huella, según la cantidad de absorción de carbono podrá ser incluso negativa, los productos cuyas huellas sean negativas son necesarios para ayudar a la mitigación del cambio climático.

2. <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/EFDB/main.php>



**Figura 8.** Ejemplo balance de masas de la producción de harina. Fuente: BSI (2008)

## 4.5 Verificación

De forma general, lo más conveniente es verificar externamente que la medición de la huella de carbono del producto se ha hecho correctamente, de esta manera las futuras acciones o decisiones tomadas estarán basadas en datos consistentes y robustos. Sin embargo, todo dependerá del grado de precisión y el objetivo marcado por la empresa o proyecto. No obstante, si la huella se quiere comunicar al consumidor final se recomienda que haya sido calculada por un experto y verificada externamente.

Por lo tanto se pueden realizar 3 formas de verificación en función del uso final que se le dará a la huella:

1. Certificación mediante una entidad independiente acreditada (AENOR, Bureau Veritas, SGS, etc.). Se contrata un auditor de la entidad

verificadora seleccionada para que revise y compruebe que los cálculos realizados son correctos. Esto es lo más recomendable si lo que se pretende es informar al usuario/ consumidor del producto, además de para compararse con otros productos.

2. Verificadora no acreditada como puede ser una consultora pero que, sin embargo no tiene el mismo reconocimiento o credibilidad que una entidad acreditada.
3. Verificación interna en el caso de querer que la huella de carbono sea para asuntos y mejoras internos.

**La comparación entre huellas de carbono se debe hacer solo si el cálculo se ha hecho de la misma manera, usando el mismo alcance y la misma metodología.**

## 4.6 Comunicación

El resultado final se puede utilizar de dos maneras distintas, a nivel interno ayudando a identificar el/los procesos responsables de las mayores emisiones de GEI, es decir, aquel o aquellos con mayor carga ambiental o emisiones. Esto es fundamental a la hora de reducir costes ambientales y energéticos principalmente, así como para tomar las correspondientes medidas para reducir dicha huella de carbono.

Otra manera de utilizar el resultado es comunicándolo al exterior, a través de la estrategia de comunicación de la empresa y/o directamente acompañando al producto en cuestión a través de su etiqueta, de esta forma el consumidor empezará a estar familiarizado con este indicador y podrá compararlo con otros productos.



La nueva ISO 14067 incorpora la comunicación como requisito para obtener la norma proporcionando los procedimientos para garantizar tanto la transparencia como la credibilidad de los datos.

## 4.7 Objetivos de reducción de emisiones

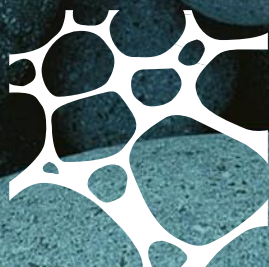
Cualquier estrategia empresarial robusta requiere del establecimiento de metas u objetivos en materia de ingresos, ventas u otro tipo de indicadores, así como sistemas para dar seguimiento al desempeño de la empresa. De la misma manera, la gestión de GEI involucra el establecimiento de un objetivo. Cuando las empresas definen estrategias de reducción en sus instalaciones y operaciones, los objetivos corporativos de GEI son claves. Las razones más comunes para establecer objetivos de reducción son las siguientes:

- » Minimizar y gestionar los riesgos asociados a los GEI
- » Demostrar liderazgo y responsabilidad corporativa
- » Reducción de costos y estímulos a la innovación
- » Preparación para futuras regulaciones
- » Participación en programas voluntarios

### Año base

Para que el objetivo sea creíble, tiene que haber transparencia sobre la forma en que se definen las emisiones objetivo con respecto al pasado. Según el tipo de empresa se puede optar por fijar un año base fijo, refiriendo los objetivos de reducción como un porcentaje con respecto a un año base fijo objetivo, es decir, reducir las emisiones en un 10% desde el 2010 al 2015, o bien se puede usar un año base móvil para el objetivo, en este caso, el año base cambiaría anualmente, haciendo referencia al objetivo de reducción año a año, o según establecido, es decir, reducir las emisiones en un 1% anual con respecto al año anterior.





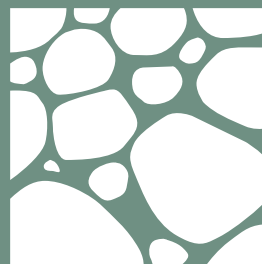
GUÍA PARA EL CÁLCULO DE  
LA HUELLA DE CARBONO EN  
PRODUCTOS ACUÍCOLAS





# 5

EJEMPLOS





## 5. EJEMPLOS



### 5.1 Mejillón

#### Fijar objetivos y definir el producto

El objetivo podría ser el de evaluar el perfil ambiental del cultivo del mejillón en Galicia de acuerdo a la metodología ambiental PAS 2050 (que sigue la norma ISO 14040/44 de ACV), dicho perfil ambiental se cuantificará en términos de su huella de carbono, midiéndose en kilogramos de dióxido de carbono equivalentes (kg CO<sub>2</sub>eq).

También se calculará el potencial de fijación de carbono en la concha, es decir, las remociones de GEI del mejillón, obteniéndose la huella de carbono neta del producto.

#### Identificar los límites y el mapa de procesos (alcances)

El sistema a estudiar abarca todo el proceso de cultivo de mejillón en las rías gallegas, desde la obtención de la semilla de mejillón hasta la descarga en puerto del mejillón de talla comercial, es decir, de la cuna a la puerta. Se tienen en cuenta los procesos de producción de la infraestructura

(batea y embarcaciones), combustibles, lubricantes, pinturas, alquitrán, etc.

Se define el mapa de procesos del sistema que permitirá la identificación de las fuentes de emisiones y los puntos críticos a lo largo del proceso productivo **(Fig.9)**.

### Elegir la unidad funcional

Todas las entradas y salidas identificadas en el proceso se referirán a 1 kg de mejillón.

### Recogida de datos

Los datos utilizados serán fundamentalmente primarios, recogidos a través de entrevistas con

los productores, aquellos datos no disponibles se obtendrán de la base de datos Ecoinvent®.

Para la construcción de 1 batea se tendrán en cuenta los materiales usados: lino, nailon, polipropileno, madera eucalipto, hormigón, plásticos y hierro.

Para el cultivo de 1 kg de mejillón se calcularán las emisiones que causan el lino, nylon, polipropileno, hormigón, plásticos, hierro, algodón, pintura antifouling, alquitrán, diesel, lubricante, pintura, madera de pino y de eucalipto.

También se tendrán en cuenta las emisiones causadas durante la extracción de la mejilla del medio natural.



**Figura 9.** Mapa de procesos de un cultivo de mejillón.

De esta manera, los datos de entrada son iguales a los de salida de forma que el balance de masas es igual.

