



UTILIDAD DE LA HUELLA ECOLÓGICA Y DEL CARBONO EN EL ÁMBITO DE LA RESPONSABILIDAD SOCIAL CORPORATIVA (RSC) Y EL ECOETIQUETADO DE BIENES Y SERVICIOS

Adolfo Carballo Penela¹

Facultad de CC Económicas y Empresariales
Universidad de Santiago de Compostela (Galicia-España)
adolfo.carballo@usc.es

Resumen

El objetivo de este artículo es exponer como aplicar dos indicadores de desarrollo sostenible, la huella ecológica y la huella del carbono en el ámbito de la sostenibilidad empresarial y la responsabilidad social corporativa. Se trata de delimitar claramente el concepto de huella ecológica y huella del carbono corporativa (HEC-HCC), incidiendo en la explicación de su utilidad en el análisis de la sostenibilidad de bienes y servicios desde una perspectiva que considere todas las fases de su ciclo de vida. La explicación teórica se ilustra con la aplicación de una las alternativas metodológicas existentes para estimar la HEC-HCC a un producto concreto, una conserva de mejillón.

PALABRAS CLAVE: responsabilidad social corporativa, huella ecológica, huella del carbono.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 La sostenibilidad empresarial

El incremento de la sensibilidad de organizaciones empresas hacia cuestiones relacionadas con el medio ambiente obedece tanto a cuestiones relacionadas con los cambios en los valores sociales, a los que los diferentes legisladores han sido sensibles, como a la consciencia de que la inclusión de la sostenibilidad ambiental en sus modelos de gestión incide positivamente en las variables competitivas (Carballo Penela, et al., 2009a).

Filosofías de gestión empresarial como la responsabilidad social corporativa (RSC) se hacen eco de este enfoque buscando la integración voluntaria en las operaciones comerciales y en las relaciones con las partes interesadas de las compañías de cuestiones sociales y medioambientales (EC, 2001b).

Es destacable que la gestión medioambiental a nivel corporativo está tradicionalmente vinculada al control de los impactos directos, tratando de establecer actuaciones que afecten a cuestiones como el consumo de recursos o la generación de emisiones y residuos (Doménech, 2007). En los últimos años, se ha destacado la necesidad de adoptar una gestión integral del medio ambiente, considerando toda la cadena de suministradores de las empresas (Seuring, 2004; Carbon Trust 2006, Wiedmann and Lenzen, 2009; Wiedmann et al., 2009).

¹. Licenciado en Administración y Dirección de Empresas. Doctor en Economía. Profesor del Departamento de Organización de Empresas y Comercialización

La gestión de la cadena de suministradores desde una perspectiva financiera no es una cuestión nueva en la gestión empresarial. Numerosas compañías han ampliado su ámbito de actuación, considerando los procesos y operaciones de sus proveedores y clientes. La disposición de información más completa ha permitido obtener beneficios relacionados con mejoras en la productividad, incrementos en la eficiencia o menores necesidades de capital (Carbon Trust, 2006). De ahí que tenga sentido emplear la cadena de suministradores para gestionar variables medioambientales relacionadas con la producción de bienes y servicios.

Este enfoque presenta ventajas importantes. Cuestiones como la importancia de los impactos medioambientales generados en las fases del ciclo de vida no relacionadas con la producción, son relevantes para una gestión ambiental adecuada (Carbon Trust, 2006). Por otro lado, la colaboración entre proveedores abre la posibilidad de obtener mejoras ambientales y reducciones de costes derivados de una reorganización de los procesos presentes en la cadena de suministradores por la que avanza el producto en las diferentes fases de su ciclo de vida (Seuring, 2004; Carbon Trust 2008).

En el ámbito de la Unión Europea, la "Estrategia Europea de Desarrollo Sostenible" se ha hecho eco de la importancia de reducir los impactos ambientales derivados de la producción y distribución de bienes y servicios. El "Libro Verde sobre Política Integrada de Productos" señala que una forma de lograrlo es mediante el diseño de un "*nuevo paradigma de crecimiento y calidad de vida a través de la creación de riqueza y competitividad en base a productos verdes*" (EC, 2001a). De ahí que la "Política Integrada de Producto" (IPP) sea uno de los ejes principales de la "Estrategia Europea de Desarrollo sostenible" (EC, 2006)

A pesar de los avances en el diseño de la IPP (CE, 2003; Nuij et al., 2005; EC 2006), no existe consenso a respecto desarrollo de los indicadores que proporcionen información adecuada para evaluar el impacto ambiental de bienes y servicios desde esta perspectiva (EC, 2003). La huella ecológica es uno de los indicadores que se están estudiando, considerada adecuada para valorar las categorías de cambio climático y uso de superficie (EPLCA, 2008). También se destaca la utilidad de la huella del carbono en este campo, para proporcionar a clientes y otros agentes amplia información relacionada con el ciclo de vida de bienes y servicios, y como fuente de información interna, con la finalidad de identificar puntos clave en la cadena de suministradores, riesgos potenciales y oportunidades de mejora (EC, 2007).

1.2. Huella ecológica y huella del carbono corporativa

La huella ecológica (HE) es un conocido indicador relacionado con el desarrollo sostenible diseñado a principios de los 90 por Mathis Wackernagel y William Rees para mostrar el consumo de recursos biológicos y la generación de residuos en términos de la superficie de ecosistema apropiada (Wackernagel y Rees, 1996).

Numerosos trabajos (Wackernagel, 1991; Wackernagel y Rees, 1996; Wackernagel et al., 1999; Wackernagel et al., 2002; Monfreda et al., 2004 Wackernagel et al., 2005; Kitzes et al., 2007; Ewing et al., 2008) exponen en detalle el concepto, los fundamentos teóricos del método de cálculo, los objetivos, utilidad y la evolución del indicador a lo largo del tiempo. Han surgido, además diferentes alternativas metodológicas que estiman la HE desarrollando métodos diferentes al empleado por sus creadores. El uso de técnicas *input-output* (Bicknell et al., 1998; Lenzen and Murray, 2001; Foran 2005); o la denominada aproximación de las componentes (component based approach) (Simmons y Chambers, 1998) son ejemplos significativos.

Asimismo, existe un intenso debate, todavía abierto, con respecto del potencial del indicador y la interpretación que proporciona (ver, por ejemplo; Ferguson, 1998; Van der Bergh y Verbruggen 1999; Wackernagel y Silverstein, 2000; Lenzen y Murray, 2001; McDonald y Patterson, 2003; Rees, 2006; Fiala, 2008; o Kitzes et al., 2008).

La huella del carbono (HC) es un concepto más reciente y, al mismo tiempo, mucho menos definido que la HE. La HE tiene unos creadores conocidos, que delimitan el concepto y el método de cálculo a emplear. La HC nace huérfana, lo que posibilita que surjan diferentes interpretaciones del indicador. Algunas de las principales diferencias existentes entre los enfoques adoptados hacen referencia a i)

los gases cuyas emisiones incluye el indicador; ii) la relación con el análisis de huella ecológica (Carballo Penela et al., 2009a).

En el primer caso, diferentes estudios optan porque la HC incluya varios gases de efecto invernadero, expresando el indicador en toneladas equivalentes de CO₂ (Doménech, 2004; POST 2006; Carbon Trust, 2007; EC, 2007; ETAP, 2007; BSI, 2008; Perry et al., 2008; Wiedmann, 2009). Otros (BP, 2007; Global Footprint Network, 2007; Energetics, 2007; Wiedmann y Minx, 2008) prefieren limitarse exclusivamente a un único gas, el CO₂.

En cuanto a la relación con el análisis de huella ecológica, no existe excesiva controversia a la hora de definir la realidad a la que se aplica el indicador, asumiéndose que, al igual que la huella ecológica, puede aplicarse tanto a poblaciones, como economías, organizaciones, productos (Holland, 2003) o cualquier actividad que genere emisiones de los gases objeto de estudio. Sin embargo, los vínculos con la HE son más débiles en lo que se refiere a la hora de decidir las unidades en las que se expresa. La consideración de unidades de superficie implica la asunción de diferentes hipótesis relacionadas con la capacidad de absorción de CO₂ de cada tipo de superficie, introduciendo errores innecesarios (Wiedmann y Minx, 2008).

Por otro lado, la aplicación del indicador a determinadas realidades concretas, como el caso de organizaciones y sus productos, implica particularidades que añaden nuevas cuestiones a tener en cuenta. Algunos estudios recomiendan que la HEC de bienes y servicios se limite a la estimación de las emisiones directas realizadas por la empresa que los produce. En otros casos, se consideran también las generadas indirectamente, considerando las emisiones producidas en la cadena de suministradores de los que se abastece la empresa para obtener sus productos (Wiedmann y Minx, 2008).

Todas las cuestiones señaladas propician que las definiciones propuestas difieran sustancialmente. A modo de ejemplo, desde *Global Footprint Network* se define la HC "como la demanda de biocapacidad necesaria para secuestrar, mediante fotosíntesis las emisiones de CO₂ procedentes de la combustión de combustibles fósiles" (Global Footprint Network, 2007: 1). La definición de Carbon Trust es mucho más amplia, al incluir "las emisiones totales de gases de efecto invernadero en toneladas equivalentes de un producto a lo largo de su ciclo de vida desde la producción de las materias primas empleadas en su producción, hasta la eliminación del producto acabado" (Carbon Trust, 2007, 4).

La búsqueda de consenso a la hora de definir la HC es una tarea complicada, pues existen argumentos para defender una u otra alternativa. Nuestra posición al respecto se expone en las siguientes líneas²:

La estimación de la huella ecológica y, especialmente, de la huella del carbono a nivel corporativo, es decir, de organizaciones, empresas y sus bienes y servicios, reviste particularidades que hacen necesario su identificación. De ahí que seamos partidarios del uso de una denominación, huella ecológica corporativa (HEC), y huella del carbono corporativa (HCC) que indica claramente que la huella calculada se refiere a este ámbito. Este argumento se refuerza con la existencia de métodos de cálculo específicos en este campo, como es el caso de la propuesta recogida en la PAS 2050³, válida para estimar la huella del carbono de bienes y servicios considerando su ciclo de vida (BSI, 2008).

El Protocolo de Kioto establece objetivos de emisiones para seis gases (CO₂, N₂O, CH₄, HFC, PFC y SF₆), por lo que la inclusión en la HEC y HCC del mayor número posible de gases aumenta la utilidad del indicador para las empresas que tengan objetivos de emisiones relacionados con este Protocolo. Los coeficientes de potencial de calentamiento global (IPCC, 2007) permiten transformar en toneladas equivalentes de CO₂ las emisiones de los gases controlados en el Protocolo de Montreal, por el que son una herramienta útil en este cometido. La información podrá ser ofrecida diferenciando la huella de cada gas, siendo sencillo identificar las emisiones de CO₂ equivalentes que se recojan.

HEC y HCC no deben restringirse los efectos directos o on-site, siendo útil la consideración de los sucedidos a lo largo de toda la cadena de suministradores de los bienes y servicios producidos. De

² Para una exposición más detallada, consultar Carballo Penela (2009).

³ Las PAS o Especificaciones Disponibles para el Público (Public Available Specification) son estándares elaborados por el instituto Británico de Normas.

ese modo, i) se evita que el indicador excluya impactos relevantes; ii) se fomenta que las empresas de una misma cadena de suministradores tomen decisiones conjuntas para reducir la huella de sus productos y buscar nuevas oportunidades de negocio; iii) se posibilita que el indicador pueda ser empleado para elaborar una ecoetiqueta que informe al consumidor final de toda superficie/emisiones incorporados hasta el momento de la adquisición; iv) el enfoque adoptado es coherente con las directrices de la política integrada de producto.

La HEC y la HCC deben ser considerados como un indicador que proporciona la misma información expresada en diferentes unidades (hectáreas globales y tCO₂ equivalentes, respectivamente). Como su denominación indica, la HCC es una huella, por lo que su estimación implica la asunción las hipótesis presentes en este análisis, incluyendo el uso de una tasa de absorción de CO₂.

2. MÉTODO DE CÁLCULO APLICADO

2.1 Cálculo de la HEC-HCC de bienes y servicios

Existen diferentes alternativas metodológicas que estiman la HEC-HCC. El método compuesto de las cuentas contables (MC3) (Doménech, 2007), la PAS 2050 (Carbon Trust, 2008), la aproximación de los componentes (Simmons y Chambers, 1998; Chambers y Lewis, 2001) o la aplicación de técnicas input-output en este contexto (Murray y Dey, 2007; Wiedmann y Lenzen, 2009; Wiedmann et al., 2009) son propuestas que coinciden en los objetivos, empleando medios distintos para obtenerlos. De ahí que existan diferencias relevantes en términos del método de cálculo y algunas asunciones presentes en la estimación del indicador (actividades incluidas, uso de factores de equivalencia y rendimiento...). La HEC-HCC de una empresa será, probablemente, notablemente diferente, en función de la alternativa elegida.⁴

Nos centramos en la exposición del método compuesto de las cuentas contables (MC3). El MC3 permite la estimación de la huella de empresas, organizaciones, bienes y servicios. El método fue diseñado por el biólogo Juan Luis Doménech (2004, 2007) cuyo trabajo permite la estimación de la HEC-HCC de empresas y organizaciones. Partiendo de las contribuciones de Doménech, Carballo Penela (2009) desarrolló el método para la estimación de bienes y servicios a lo largo de la cadena de suministradores.