### Cálculo de las emisiones y remociones de GEI

El cálculo de las remociones se hará mediante la cuantificación de  $\text{CO}_2$  en la concha del mejillón en el laboratorio y mediante la determinación de la relación entre la masa de la concha seca de mejillón y la masa de mejillón fresco. Así se obtiene la cantidad de  $\text{CO}_2$  que fija el mejillón en su crecimiento y, por tanto, retira del medio marino.

El cálculo de las emisiones se hace multiplicando la cantidad de elementos inventariados (datos de actividad) por su correspondiente factor de caracterización o conversión, que en este caso serán los propuestos por el IPCC con un horizonte temporal a 100 años (IPCC, 2007).



### Comunicación

Se informará a través de la web de la empresa con el fin de darle la máxima difusión posible. Así mismo se elaborarán notas de prensa para comunicar a los medios de comunicación y otros agentes interesados sobre los objetivos propuestos por la empresa de cara a reducir las emisiones de GEI y contribuir así a la mitigación del cambio climático gracias a un cultivo que, no solo emite GEI, sino que además, por la capacidad del mejillón de fijar carbono en su concha, también reduce  $\text{CO}_2$  antropogénico, obteniéndose una huella de carbono negativa en la producción de mejillón natural.

El fin último de la empresa a la hora de calcular la huella de carbono del mejillón es el de poder competir con otros productos alimenticios, similares o no, en los mercados y supermercados, por lo que se verificarán los cálculos para obtener una etiqueta con un sello reconocido internacionalmente que permita a los consumidores identificarlo fácilmente.

### Fijar objetivos de reducción de emisiones

Las asociaciones de mejilloneros podrán proponer entre sus empresas algunas de estas actuaciones:

- Comprar embarcaciones construidas con materiales que requieran baja demanda energética,
- Reutilizar, en la medida de lo posible, aquellos materiales y/o utensilios.



## 5.2 Rodaballo

### Fijar objetivos y definir el producto

Se evaluará el perfil ambiental del cultivo intensivo de rodaballo de acuerdo a la metodología ambiental PAS 2050 (según la norma ISO 14040/44), dicho perfil ambiental se cuantificará en términos de su huella de carbono, midiéndose en kilogramos de dióxido de carbono equivalentes (kg CO<sub>2</sub>eq).

También se identificarán los distintos subsistemas que más contribuyen a la emisión de GEI así como aquellos procesos involucrados a lo largo de los sistemas productivos con mayor carga ambiental.

### Identificar los límites y el mapa de procesos (alcances)

Se considerarán todas las actividades que tienen lugar dentro del proceso productivo en la granja de rodaballo: incubación y cría de las larvas (subsiste-

ma 1), crecimiento (subsistema 2) y operación final y muerte del rodaballo (subsistema 3).

También se tendrán en cuenta las diferentes entradas a la granja (químicos, pienso, energía) consideradas dentro de los límites del sistema bajo estudio y prestando especial atención a la producción del pienso.

Para ello, se elabora el mapa de procesos del sistema que permitirá la identificación de las fuentes de emisiones y los puntos calientes a lo largo del proceso productivo (**Fig.10**).

### Elegir la unidad funcional

Todas las entradas y salidas identificadas en el proceso se referirán a 1 kg de rodaballo adulto y listo para consumo.

### Recogida de datos

En la medida de lo posible se utilizarán datos primarios reales procedentes de empresas operativas

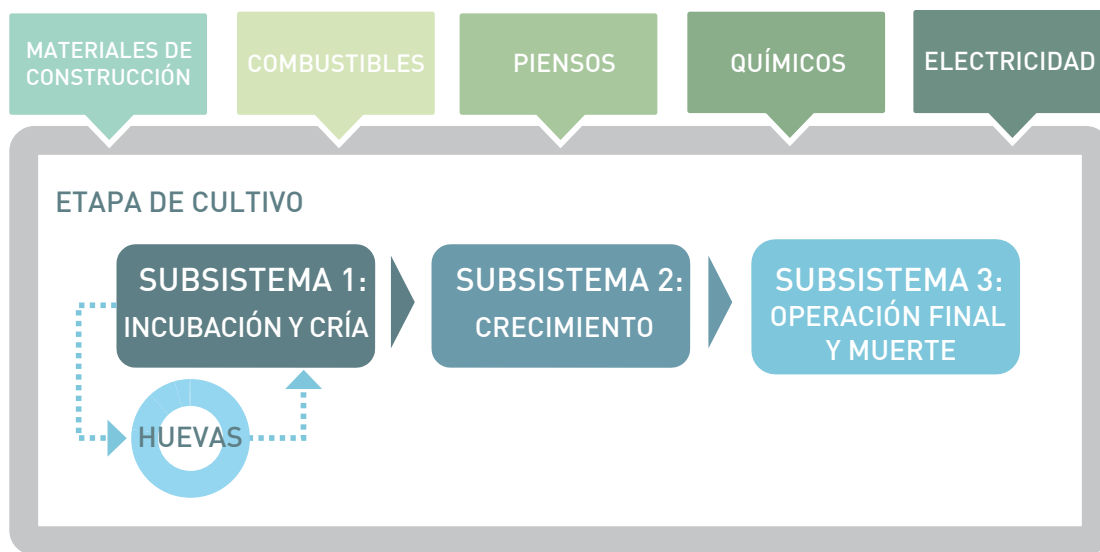
actualmente. Para los datos no disponibles se usará la base de datos Ecoinvent® como datos secundarios.

Se cuantificarán los datos de entradas y salidas a inventariar para los subsistemas descritos en el mapa de procesos, estos son:

- oxígeno líquido,
- pienso,
- agua dulce y salada,
- diesel,
- electricidad,
- huevos y alevines de rodaballo,
- rodaballo adulto,
- papel y cartón,
- madera,
- chatarra,

- plástico,
- filtros,
- residuos no peligrosos sin valorización (residuos sólidos, lodos, pescado muerto, bolsas de plástico, residuo orgánico),
- residuos peligroso a tratamiento (latas de spray, aceites, mezclas de agua-hidrocarburos, plásticos, filtros aceite, contenedores metálicos, residuos laboratorio, baterías, fluorescentes, medicinas),
- emisiones al agua (sólidos en suspensión, nitritos, fosfatos y COT) y al aire ( $\text{SO}_2$ , CO,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{O}_2$ ).

Estas entradas y salidas se cuantifican de manera que el balance final sea igual de un lado y del otro, así sabemos que nos dejamos ningún proceso sin contabilizar.



**Figura 10.** Mapa de procesos del cultivo del rodaballo.



## Cálculo de las emisiones y remociones de GEI

El cálculo de las emisiones se hace multiplicando la cantidad de elementos inventariados (datos de actividad) por su correspondiente factor de caracterización o conversión (IPCC, 2007).