Dado que el punto de partida del MC3 es la estimación de la HEC-HCC de empresas y organizaciones, describimos brevemente el método a este nivel. Una explicación más detallada fue realizada en Doménech, (2007); Carballo Penela, (2009) y Carballo Penela et al., (2009b).

El origen del MC3 puede ser encontrado en el concepto de huella familiar Wackernagel et al., (2000). Basándose en la matriz de consumos-superficies presente en la hoja de cálculo para la estimación de la huella de los hogares realizada por Wackernagel et al., (2000), Doménech (2004) prepara una matriz consumos superficies similar (CLUM), que contiene el consumo de bienes y servicios de las principales categorías de producto que una compañía precisa, organizados de acuerdo a la clasificación TARIC de capítulos arancelarios. También incluye secciones para los residuos generados y el uso de superficie. Estos consumos/ residuos son transformados en unidades de superficie y tCO₂.

La información necesaria para estimar la HEC-HCC empleando el MC3 es obtenida, principalmente, de documentos contables como el balance y a cuenta de pérdidas y ganancias, lo que permite una clara delimitación de las actividades que están asociadas a cada organización: el MC3 estima la huella de todos los bienes y servicios recogidos en las cuentas contables, los residuos generados debido a la adquisición de estos bienes y el espacio ocupado por todas las instalaciones de la empresa que recogen las cuentas contables.

De ahí la denominación "método compuesto de las cuentas contables" (MC3). La información de otros departamentos de las empresas con datos específicos sobre ciertos apartados (generación de residuos, uso de superficie, entre otros) puede ser necesaria en caso de que no conste en los

⁴ A nivel de HE de poblaciones, la estimación de la HE de Nueva Zelanda empleando métodos de cálculo basados en diferentes hipótesis propició importantes diferencias, con un máximo de 9,6 ha/hab. y un mínimo de 3,4 ha/hab. (Mc Donald y Patterson, 2003).

estados contables. La HEC-HCC es calculada en una hoja de cálculo, que al mismo tiempo funciona como la matriz CLUM.

El MC3 es, en lo esencial, un método compuesto, basado en los principios empleados para estimar la huella de poblaciones: se utiliza una CLUM basada en procesos; la HEC-HCC se obtiene comparando consumos y productividad global y se emplean factores de equivalencia y rendimiento, expresando la HEC en hectáreas globales⁵).

El consumo de bienes y servicios y la productividad energética y natural permiten obtener la huella de los bienes adquiridos, tal y como muestran las Figuras 1 y 2. Los factores de equivalencia y rendimiento son empleados para expresar el indicador en hectáreas globales (Gha), como en el análisis de huella de poblaciones.

⁵ El concepto de hectárea global está definido en Global Footprint Network (2006).

DELOS
Revista Desarrollo Local Sostenible

Tabla 1. Estructura de la hoja de cálculo mostrando la matriz de consumos empleada en el cálculo de la HEC-HCC.

CATEGORÍA DE PRODUCTO	CONSUMO ANUAL					PRODUCTIVIDAD		HUELLA POR TIPO DE ECOSISTEMA							
	Unidades de consumo [Unidades/año]	Euros sin IVA [€/año]	Toneladas [t/año]	Intensidad energética [GJ/t]	GJ [GJ/año]	Natural [t/ha/año]	Energía [GJ/ha/año] o Factor de emisión [tCO ₂ /GJ]	Absorción de CO ₂	Superficie cultivable	Pastos	Boques	Superficie construída	Área de pesca	HEC TOTAL	CONTRAHUELLA
1. ENERGÍA															
1.1 Electricidad															
1.2 Combustibles															
2. MATERIALES															
2.1Materiales amortizables															
2.2Materiales no amortizables															
2.3Materiales de construcción															
3. SERVICIOS															
4. RESIDUOS															
5. USO DE SUPERFICIE															
6. RECURSOS AGROPECUARIOS Y PESQUEROS															
7.RECURSOS FORESTALES															
8. AGUA															

t: toneladas;

Figura 1. La huella de la energía.



Figura 2. La huella de los productos bióticos.



Fuente: Carballo Penela et al., (2009b).

La HEC-HCC de aquellos bienes cuya naturaleza no es biótica surge debido a la energía consumida en su producción. En relación a los recursos naturales o bióticos, cuyo consumo puede ser transformado en superficie dividiendo las toneladas consumidas por la productividad natural, también se incluye la energía incorporada en su producción, la cual es estimada del mismo modo que en el resto de bienes, aplicando un factor de intensidad energética al consumo de recursos agrícolas, pesqueros y forestales.

En términos de HCC, la energía incorporada en la producción de bienes y servicios es transformada en emisiones de CO₂ empleando factores de emisión (tCO₂/Gj) obtenidos de IPCC (1997). También se computan las emisiones derivadas del uso de productos de madera y derivados, vinculadas a la superficie "Bosques"⁶.

2.2. Uso del MC3 para estimar la HEC-HCC de bienes y servicios considerando su ciclo de vida

Desde la perspectiva del MC3 la demanda de superficie y las emisiones generadas a lo largo de la vida de un bien o servicio se estiman a partir de las generadas por cada una de las empresas por las que pasa, desde la fase de materias primas hasta que se distribuye al consumidor final. El ciclo de vida se construye, por lo tanto a partir de las empresas que añaden valor y cargas medioambientales al bien en cuestión.

Figura 3. Un ejemplo de ciclo de vida: atún en conserva



Fuente: Carballo Penela (2009)

Las fases del ciclo de vida están vinculadas a organizaciones/empresas. La Figura 3 muestra un ejemplo de este modo de proceder. En este caso la cadena de suministradores está compuesta por 4 empresas que producen atún en conserva: una compañía pesquera, una empresa conservera, un transportista y un restaurante. Cada una añade HEC-HCC al bien en cuestión, hasta llegar al consumidor final.