En el caso del rodaballo no es necesario calcular las remociones ya que a lo largo de su producción no se produce fijación de CO<sub>2</sub> del medio natural o, si se produce, es tan pequeña que su cuantificación resultaría totalmente inapreciable en el resultado final.

## Comunicación

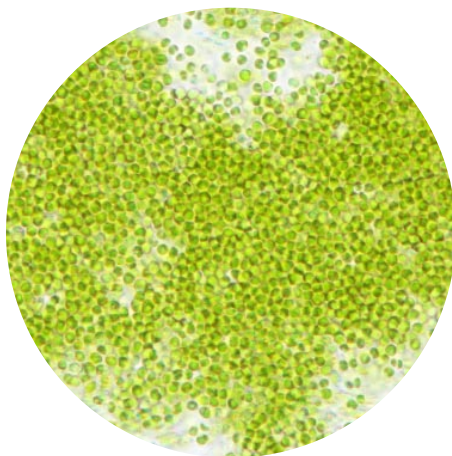
Según el resultado de la huella de carbono, la empresa puede optar por establecer unas medidas internas de reducción a través de un plan estratégico de reducción de GEI o informar al exterior a través

de notas de prensa a los medios de comunicación e incluso incluir el resultado de la huella de carbono en el producto final para que el consumidor pueda comparar con otros productos. Para esto último la empresa debería adherirse a un sello voluntario o no (PAS, ISO) definido en función de la metodología que haya elegido a la hora de cuantificar la huella.

## Fijar objetivos de reducción de emisiones

Para reducir las emisiones de GEI las empresas productoras de rodaballo pueden realizar actuaciones como las siguientes:

- Reducir el consumo eléctrico mediante tecnologías limpias, uso de energías renovables,
- Compensar emisiones a través de la inversión de capital en reforestación de bosques madereros.



### 5.3 Microalgas

#### Fijar objetivos y definir el producto

Se pretende calcular la huella de carbono neta (emisiones + remociones) del proceso de cultivo de especies de microalgas con usos en acuicultura en sistemas de fotobiorreactores verticales planos.

Para ello se utilizará la metodología y especificaciones recogidas en la especificación PAS 2050, la cual adapta los principios de análisis de ciclo de vida siguiendo la norma ISO 14040/44 y analizando únicamente los GEI.

#### Identificar los límites y el mapa de procesos (alcances)

Se considera el proceso de producción de la microalga hasta su envasado.

Se define el mapa de procesos del sistema que permitirá la identificación de las fuentes de emisiones y remociones, así como los puntos críticos a lo largo del proceso productivo **(Fig.11)**.

#### Elegir la unidad funcional

La unidad de producto elegida para el cálculo de la huella de carbono es 1 kg de biomasa microalgal seca.

#### Recogida de datos

Por un lado se obtienen los datos necesarios para el cálculo de la captación de  $\text{CO}_2$ , es decir, la productividad de la biomasa. Aproximadamente el 50% de la biomasa seca de las microalgas es carbono, conteniendo cada gramo de biomasa alrededor de 0,5 g de carbono. Considerando la relación entre el peso molecular del  $\text{CO}_2$  y el elemental del carbono, se deriva la cantidad de  $\text{CO}_2$  biofijado por gramo de biomasa obtenida.

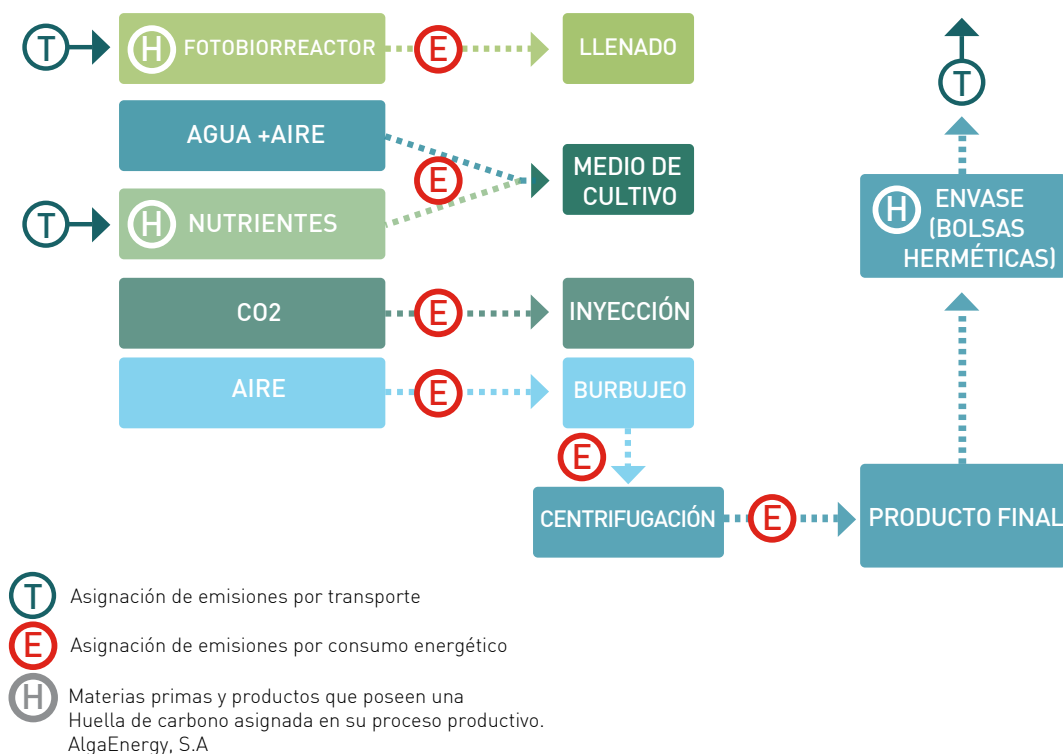
Para el cálculo de las emisiones se recoge la información relativa al:

- consumo energético de una instalación de cultivo de microalgas en proceso de producción,
- materiales empleados para la fabricación de los fotobiorreactores por kg de biomasa producido,
- kg de nutrientes (fertilizante) necesarios para producir 1 kg de biomasa, ya que la producción de los fertilizantes, que son productos de síntesis

- química, conlleva la emisión de GEI,
- kg de plástico utilizados para el envasado del producto final y por kg de biomasa.

### Cálculo de las emisiones y remociones de GEI

El cálculo de las remociones (biofijación) se hace a partir de la productividad de la microalga calculando la cantidad de CO<sub>2</sub> fijada según la relación explicada en el punto 4.



**Figura 11.** Mapa de procesos del cultivo de microalgas para alimento en acuicultura.

El cálculo de las emisiones de GEI se hace a partir del consumo eléctrico multiplicando los kilowatios-hora (kWh) consumidos por un factor de emisión calculado y publicado por Red Eléctrica de España. Los factores de emisión utilizados para el resto de las actividades se obtienen del IPCC y de la Agence de l'Environnement et de la Maitrise de L'Énergie (ADEME).

Por lo tanto se calculan las emisiones asociadas al proceso productivo de microalgas para su aplicación en el sector acuícola:

- Consumo energético (Kwh/Kg biomasa) x factor de emisión
- Fotobiorreactores (kg plástico consumido/kg de

biomasa) x factor de emisión

- Nutrientes (emisiones asociadas a la producción de fertilizantes agrícolas en kg) x factor de emisión
- Envasado (kg plástico consumido/kg de biomasa envasada) x factor de emisión

### Comunicación

Si la empresa tenía como objetivo ser más competitivo y ofrecer un valor añadido a su producto final entonces se le debe dar la máxima difusión posible al resultado de la huella, esto se hará informando a través de la Web de la empresa, publicando notas de prensa dirigidas a los medios de comunicación y otros agentes interesados, sobre los objetivos propuestos por la empresa de cara a reducir las emisiones de GEI



y contribuir así a la mitigación del cambio climático gracias a la capacidad de las microalgas para captar CO<sub>2</sub> a lo largo de su vida.

Por último la empresa debería adherirse a un sello o certificación que le otorgue un distintivo para incluir en su etiqueta final en el producto de venta.

### Fijar objetivos de reducción de emisiones

Las empresas productoras de microalgas pueden elaborar un informe con objetivos concretos y viables, a alcanzar de año en año, por ejemplo:

- Implantación de medidas correctoras que reduzcan el consumo, como cambios en las técnicas de procesamiento de la biomasa o mejorando técnicas de cultivo,
- Diseñar fotobiorreactores que usen materiales más eficientes energéticamente en su fabricación,
- Buscar emplazamientos para las plantas de producción con elevada radiación solar, evitando así el elevado consumo energético en iluminación artificial y, la mayor productividad de las microalgas,
- Aprovechar los gases de combustión emitidos por las industrias y centrales de generación eléctrica (ciclo combinado, cogeneración, etc.).







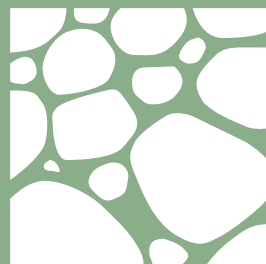
GUÍA PARA EL CÁLCULO DE  
LA HUELLA DE CARBONO EN  
PRODUCTOS ACUÍCOLAS





# 6

MEDIDAS DE  
REDUCCIÓN Y  
COMPENSACIÓN



## 6. MEDIDAS DE REDUCCIÓN Y COMPENSACIÓN

El calentamiento global y el cambio climático se han revelado como un tema clave en materia de desarrollo sostenible. Muchos gobiernos están tomando medidas para reducir sus emisiones de GEI, a través de la puesta en marcha de políticas nacionales que contemplan la introducción de programas de intercambio y comercio de emisiones, programas voluntarios, impuestos al carbono o a la energía, y regulaciones y estándares en materia de eficiencia energética y emisiones. Como resultado, las empresas deben ser capaces de comprender y manejar los riesgos asociados a los GEI, para asegurar un desempeño exitoso a largo plazo en un ámbito de negocios competitivo, y prepararse adecuadamente para futuras políticas nacionales e internacionales relacionadas con la protección del clima.

Una vez las empresas han calculado la huella de carbono deberían desarrollar un plan estratégico de mitigación y adaptación al cambio climático, definiendo medidas de reducción de emisiones, en este plan la empresa marca medidas reductoras y/o compensatorias alcanzables con objetivos temporales. Hay dos tipos de medidas que las empresas pueden proponer: directas, dirigidas a los gastos y consumos propios de sus instalaciones y sobre las cuales pueden actuar directamente e indirectas, o compensatorias, estas se hacen en el caso de que la empresa desee seguir mitigando el cambio climático, esta vez desde fuera, o porque no pueda o quiera seguir aplicando medidas de reducción internas.



### Medidas de reducción de GEI

#### Relacionadas con el consumo eléctrico

Las empresas pueden reducir su consumo de electricidad invirtiendo en tecnologías de eficiencia energética y aplicando medidas de ahorro de energía. Además, los mercados emergentes de energía verde proveen oportunidades para algunas empresas de cambiar a fuentes de electricidad menos intensivas en GEI. Las empresas pueden también instalar una planta de cogeneración in situ eficiente, particularmente si reemplaza la adquisición de electricidad más intensiva en GEI de la red o de su proveedor de electricidad.

Las empresas de electricidad suministran un mix de energías según distintas fuentes, esta información es posible saberla a partir de los informes anuales de las compañías, dando la posibilidad al consumidor de optar por una u otra compañía. Existen algunas que producen más del 90% de su energía empleando fuentes renovables (solar, eólica, hidráulica,...), mientras que en otros casos este porcentaje no supera el 15%. Este mix hace variar la huella de carbono notablemente en función de la cantidad de combustibles fósiles que hay que quemar.

La reducción de emisiones puede lograrse eliminando consumos que no son necesarios, como la iluminación de estancias en períodos donde no se realiza ningún tipo de actividad, asegurándose que los últimos trabajadores se encarguen de dejar todas las luces apagadas, o haciendo un uso responsable de la iluminación, incluso se debe aprovechar en la medida de lo posible la luz natural. Los interruptores separados ayudan a la eficiencia energética, así como, la instalación de sensores fotoeléctricos que permiten el apagado de la iluminación exterior con luz diurna contribuyendo a reducir el consumo de electricidad.

En muchas ocasiones también se dejan encendidos los aparatos de aire acondicionado en estancias desocupadas, la temperatura de los mismos, aunque regulada por Ley, muchas veces se excede a la permitida.

**Se estima que cada grado por debajo de 25°C en el aire acondicionado puede aumentar en un 5% el consumo eléctrico.**

El aislamiento de las salas, oficinas o estancias puede redundar en un mayor gasto energético, por eso a la hora de construir el edificio o reforma se debe aislar adecuadamente los muros, techos y ventanas.

**Un aumento de 1°C de temperatura en la calefacción supone un 6% más de consumo eléctrico, siendo recomendable no superar los 20°C.**

A la hora de buscar aparatos de electricidad es conveniente comprar los que llevan los distintivos de bajo consumo, así se posibilitará el ahorro. Es recomendable sustituir progresivamente las bombillas tradicionales por las de bajo consumo. Las lámparas halógenas son más eficientes que las bombillas tradicionales. La sustitución de bombillas incandescentes por tubos fluorescentes en las estancias en las que se necesite una mayor cantidad de luz es otra medida adecuada, si bien, por su elevado consumo en la fase de encendido, es recomendable reducir la frecuencia de apagado y encendido, debiendo mantener las luces encendidas si el período de ausencia es inferior a 20 minutos.