Si el cliente del restaurante demanda pescado con una menor HEC-HCC, el restaurante deberá reducir su huella para satisfacer esta demanda. Una de las alternativas de las que dispone es solicitar atún con menor huella a su proveedor. Este comportamiento puede extenderse a todos los participantes del ciclo de vida considerado, por lo que el ecoetiquetado de bienes y servicios de acuerdo la HEC-HCC puede ser una herramienta relevante en la contribución a un mundo más sostenible: en la medida en que esto se extienda en más cadenas, el comportamiento del consumidor influirá positivamente en la sostenibilidad (Doménech, 2007).

⁶ Se consideran las emisiones no absorbidas por la superficie de bosques necesaria para producir la madera que contienen los productos demandados.

La adopción de este enfoque requiere la conexión, en términos de HEC-HCC de las diferentes empresas que participan en el ciclo de vida. Debemos tener en cuenta que cada uno de los participantes en el ciclo de vida de un bien lo adquiere de la empresa situada en la fase anterior. Al mismo tiempo, adquiere la HEC-HCC que ese bien incorpora. De ahí que cada participante deba suministrar a la siguiente fase las Gha/t de producto y/o tCO₂/t de producto de los bienes y servicios que comercializa de modo que pueda incorporar la información de los bienes adquiridos a su huella. Estas huellas unitarias son obtenidas repartiendo la huella total de la empresa en cuestión entre los productos obtenidos⁷.

2.2.1 Puesta en marcha del método

La transmisión de las huellas unitarias a lo largo de la cadena de suministradores y su utilización en una ecoetiqueta dependerá de la voluntad de las empresas participantes para estimar su huella, por lo que el éxito del enfoque adoptado radica en que empresas y organizaciones se percaten de las ventajas de estimar la HEC-HCC de sus bienes. La diferenciación de los productos en los mercados o la reducción de costes debido a la cooperación entre empresas son dos de los factores a tener en cuenta (Wiedmann y Lenzen, 2009).

Consideramos que el apoyo de las Administraciones Públicas a este tipo de iniciativas es una opción válida que parece tener éxito en países como el Reino Unido. El ejemplo del Carbon Trust puede ser el camino a seguir. En ausencia de un organismo que impulse el proceso, o normativa que lo impulse, es preciso que empresas interesadas lideren el proceso e involucren a los demás participantes en el ciclo de vida.

2.2.2 Ámbito de aplicación del método y uso de las huellas unitarias

Resulta relevante diferenciar dos ámbitos a la hora de emplear la información de la huella de empresas y organizaciones. En primer lugar, el MC3 proporciona un inventario de recursos, bienes y servicios demandados y residuos generados traducidos en una unidad común Gha y/o tCO₂. La información a este nivel puede ser empleada para elaborar políticas medioambientales y medidas correctoras basadas en la HEC-HCC total de la empresa en cuestión.

En segundo lugar, esa huella total puede ser asignada a los bienes que produce. En este último caso la información es válida para estimar la huella durante todo el ciclo de vida del producto en cuestión, identificando la huella en cada una de las fases consideradas.

La huella de cada empresa se asigna a los bienes obtenidos por cada una, repartiendo el valor total entre los bienes producidos (Gha/t y/o tCO₂/t). Cuando una empresa adquiere un bien empleará esta información para estimar su huella, de modo que la huella total se estima a partir de las huellas unitarias de los bienes adquiridos.

2.2.3 HEC-HCC de productos y la contabilidad de huella nacional

La suma de la huella de bienes y servicios consumidos en el país..., región estudiado debe ser igual a la huella total de ese país de acuerdo a los estudios de contabilidad de huella nacional que elabora *Global Footprint Network* (Ewing et al., 2008). Nunca se agrega la huella de las empresas participantes en las fases intermedias, pues cada una recoge la huella que engendra más la que adquiere de las anteriores.

El momento de agregación de la huella de los diferentes bienes consumidos en un país, región... coincide con el consumo final o, en otros términos, con el momento en el que el bien es adquirido por alguien que no va a añadir más pegado. La huella del atún del ejemplo de la Tabla 2 se computa cuando lo adquiere el cliente del restaurante, nunca en cualquiera de las fases anteriores del ciclo de vida. La huella de la harina empleada para producir pan se recoge en el momento en que el consumidor final adquiere el pan, sin que exista doble contabilidad de input intermedios, pues sólo se registra una vez.

2.2.4 Alcance del indicador

Los límites del sistema se definen desde una perspectiva *cradle to gate*, de modo que el ciclo de vida estudiado recoge la demanda de superficie y la generación de emisiones desde la extracción de materias primas hasta la comercialización del bien, incluyendo la huella de la manufactura del producto y el transporte al lugar de venta. Se excluyen las emisiones derivadas del uso y eliminación del bien por parte del consumidor.

⁷ Si, por ejemplo, la HEC de una empresa es de 1.000 tCO₂ y produce 100 t de un único producto, la huella unitaria en el año estudiado sería de 10 tCO₂/t. En el caso de que se obtuviera más de un producto diferente, habría que obtener una huella unitaria para cada uno, distribuyendo las 1.000 tCO₂ entre los diferentes bienes en base a un criterio de reparto establecido.

La huella calculada recoge la demanda de superficie/emisiones de CO₂, de todos los bienes y servicios adquiridos por cada empresa, a demás de los residuos generados y la ocupación del suelo en cada una de las fases del ciclo de vida, tal y como se recogen en las cuentas contables.

2.2.5 Transmisión de la información a lo largo del ciclo de vida y ecoetiquetado de bienes y servicios

La información de la HEC-HCC en términos unitarios (Gha/t, tCO₂/kg...) debe acompañar al precio de los bienes para los que se estudia la huella en cada una de las fases de su ciclo de vida. Cuando se trata de un bien terminado y cuyo destino es el consumo, la huella debe mostrarse en la etiqueta, tickets de compra o cualquier documento similar. En las fases intermedias, el precio se muestran en diferentes documentos como facturas, albaranes, presupuestos, contratos, siendo este el lugar donde debe mostrarse la HEC-HCC acumulada en cada fase. De este modo, la información de la HEC-HCC estará disponible y podrá ser transmitida en todas las etapas de vida, pudiendo ser un factor relevante a la hora de elegir uno u otro proveedor.

Cuando una empresa adquiera un bien, la documentación de la compra incluirá la huella unitaria acumulada hasta ese momento, de modo que la podrá emplear para estimar su HEC-HCC. En el caso de que una empresa esté interesada en estimar su huella y el suministrador no incluya esta información de los bienes que distribuye, lo habitual al poner en marcha el método, la base de datos del MC3 proporcionará esa información para un ciclo de vida estándar, ofreciendo información de huellas unitarias para cada categoría de producto referidas a las diferentes fases del ciclo de vida. Estas huellas son obtenidas de los estudios piloto. La denominación de las categorías de producto presentes en la matriz consumos-superficie permitirá identificar la fase del ciclo de vida en la que se encuentra cada producto, de modo que el usuario del método elija la huella unitaria adecuada. En el momento en que el bien se comercializa, acumula la huella de todas las fases por las que pasó.

Cuanto más estudios piloto de este tipo se realicen, más detallada será la información de esta base de datos. La situación ideal debe ser llegar a ofrecer huellas unitarias de diferentes marcas de un determinado producto.

La comunicación de la información ambiental al mismo tiempo que la información económica posibilita la integración de la primera en los mercados de modo natural, obteniéndose una transmisión fluida y sin costes relevantes. Si a nivel teórico es preciso definir las fases del ciclo de vida, en la práctica la huella se acumula automáticamente fase a fase, a medida que el bien en cuestión avanza por su cadena de suministradores hasta llegar al consumidor final.

2.3 Análisis del método expuesto

El MC3 es una alternativa metodológica que se añade a las conocidas hasta el momento, con diferentes puntos fuertes es débiles, al igual que el resto.

2.3.1 Fortalezas

En artículos anteriores destacamos que el MC3 es un método completo, transparente y técnicamente viable basado en el método compuesto de Wackernagel y Rees. Su cálculo no precisa de conocimientos específicos y cualquier persona que trabaje con hojas de cálculo es capaz de estimar la HEC-HCC (Carballo Penela et al., 2009b). Estas ventajas están presente cuando el MC3 para el estudio de cadenas de suministradores.

En este contexto, la definición de ciclo de vida realizada y el método de cálculo propuesto favorecen la recogida de la información. El hecho de que la información se base en documentos contables accesibles, y que cada empresa abarque una fase completa del ciclo de vida implica menores costes económicos y de tiempo, además de delimitar claramente los bienes para los cuales se estima la huella.

La exposición teórica del método requiere la determinación de las empresas que participan en el ciclo de vida, si bien el funcionamiento práctico permitirá que cada producto acumule su huella fase a fase, hasta llegar al consumidor final, de modo que éste obtenga la información ambiental necesaria al mismo tiempo que la económica.

Igualmente, la identificación corporación-fase del ciclo de vida favorece la flexibilidad del método, permitiendo la introducción de modificaciones para adaptarse a variaciones del ciclo de vida de un mismo producto (por ejemplo, ampliación o reducción del ciclo de vida en función de la marca).

El modo de estimar la HEC-HCC evita los problemas de doble contabilidad relacionados con la doble contabilización de input intermedios hacia adelante, cuestión especialmente relevante en este contexto (Global Footprint Network, 2006a; 2009). Tal y como se ha expuesto, la huella generada en la producción de un bien

aflora a la huella de la economía en el momento en que el bien es adquirido por alguien que no lo va a comercializar.

2.3.2 Limitaciones

El modo de considerar el ciclo de vida se aleja, en algunos casos, de la utilización más consolidada de este tipo de análisis, pues nuestra propuesta es menos minuciosa que un análisis de ciclo de vida basado en procesos, e implica una mayor agregación. Las actividades de cada organización no se descomponen en procesos unitarios en los que se estudia con todo detalle el consumo de energía o la cantidad de cada sustancia implicada, determinando cantidad la energía, materiales necesarios... para obtener una unidad de los bienes producidos. En el lugar de realizar esta cuantificación, se recogen todas las entradas de bienes y servicios de la organización estudiada.

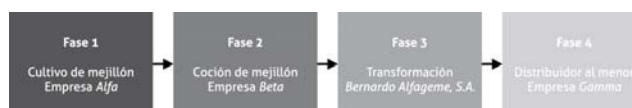
Por otro lado, no se evita la doble contabilidad en el caso de que una empresa adquiera un producto que incorpore materiales producidos por él mismo. El horizonte temporal empleado en el análisis de huella ecológica suele ser de un año, tiempo suficiente para que una empresa produzca un bien o una materia prima, empleada por otra para producir bienes que luego adquiere la primera. Si este *feedback*, sucede, la parte del bien que vuelve a la empresa que lo produjo inicialmente es registrada en la huella de esa empresa dos veces.

En el caso del estudio de la HEC-HCC de bienes y servicios considerando su ciclo de vida, la importancia del problema dependerá de la existencia de este tipo de procesos *feedback* en el ciclo de vida estudiado. En todo caso, cabe la posibilidad de corregirlo, una vez que se identifique. La realización de correcciones sistemáticas, de modo que cada empresa descuente la huella propia que incorporan los bienes adquiridos es una cuestión a investigar.

3. RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DEL MÉTODO

El ciclo de vida estudiado está formado por cuatro empresas, denominadas en este trabajo *Alfa*, *Beta*, *Gamma* y *Epsilon*. Son, respectivamente, un productor de mejillón, una empresa cocedora de mejillón, una industria conservera y un distribuidor minorista. Las actividades principales realizadas por cada empresa son, respectivamente, el cultivo del bivalvo, cocción, conservación y distribución, tal y como se recoge en la Figura 4. Gamma y Épsilon comercializan más productos que el mejillón.

Figura 4. El ciclo de vida estudiado



Fuente: Carballo Penela (2009)

A continuación resumimos los principales resultados obtenidos. Ofrecemos inicialmente información del ciclo de vida en su conjunto. En segundo lugar, incidimos en el tipo de resultados que el método ofrece a nivel de organizaciones, centrándonos en el caso de la empresa *Gamma*.

3.1 La HEC-HCC desde la perspectiva del ciclo de vida

La Tabla 2 resume los resultados de la huella del mejillón en conserva en las diferentes fases del ciclo. Se ofrece información de la HEC-HCC total de las empresas, además de los valores obtenidos una vez considerada la producción de cada una de ellas. La HEC-HCC de la conserva de mejillón estudiada necesita 3,33 Gha/t de producto, generando 10,74 tCO₂/t.