## Relacionadas con el consumo de combustibles fósiles

La sustitución del carbón por gas natural y por medio de tecnologías de combustión más eficientes, con mejores rendimientos energéticos, puede llevar a reducciones de emisiones de CO<sub>2</sub> por unidad de energía utilizada de hasta un 50%.

En este sentido, las empresas pueden establecer medidas dirigidas a mejorar los sistemas de calefacción (calderas de gas, condensación) e incorporar aparatos de bajo consumo. La formación de los empleados en materia de conducción eficiente evitará consumos innecesarios de combustibles, así como el uso de nuevos combustibles (biocombustibles). El uso de transporte público para desplazamientos dentro de la jornada laboral también suma a la reducción de la huella de carbono.

**Las calderas de condensación pueden conseguir ahorrar hasta un 30% de energía frente a las convencionales.**

## Adquisición de materias primas

La empresa tiene en sus manos reducir sus emisiones a través de la compra de productos a terceros, solicitar a sus proveedores materias primas y demás productos e infraestructura fabricadas con reducidas cargas energéticas. Esto implicaría la puesta en marcha de nuevos sistemas de información ambiental, creando ecoetiquetas ambientales y/o que informen sobre la huella de carbono del producto de compra. En caso de que la empresa proveedora no disponga de certificaciones específicas esta debería

demostrar de alguna manera que realiza prácticas recomendadas, como el uso de biocombustibles, el reciclaje de materiales o una generación de residuos por tonelada baja.

## Generación de residuos

Las emisiones energéticas ocasionadas por los residuos provienen de las emisiones generadas en el proceso de tratamiento de residuos (incineración, enterramiento,...), así como las generadas durante el transporte al vertedero o lugar del tratamiento. Así, la reducción de la huella de carbono se centra en generar la menor cantidad de residuos posibles, considerando la reducción de consumos innecesarios, su reutilización y reciclaje y la búsqueda de una mayor eficiencia en la gestión de los materiales.

En el caso de los residuos que van a ser reciclados, la empresa productora del residuo computa solo la huella de su preparación en la planta de tratamiento central (separación, clasificación, limpieza,...). Una vez que el residuo llega a la planta de reciclado se convierte en materia prima del futuro producto en el que se convertirá, de modo que esa huella se asigna a la empresa recicladora.

## Consumo de agua

El consumo de agua genera un consumo de energía: captación, bombeo, saneamiento, etc. generándose emisiones de GEI. Las medidas dirigidas a este consumo pasan por vigilar que los grifos y dispositivos similares estén bien cerrados cuando no son usados, sustitución de tuberías antiguas, instalación de sistemas de detección de fugas, seguimiento de las obras realizadas para evitar roturas, entre otros.



## 6.2 Medidas de compensación de GEI

Las medidas para compensar la huella de carbono son medidas indirectas que la empresa aplica en el caso de que las medidas de reducción anteriormente definidas no sean viables.

Entre las medidas compensatorias más usadas está la inversión en capital natural, es decir, las empresas deciden invertir en espacios naturales y su gestión sostenible, como mecanismo de compensación de emisiones.

Al invertir en biomasa vegetal lo que se está haciendo es aumentar la existencia de sumideros de carbono, las plantas captan  $\text{CO}_2$  en su "respiración" para liberar al medio  $\text{O}_2$ , así se ayuda a combatir y

mitigar el cambio climático. La cantidad de  $\text{CO}_2$  que se reducirá dependerá de la tasa de absorción para cada tipo de superficie forestal, la especie plantada y, sobre todo, la superficie reforestada.

Estas medidas también contribuyen a la generación de empleos verdes, al reforestar bosques, aprovechar un bosque de robles para la producción de setas, apicultura, etc. se está contratando gente relacionada con el medio ambiente. De este modo, la empresa fomenta, de forma voluntaria, al logro de un modelo de desarrollo sostenible perdurable a largo plazo.

Otro tipo de medidas de compensación puede ser la adhesión a algún sistema de ecoetiquetado o mecanismo que aporte información sobre las prácticas de la empresa en cuanto a eficiencia energética.

Por último, la empresa puede optar por comprar bonos de carbono, billetes verdes, etc.





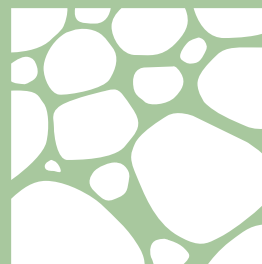
GUÍA PARA EL CÁLCULO DE  
LA HUELLA DE CARBONO EN  
PRODUCTOS ACUÍCOLAS





# 7

TASA DE RETORNO  
ENERGÉTICO



## 7. TASA DE RETORNO ENERGÉTICO

El pescado y los mariscos, como la carne, son valiosos en la alimentación debido a que suministran una buena cantidad de proteína de alto valor biológico (entorno al 17% de la cantidad comestible), sobre todo aminoácidos que contienen azufre. De hecho en 2009 el pescado representó el 16,6% del aporte de proteínas animales de la población mundial y el 6,5% de todas las proteínas consumidas (FAO 2012). Las proteínas, además de ser un aporte energético, son las responsables del crecimiento y desarrollo celular, de ahí su vital importancia en la dieta, sobre todo para niños y mujeres embarazadas, al necesitar gran cantidad de las mismas para un correcto desarrollo, por ello son consideradas por la FAO como el pilar fundamental en la alimentación.

Teniendo en cuenta el aporte de proteínas para nuestra dieta ha surgido un parámetro adimensional derivado de la intensidad energética que nos permite analizar y comparar diferentes productos. Dicho indicador se denomina  $TRE_{prot}$  (tasa de retorno energético en forma de proteína comestible), derivado del inglés *ep-EROI* (*edible protein energy return on investment ratio*), siglas en inglés del cociente entre la energía obtenida en forma proteica y la energía invertida, expresando de manera porcentual la cantidad de energía retornada en forma de proteína comestible, en relación con la energía invertida para obtener dicho producto (Vázquez-Rowe et al., 2013). En este parámetro se tienen en cuenta todos los tipos de energía (renovable y no renovable) necesarios a lo largo del ciclo de vida de un producto o proceso,

permitiendo comparar los resultados entre diferentes tipos de productos del sector alimentario.

La contribución global de la pesca a las emisiones globales de GEI parece ser relativamente pequeño en términos absolutos. Según el Estado Mundial de la Pesca y de la Acuicultura de 2008: “la pesca contribuye en baja medida pero significativamente a las emisiones de GEI durante las operaciones de producción y el transporte, procesamiento y almacenamiento del pescado” (FAO 2009). Las estimaciones sobre el consumo mundial de energía para la pesca sugieren que en realidad los productos pesqueros son, en promedio, una fuente mucho más eficiente energéticamente de proteína que muchos sistemas de producción de animales terrestres.

Estudios realizados en los salmones de crianza de Canadá obtuvieron datos de  $TRE_{prot}$  que variaban desde 7,8% a 17,8% dependiendo de la formulación de los piensos usados. Así, se pudo ver que comparando la  $TRE_{prot}$  de una granja de salmones con piensos ambientalmente sostenible (orgánicos) con una de pollos los resultados son parecidos (17% para el pollo). De forma parecida sucede si lo comparamos, en términos de calentamiento global, con otras granjas terrestres cárnica.

Para comprender mejor este valor es conveniente compararlo con otros productos. Tal como muestra la **Tabla 7**, se observan valores de  $TRE_{prot}$  para una amplia variedad de fuentes de alimento animal,

donde los sistemas de producción de proteína animal como el pollo presenta un retorno energético bastante elevado: 25%, debido principalmente al elevado rendimiento en cuanto a producción mientras que la carne de vacuno presenta un valor bajo: 5% sobre todo si lo comparamos con pollo o incluso pavo: 10%.

En cuanto a productos frescos procedente de pesca extractiva, se aprecia como la pesca litoral presenta un retorno energético elevado como es el caso de jurel (14,9%), sardina (18,3%) y caballa (17,8%) procedentes de la pesca en litoral de Galicia utilizando cerco como arte de pesca. Otra pesquería destacada de cerco en el litoral es la de la caballa

en el País Vasco, que obtiene el valor más elevado con el 68,6%. Otras pesquerías como la de arrastre de fondo en Mauritania apenas superan el 2% de retorno en sus capturas, o el palangre en Azores donde apenas se alcanza el 3% para sus capturas. La pesquería de litoral en Galicia de arrastre presenta un retorno menor si se compara con el cerco de litoral. Por otro lado, destaca el retorno energético para la pesca de arrastre en Chile con el 10,4%, ya que es en esta pesquería en la que se obtiene el ingrediente principal de las varitas de merluza. Las diferencias entre los retornos energéticos en forma de proteína de las diferentes pesquerías se deben principalmente a la eficiencia energética durante la extracción de estos productos.

Producto	TRE <sub>prot</sub> (%)	Procedencia/arte
Pollo	25,0	Estados Unidos
Tilapia	13,0	Indonesia/acuicultura
Pavo	10,0	Estados Unidos
Leche	7,1	Estados Unidos
Carne vacuno	5,0	Estados Unidos
Huevos	2,5	Estados Unidos
Pez espada	2,6	Azores/palangre
Tintorera	1,9	Azores/palangre
Marrajo	2,4	Azores/palangre
Atún	2,8	Azores/palangre
Pulpo	2,1	Mauritania/arrastre de fondo
Calamar	2,1	Mauritania/arrastre de fondo
Lenguado	1,5	Mauritania/arrastre de fondo
Merluza negra	1,3	Mauritania/arrastre de fondo
Langostino	2,0	Mauritania/arrastre de fondo
Jurel	14,9	Galicia/cerco
Sardina	18,3	Galicia/cerco
Caballa	17,8	Galicia/cerco
Merluza	5,6	Galicia/arrastre litoral
Caballa	7,3	Galicia/arrastre litoral
Jurel	6,1	Galicia/arrastre litoral
Bacaladilla/lirio	5,8	Galicia/arrastre litoral
Caballa	68,6	País Vasco/cerco

**Tabla 7.** Valores de TRE<sub>prot</sub> para varios sistemas de producción de proteína animal. Fuente: Tyedmers et al. (2005); Vázquez-Rowe et al. (2013)





GUÍA PARA EL CÁLCULO DE  
LA HUELLA DE CARBONO EN  
PRODUCTOS ACUÍCOLAS

# 8

ORGANISMOS E  
INSTITUCIONES  
IMPLICADAS



## 8. ORGANISMOS E INSTITUCIONES IMPLICADAS

Para afrontar un fenómeno tan diverso y complejo como el del cambio climático, es indispensable un esfuerzo continuado y un enfoque global orientados a identificar estrategias, políticas e instrumentos que permitan desarrollar medidas efectivas de actuación contra el cambio climático. Entre otros organismos que, en el ámbito nacional, desempeñan diferentes funciones en la lucha contra el cambio climático podemos mencionar los siguientes:

1. Oficina Española de Cambio Climático,
2. Consejo Nacional del Clima,
3. Comisión de Coordinación de Políticas de Cambio Climático,
4. Comisión Interministerial para el Cambio Climático.

La Oficina Española de Cambio Climático (OECC), creada en 2001 (Real Decreto 376/2001) como órgano colegiado dependiente de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental del Ministerio de Medio Ambiente para desarrollar las políticas relacionadas con cambio climático, tiene como principal objetivo contribuir a la mejora de la sensibilización y concienciación de los ciudadanos sobre las causas y efectos derivados del cambio climático. La OECC dirige y coordina la ejecución de las competencias que corresponden a este departamento en relación con la formulación de las políticas de calidad ambiental

y la prevención de la contaminación y el cambio climático, la evaluación ambiental, fomento del uso de tecnologías limpias y hábitos de consumo menos contaminantes y más sostenibles.

La necesidad de promover la investigación sobre el cambio climático, el análisis de las implicaciones sociales y económicas y la creciente sensibilidad social ante el reto ambiental, estuvieron en el origen de la creación, en el año 1992, de la Comisión Nacional del Clima con los objetivos colaborar en la elaboración del Programa Nacional del Clima, asesorar al Gobierno sobre la política referente al cambio climático y sobre las estrategias de respuesta. El paulatino incremento de la carga de trabajo en la lucha contra el cambio climático exigía una respuesta institucional adecuada. A la OECC le corresponde ejercer las funciones técnicas y de gestión del secretariado de este órgano colegiado de acuerdo con el artículo 3.1.b del Real Decreto 401/2012, de 17 de febrero, por el que se desarrolla la estructura orgánica básica del MAGRAMA.

La Ley 1/2005, de 9 de marzo, crea la Comisión de Coordinación de Políticas de Cambio Climático (CCPCC) como órgano de coordinación y colaboración entre la Administración General del Estado y las Comunidades Autónomas para la aplicación del

régimen de comercio de derechos de emisión y el cumplimiento de las obligaciones internacionales y comunitarias de información inherentes a éste.

Por último, en 2011 (Real Decreto 1886/2011), se establecen las Comisiones Delegadas del Gobierno, y se regula, en el punto tres de la Disposición adicional segunda, la composición y funcionamiento de la Comisión Interministerial para el Cambio Climático: Se crea, adscrita al MAGRAMA, la Comisión Interministerial para el Cambio Climático, como órgano colegiado interministerial de los previstos en el artículo 40 de la Ley 6/1997, de 14 de abril, de Organización y Funcionamiento de la Administración General del Estado, a la que corresponden las funciones de seguimiento y propuesta de las diferentes políticas relacionadas con el Cambio Climático.