La ausencia de otros estudios similares empleando el mismo método de cálculo impide la contextualización de los resultados obtenidos, comparándolos con otros bienes y servicios. Algunos estudios efectuados por *Carbon Trust* en el Reino Unido, para un alimento, las patatas fritas Walker's, y un periódico, el *Daily Mirror*, muestran huellas de, 2,23 tCO₂/t, y 0,95 tCO₂/t, respectivamente.

Tabla 2. La huella del mejillón en conserva en el ciclo de vida estudiado.

Producto	HEC			HCC		
	Gha	Gha/t	Gha/t añadidas	tCO ₂	tCO ₂ /t	tCO ₂ /t añadidas
Alfa	428,75	0,08	0,08	1.517,94	0,30	0,30
Beta	1.240,60	0,97	0,89	4.556,10	3,59	3,28
Gamma	20.179,21	3,24	2,27	28.278,23	10,43	6,84
Epsilon	1.087,22	3,32	0,07	1.118,95	10,74	0,30
Total		3,32	3,32		10,74	10,74

Fuente: Elaboración propia.

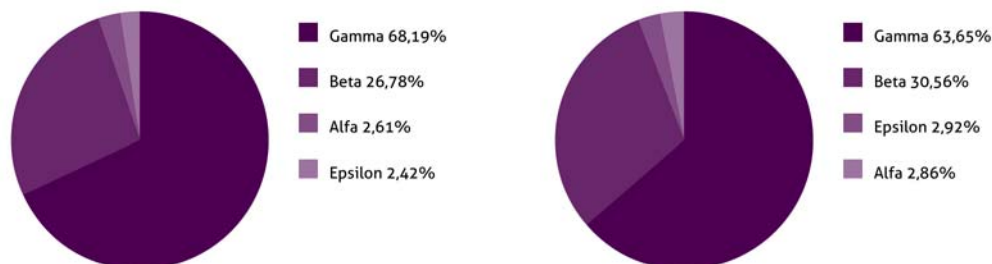
Se trata de valores referidos a ciclos de vida con diferente longitud al nuestro, obtenidos con un método distinto, además de ser actividades diferentes, por lo que no se puede obtener ninguna conclusión importante al respecto. Además de las propias características de la empresas y su proceso productivo, la inclusión en el MC3 de la huella de los bienes amortizables puede ser factor que contribuya notablemente a una HCC más elevada⁸.

Cabe destacar las diferencias existentes en los valores que alcanza la HEC-HCC de las empresas estudiadas. Debemos tener en cuenta que estamos estimando la huella de empresas de diferente dimensión y con procesos productivos muy diferentes.

Las columnas 3 (Gha/t) y 6 (tCO₂/t) recogen la HEC-HCC acumulada en cada fase del ciclo de vida y, por lo tanto, la huella total del producto al final del ciclo, 3,32 Gha/t y 10,74 tCO₂/t. Los valores de estas columnas son los que debe transmitir cada empresa a la siguiente.

La información de las columnas 4 (Gha/t añadidas) y 7 (tCO₂/t añadidas) nos permiten también analizar la contribución de cada fase del ciclo de vida a HEC-HCC total del mejillón en conserva. En términos porcentuales (Gráficos 1 y 2) la elaboración de conservas genera la mayoría de la HEC-HCC por tonelada de producto, el 68,2% de la HEC y el 63,6 % de la HCC. La fase de cocción de mejillón ocupa la segunda posición, con el 26,8% y 30,6% respectivamente.

Gráficos 1 y 2 Participación de cada fase del ciclo de vida del mejillón en conserva a la HEC-HCC total. Gha/t y tCO₂/t



Fuente: Elaboración propia.

⁸ En este caso la HEC-HCC del bien se reparte entre su vida útil en función del período de amortización.

Epsilon, se limita a comprar y vender mercaderías, por lo que la huella añadida, el 2,4% en Gha/t y el 2,9% en términos de tCO₂/t, es menor que en los dos casos anteriores. La naturaleza del proceso del cultivo de mejillón, unido a una elevada productividad explica que la huella generada en esta fase sea también baja (2,6% en Gha/t y el 2,9% en términos de tCO₂/t).

3.2 Resultados obtenibles con el MC3

El análisis de las empresas estudiadas comienza con la distribución de la HEC-HCC entre los diferentes tipos de ecosistema. En el caso de *Gamma*, al ser una empresa que se dedica exclusivamente a cocer mejillón para ser comercializado, más de la mitad de la superficie demandada es marina (58,26%). Incluyendo la demanda de bosques para absorber las emisiones de CO₂ realizadas, se completa el 91,07% de la HEC de esta empresa. El MC3 ofrece información de la HEC-HCC de cada uno de los bienes adquiridos por las organizaciones estudiadas.

La Tabla 4 resume las principales categorías de productos consideradas en la CLUM. Los valores mostrados en la tabla recogen la HCC de *Gamma*. Desde que las emisiones surgen debido consumo de energía o la adquisición de productos de madera y derivados, la huella se vincula al área de absorción de CO₂, y Bosques.

Tabla 4. Distribución de la HCC de BA: principales epígrafes. tCO₂

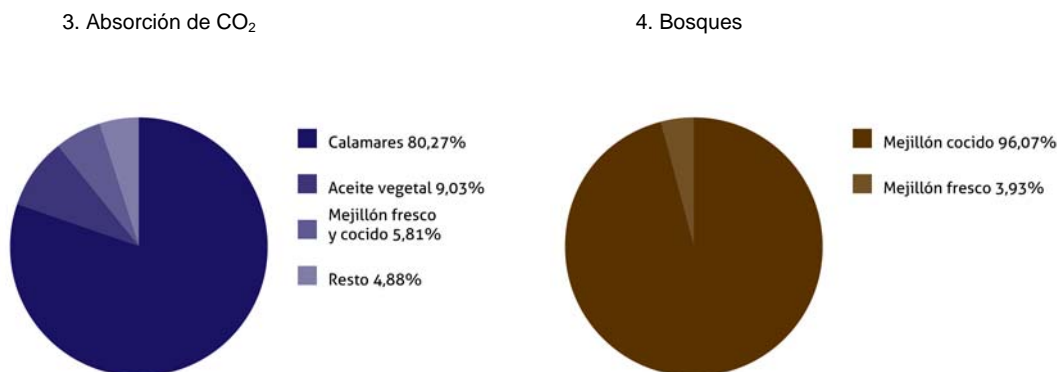
Categoría de producto	Absorción de CO ₂	Superf. Cultiv.	Pastos	Bosques	Superf. Constr.	Mar	Total	% HCC total
1. Energía	571,42						571,42	2,0
1.1 Electricidad	361,37						361,37	1,3
1.2 Combustibles	210,05						210,05	0,7
2. Materiales	5.158,18			11,91			5.170,09	18,3
2.1 Materiales no amortiz.	4.919,81						4919,81	17,4
2.2 Materiales amortiz.	203,34						203,34	0,72
2.3 Materiales construcción	35,04			11,91			46,95	0,2
3. Servicios	54,95						54,95	0,2
4. Residuos	772,93			5,15			778,08	2,7
5. Uso del suelo	0						0,00	0,00
6. Recursos agropec. y pesqueros	18.833,01			542,62			19.375,62	68,5
6.1 Manufacturas y vestuario	0,00							
6.2 Comidas de empresa	0,53						0,53	0,00
6.3 Alimentos: proceso productivo	18.832			542,62			19.375,09	68,5
7. Recursos forestales	523,59			1.746,70			2.270,29	8,0
8. Agua				57,87			57,87	0,2
Total	25.914,08	0,00	0,00	2.364,25	0,00	0,00	28.278,34	100

Fuente: Elaboración propia.

En este caso, son los alimentos empleados en el proceso productivo los que generan mayor huella (68,5% de la HCC total). Los materiales adquiridos (18,3% de la HCC) son la segunda categoría más importante, con una HCC de 5.170,1 tCO₂, vinculada en su mayor parte (5.158,18 tCO₂) a la energía necesaria para producirlos.

El método permite profundizar en la HEC-HCC de cada categoría de producto recogida en la Tabla 4. En el caso de los recursos agropecuarios y pesqueros, los Gráficos 4 y 5 muestran los principales productos con incidencia en la HCC.

Gráfico 3 y 4. . Distribución de la HCC de *Gamma*: Recursos agropecuarios y pesqueros



Fuente: Elaboración propia.

El 80,27% de las emisiones de CO₂ vinculadas con el consumo de energía de *Gamma* se originan en la adquisición de una de sus materias primas, los calamares (Gráfico 4). Este producto procede de caladeros peruanos y argentinos, por lo que la intensidad energética empleada para estimar la HEC-HCC (100 GJ/t) es elevada. Asimismo, esta empresa adquiere una cantidad elevada de este producto (2.065 t), lo que explica su importancia en términos de huella.

En lo que se refiere a la superficie "Bosques" la adquisición de mejillón cocido genera la práctica totalidad de la huella. Esto se explica considerando dos factores a) que la huella unitaria de este tipo de superficie que transmite *Beta* es elevada b) un consumo de mejillón cocido importante (444 t).

Elaboramos un plan de actuaciones para que *Gamma* reduzca su HEC-HCC. Algunas de las propuestas realizadas fueron las siguientes:

- La mejora de la eficiencia térmica de las instalaciones de *Gamma* propiciaría la reducción de la huella derivada del uso de combustibles.
- La adquisición de materias primas procedentes de lugares muy distantes al de transformación, aumenta la HEC-HCC de esta empresa. Si bien esta estrategia puede ser rentable económicamente, no lo es en términos de HEC-HCC. Desde esta perspectiva es recomendable adquirir materias primas procedentes de lugares más próximos.
- El uso de dispositivos con un menor consumo energético contribuiría a la reducción de la huella derivada del consumo de energía eléctrica. Es más, la sustitución de la compañía suministradora por otra cuya producción eléctrica emplee en mayor medida fuentes de energía renovables contribuiría a reforzar la medida anterior.
- Una parte de la HEC-HCC surge debido a la adquisición de materiales empleados en el proceso productivo (latas de conserva, envases, materiales auxiliares...). Una mayor eficiencia en el consumo de estos productos contribuiría a reducir su huella. La existencia de sistemas de ecoetiquetado en base a la HEC-HCC le permitiría elegir aquellos productos de menor huella.

4. CONCLUSIONES

La consideración de cuestiones medioambientales en la gestión empresarial y, en particular, el avance de filosofías de gestión como la responsabilidad social corporativa, hacen necesario el desarrollo de herramientas que ofrezcan a empresas y organizaciones información útil en este contexto.

La huella ecológica y del carbono son dos indicadores con un elevado potencial en el ámbito de la responsabilidad social corporativa. A nivel empresarial, ambos indicadores permiten la elaboración de un inventario de recursos consumidos y residuos generados, útil para una mejor gestión ambiental. Desde una perspectiva de producto, se ofrece información útil para involucrar a toda la cadena de suministradores en la reducción del impacto ambiental de bienes y servicios. Al mismo tiempo, se ofrece información ambiental a los consumidores, permitiendo la incorporación de variables ambientales en la toma de decisiones.

En este artículo hemos introducido el modo en que una alternativa metodológica, el MC3, estima la HEC-HCC, destacando la aplicación del método a bienes y servicios considerando su ciclo de vida. Concluimos que el MC3 es una alternativa robusta que ofrece información útil para todas aquellas empresas interesadas en adoptar los principios de la responsabilidad social corporativa.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- British Petroleum (BP), (2007). *¿What is a Carbon Footprint?*, June 2008. <http://www.bp.com/liveassets/bp_internet/globalbp/STAGING/global_assets/downloads/A/ABP_ADV_what_on_earth_is_a_carbon_footprint.pdf> (último acceso, marzo, 2008).
- BSI (British Standards Institute), (2008). *PAS 2050: 2008. Specification for the assessment of the life cycle greenhouse emissions of goods and services*. <<http://www.bsigroup.com/en/Standards-and-Publications/Industry-Sectors/Energy/PAS-2050/>> (último acceso, enero, 2009).
- Carballo Penela, A., (2009). *La huella ecológica de bienes y servicios: desarrollo de un método de cálculo y aplicación al ciclo de vida del mejillón en conserva en Galicia*. Tesis doctoral. Universidad de Santiago de Compostela, Santiago de Compostela.
- Carballo Penela, A., García-Negro, M. C., Doménech, J. L., (2009a). "El MC3-una alternativa metodológica para estimar la huella corporativa del carbono (HCC)", *DELOS*, 2, 1-9.
- Carballo Penela, A., García-Negro, M. C., Doménech, J. L., (2009b). "A methodological proposal for the corporate carbon footprint: an application to a wine producer company in Galicia (Spain) ", *Sustainability Journal*, 1, 302-318.
- Carbon Trust, (2006). *Carbon footprints in the supply chain: the next step for business*. Report Number CTC618. The Carbon Trust, London, UK.
- Carbon Trust, (2007). *Carbon footprint measuring methodology 1.3*, October 2008. <<http://www.carbontrust.co.uk>> (último acceso, noviembre, 2009)..
- Carbon Trust, (2008). *Product carbon footprinting: the new business opportunity pack*. Report Number CTC74. The Carbon Trust, London. <<http://www.carbontrust.co.uk/publications/publicationdetail?productid=CTC744>> (último acceso, noviembre, 2008).
- Chambers, N., Lewis, K., (2001). *Ecological Footprint Análisis: Towards a Sustainability Indicador for Business*. ACCA Research Report nº 65, Oxford, UK. <http://www.accaglobal.com/pubs/publicinterest/activities/research/research_archive/23906.pdf> (último acceso, junio, 2008).
- Doménech, J.L. (2004). *La huella ecológica empresarial: el caso del puerto de Gijón*. Comunicación presentada en el 7º Congreso Nacional de Medio Ambiente, 22-26 Noviembre, 2004, Madrid, España.
- Doménech, J.L., (2007). *Huella ecológica y desarrollo sostenible*. AENOR Ediciones, Madrid, España.