El MAGRAMA, a través de la OECC, lucha contra el cambio climático a través de las siguientes acciones paralelas:

### Mitigación

Mitigación a través de limitación de emisiones mediante acuerdos internacionales, ya que se trata de un problema que necesariamente ha de tratarse de forma global. La solución a un problema global viene de acuerdos que coordinen y complementen las acciones aplicadas en el ámbito nacional. Dichas limitaciones se aplican a través de determinadas tecnologías que permitan limitar y amortiguar las causas del cambio climático a corto, medio y largo plazo. Para esto se define el potencial técnico, económico, de mercado y socio-ambiental de distintos sectores de actividad como el de suministro de energía, industrial, transporte, residencial, institucional y comercial, agrario, gestión de residuos y forestal.

### Fondo de Carbono

La Ley 2/2011, de 4 de marzo, de Economía Sostenible crea, en su artículo 91, el Fondo de Carbono para una Economía Sostenible (FES-CO2).

Este nuevo instrumento de financiación climática, se concibe con el objetivo de reorientar la actividad económica hacia modelos bajos en carbono al mismo tiempo que se contribuye al cumplimiento de los objetivos internacionales asumidos por España en materia de reducción de emisiones de GEI.

Mediante la adquisición de créditos de carbono vinculados a proyectos o iniciativas de reducción de emisiones, el FES-CO2 movilizará recursos y eliminará barreras a la inversión privada, fomentando la actividad de las empresas en los sectores asociados a la lucha contra el cambio climático. El Fondo adquirirá créditos en forma de reducciones verificadas de emisiones de proyectos desarrollados en España, y de forma adicional podrá adquirir créditos internacionales generados al amparo del Protocolo de Kyoto, así como cualquier otro tipo de crédito que pueda ser objeto de negociación en los mercados de carbono.

El Real Decreto 1494/2011, de 24 de octubre, por el que se regula el Fondo de Carbono para una Economía Sostenible, define sus principios de actuación.

- **Proyectos Clima**

Los Proyectos Clima, promovidos a través del FES-CO2, están concebidos para marcar una senda de transformación del sistema productivo español hacia un modelo bajo en carbono. Se adquirirán reducciones verificadas de emisiones en los conocidos como "sectores difusos" (no sujetos al régimen europeo de comercio de derechos de emisión) que resulten del desarrollo de proyectos en España.

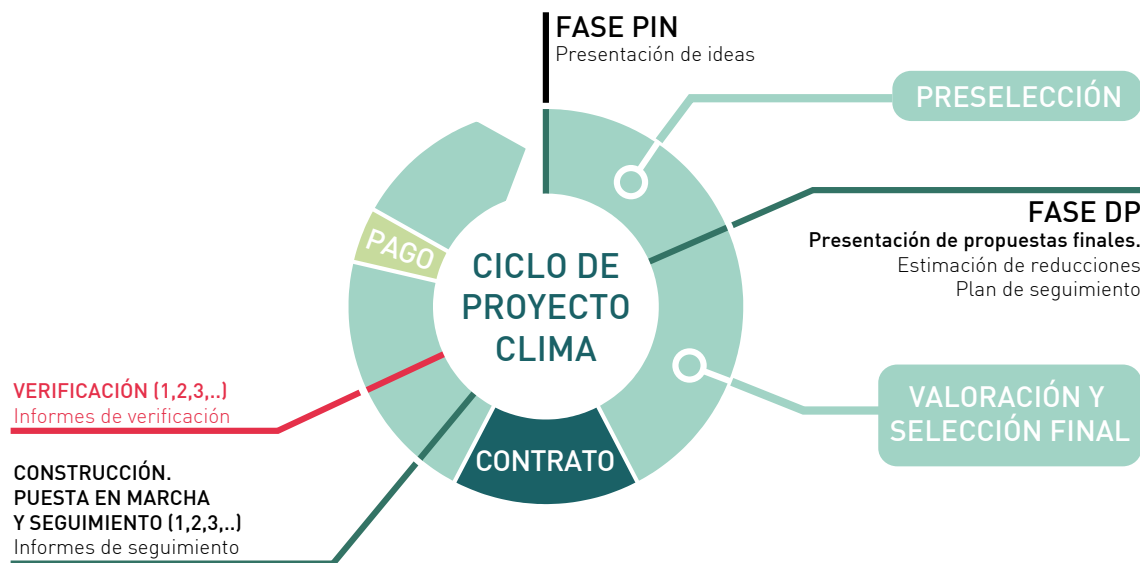
El Fondo ofrecerá apoyo al sector privado para emprender actividades bajas en carbono, propiciando el clima de inversión necesario para impulsar el desarrollo de tecnologías limpias que contribuyan a la mitigación del cambio climático mediante la compra de créditos en forma de reducciones verificadas de emisiones de proyectos desarrollados en España, el Fondo asegurará la viabilidad de estas actividades o tecnologías limpias, facilitando su desarrollo y expansión, contribuyendo de esta manera a la reducción de emisiones en el territorio nacional.

Las reducciones verificadas procedentes de proyectos ubicados en España, que podrán ser adquiridas a través del FES-CO2, requerirán el cumplimiento de una serie de requisitos que se encuentran recogidos en el artículo 7 del RD 1494/2011, y que serán complementados por directrices que fije el Consejo

Rector del Fondo. Entre otras cosas, los promotores deberán presentar al FES-CO2 un informe de seguimiento verificado. Tras la presentación de los informes de seguimiento verificados, durante los cuatro años posteriores a la firma del contrato de compraventa, el FES-CO2 adquirirá y abonará el importe acordado por las reducciones de emisiones verificadas acordadas.

- **Proyectos en terceros países**

Con carácter complementario, el FES-CO2 podrá adquirir créditos internacionales procedentes de proyectos desarrollados al amparo de los mecanismos de flexibilidad del Protocolo de Kyoto u otras normas de derecho internacional. Dichas adquisiciones podrán realizarse acudiendo a los mercados de carbono o a través de operaciones



**Figura 12.** Etapas proyectos clima.



bilaterales. Los volúmenes, características, precios y tipologías de este tipo de operaciones se evaluarán caso por caso.

Se dará prioridad a proyectos de eficiencia energética, energías renovables y gestión de residuos, así como a aquellos que representen un elevado componente de transferencia de tecnología en el país donde se lleven a cabo. Asimismo, se tratará de incentivar la participación de las empresas españolas en los mismos, para lo que el Fondo podrá asociar su actividad y recursos a otros instrumentos de apoyo oficial a la internacionalización de la empresa española.