- Energetics, (2007). *The Reality of Carbon Neutrality*, September 2008. < www.energetics.com.au/file?node_id=21228 > último acceso, marzo, 2009).
- ETAP, (2007). *The Carbon Trust Helps UK Businesses Reduce their Environmental Impact*, Press Release, November 2008. < http://ec.europa.eu/environment/etap/pdfs/jan07_carbon_trust_initiative.pdf > (último acceso, febrero, 2010).
- EC (European Commission), (2001e). *Green paper on Integrated Product Policy*. COM 2001 (68) final. Bruselas, 07-02-2001. <[http://www.iwoe.unisg.ch/org/iwo/web.nsf/SysWebRessources/EU_IPP.pdf/\\$FILE/EU_IPP.pdf](http://www.iwoe.unisg.ch/org/iwo/web.nsf/SysWebRessources/EU_IPP.pdf/$FILE/EU_IPP.pdf)> (último acceso, febrero, 2009).
- EC (European Commission), (2001b). Fomentar un marco europeo para la responsabilidad social de las empresas . COM 2001 (366) final. Bruselas, 18-07-2001
- EC (European Commission), (2003). *Comunicación de la Comisión al Consejo y al Parlamento Europeo. Política de productos integrada. Desarrollo del ciclo de vida medioambiental*. COM 2003 (302) final. Bruselas, 18-06-2003. < <http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2003:0302:FIN:ES:PDF> > (último acceso, febrero, 2009).
- EC (European Commission), (2006). *Making product information work fuera the environment*. Final Report of the Integrated Product Policy Working Group on Product Information. < http://ec.europa.eu/environment/ipp/pdf/20070115_report.pdf > (último acceso, diciembre, 2008).
- EC (European Commission), (2007). *Carbon Footprint What is it and how to measure it?. European Platform on LCA*, September 2008. < http://lca.jrc.ec.europa.eu/Carbon_footprint.pdf >.
- EPLCA (European Platform on Life Cycle Analysis), (2008). *Analysis of existent environmental impact assessment methodologies and indicators related with Life Cycle analysis. Working Draft 2008. September 2008*. < <http://lct.jrc.ec.europa.eu/lca-documentation>> (último acceso, febrero, 2009).
- Ewing B., Reed, A., Rizk, S., Galli, A., Wackernagel, M., Kitzes, J. (2008). *Calculation Methodology fuera the National Footprint Accounts, 2008 Edition*. Global Footprint Network, Oakland.
- Ferguson, A.R.B., (1999). "The essence of ecological footprints". *Ecological Economics*, 31, 318-319.
- Fiala, N., (2008). "Measuring sustainability: why the ecological footprint is bad economics and bad environmental science". *Ecological Economics*, 67, 519-525.
- Foran, B., Lenzen, M. and Dey, C., (2005). *A. Balancing Act: A triple bottom line analysis of the 135 sectors of the Australian economy*. CSIRO Technical report, CSIRO Resource Futures and The University of Sydney, Canberra. < <http://www.cse.csiro.au/research/balancingact> > (último acceso, agosto, 2008).
- Global Footprint Network (GFN), (2006). *Ecological footprint standards 2006*. Global Footprint Network, Oakland. <<http://www.footprintnetwork.org>> (último acceso, marzo, 2010).
- Global Footprint Network (GFN), (2007). *Footprint term glosary*. Global Footprint Network. Global Footprint Network, Oakland. <<http://www.footprintnetwork.org>> (último acceso, abril, 2008).
- Global Footprint Network (GFN), (2009). *Ecological Footprint Standards 2009*. Global Footprint Network, Oakland. < <http://www.footprintnetwork.org> > (último acceso, abril, 2008).
- Holland, E., (2003). "Can the principle of the Ecological Footprint be applied to measure the environmental sustainability of business?", *Corporate Social Responsibility and Environmental Management* 10, 224-232.
- Ibañez Etxebarúa, N., (2001). *La huella ecológica de Donostia-San Sebastián*. <<http://www.agenda21donostia.com/cas/corporativa/docs/huellaeco.pdf> > (último acceso, septiembre, 2006).
- International Panel on Climate Change (IPCC), (1997). *Greenhouse Gas Inventory: workbook*. Revised 1996 IPCC Guidelines, vol 2. < <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gl/nrgspan.html>>.

- International Panel on Climate Change (IPCC), (2007). *IPCC Fourth Assessment Report (AR4) Changes in Atmospheric Constituents and in Radiative Forcing*, October 2008. < http://ipcc-wg1.ucar.edu/wg1/Report/AR4WG1_Print_Ch02.pdf >.
- Kitzes, J., Peller, A., Goldfinger, S., Wackernagel, M., (2007). "Currents methods for calculating National Ecological Footprint Accounts", *Science for Environment & Sustainable Society*, 41, 1-9.
- Kitzes, J., Galli, A., Rizk, S. M., Reed, A., Wackernagel, M., (2008). *Guidebook to the National Footprint Accounts: 2008 Edition*. Global Footprint Network. Oakland.
- Lenzen, M., Murray, S., (2001). "A modified ecological footprint method and its application to Australia", *Ecological Economics*, 37, 229-255.
- Mayor Farguell, X., Quintana Gozalo, V., Belmonte Zamora, R., (2003). *Aproximación a la huella ecológica de Cataluña*. < http