### Mecanismos de flexibilidad y sumideros

El Protocolo de Kyoto establece tres mecanismos de flexibilidad para facilitar a los la consecución de sus objetivos de reducción y limitación de emisiones de GEI, estos son: el Comercio de Emisiones, el Mecanismo de Desarrollo Limpio y el Mecanismo de Aplicación Conjunta. Los dos últimos se basan en proyectos debido a que las unidades de reducción de las emisiones resultan de la inversión en proyectos, adicionales ambientalmente, encaminados a reducir las emisiones antropogénicas por las fuentes, o a incrementar la absorción antropogénica por los sumideros de los GEI. España cuenta con instrumentos financieros complementarios al Fondo de Carbono en materia de asistencia técnica como las líneas de Estudios de Viabilidad (FEV) bilaterales, en relación a la financiación adicional a

través de Créditos de Fondo de Ayuda al Desarrollo (FAD), líneas ICO, COFIDES, etc.

### Comercio de derechos de emisión

El comercio de derechos de emisión está regulado por la Ley 1/2005 fomenta la reducción de emisiones en el sector industrial y de generación eléctrica. Este régimen afecta a 1.100 instalaciones y un 45% de las emisiones totales nacionales de GEI. Esta ley aprueba Planes Nacionales de asignación de derechos de emisiones asignados a España.

### Impactos, vulnerabilidad y adaptación

La respuesta española frente a los impactos, vulnerabilidad y adaptación se plasma en el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC) que establece el marco de referencia y coordinación nacional para las iniciativas y actividades de evaluación de impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático.

### Educación, formación, sensibilización del público

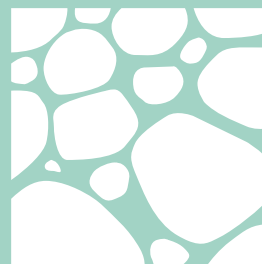
La OECC, de acuerdo a lo establecido en el artículo 6 de la CMNUCC y el Programa de Trabajo de Doha que lo desarrolla, trabaja para facilitar, intercambiar y difundir información que contribuya a la sensibilización de los ciudadanos en este tema y desarrolla las actividades de información, formación y sensibilización en colaboración con el Centro Nacional de Educación Ambiental (CENEAM).



GUÍA PARA EL CÁLCULO DE  
LA HUELLA DE CARBONO EN  
PRODUCTOS ACUÍCOLAS



# BIBLIOGRAFÍA ACRÓNIMOS



# BIBLIOGRAFÍA

AEMET. (2009). Generación de escenarios regionalizados de cambio climático para España. Pg. 158.

AEMET. (2012). Resumen Anual Climatológico 2011. En <http://www.aemet.es/>

BSI (2008). Guide to PAS 2050: How to assess the carbon footprint of goods and services. British Standards Institution.

BSI. (2012). PAS 2050-2:2012 - Assessment of life cycle greenhouse gas emissions: supplementary requirements for the application of PAS 2050:2011 to seafood and other aquatic food products. British Standards Institution.

Carbon Trust, Department of Environment, Food & Rural Affairs and British Standards Institute. (2011). PAS 2050: Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services. Disponible en: <http://www.bsigroup.es/es/>

Castro M., Martín-Vide J & Alonso S. (2005). El Clima de España: pasado, presente y escenarios de clima para el siglo XXI. En: J.M. Moreno (ed.) Evaluación Preliminar de los impactos en España por efecto del cambio climático. Ministerio de Medio Ambiente. pp. 1-64.

FAO. (2009). The State of World Fisheries and Aquaculture 2008. Rome: FAO.

FAO. (2012). El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2012. Roma. 231 págs.

Frischknecht R, Heck T, Jungbluth J, Röder A, Tuchschnid M (2007). Life Cycle Inventories of Energy Systems: Results for Current Systems in Switzerland and other UCTE Countries. ecoinvent report No. 5, v2.0, Swiss Centre for Life Cycle Inventories, Dübendorf, Switzerland

IPCC. (2007). Climate change 2007: synthesis report. Inter-Governmental Panel on Climate Change. (Also available at [www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4-syr-topic/pdf/](http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4-syr-topic/pdf/))

Rodríguez C.P., Ceballos A.B., González N.R., Morán E.T. y Hernández A.E. (2012). Cambio climático. Extremos e impactos. Salamanca: Publicaciones de la Asociación Española de Climatología (AEC), Serie A, nº 8. , 998 pp.

Tyedmeyers PH, Watson R, Pauly D (2005) Fueling Global Fishing Fleets. Journal of The Human Environment.

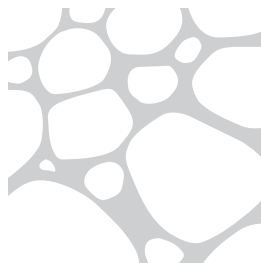
Vázquez-Rowe I, Villanueva-Rey P, Moreira MT, Feijoo G (2013). Protein energy return on investment ratio (EROI) for Spanish seafood products. AMBIO.

WVAA. (2011). Biodiversidad en España. Base de la Sostenibilidad ante el Cambio Global. Observatorio de la Sostenibilidad en España.

# ACRÓNIMOS

Análisis de Ciclo de Vida	<b>ACV</b>
Agencia Española de Meteorología	<b>AEMET</b>
Asociación Española de Certificación y Normalización	<b>AENOR</b>
British Standards International	<b>BSI</b>
Comisión de Coordinación de Políticas de Cambio Climático	<b>CCPCC</b>
Centro Nacional de Educación Ambiental	<b>CENEAM</b>
Convención Marco sobre el Cambio Climático de las Naciones Unidas	<b>CMCCNU</b>
Compañía Española de Financiación del Desarrollo	<b>COFIDES</b>
Fondo de Carbono para una Economía Sostenible	<b>FES-C02</b>
Gases de Efecto Invernadero	<b>GEI</b>
Instituto de Crédito Oficial	<b>ICO</b>
Panel Intergubernamental de Cambio Climático	<b>IPCC</b>
International Estándar Organization	<b>ISO</b>
Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente	<b>MAGRAMA</b>
Mecanismo para un Desarrollo Limpio	<b>MDL</b>
Oficina Española de Cambio Climático	<b>OECC</b>
Publicly Available Specification	<b>PAS</b>
Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático	<b>PNACC</b>
Société Générale de Surveillance	<b>SGS</b>
Unión Europea	<b>UE</b>





## **Agradecimientos**

Agradecemos la colaboración de la Fundación Biodiversidad, al Grupo de Ingeniería Ambiental y Bioprocesos (BioGrup) del Departamento de Ingeniería Química de la Universidad de Santiago de Compostela (USC), al sector productor y a la empresa Algaenergy.

La recopilación, revisión, redacción y estructuración de los textos ha sido realizada por Cristina García Díez bajo la dirección de Javier Remiro Perlado, técnico y director de la Fundación OESA, respectivamente.

Publicado por:



Con la colaboración de:

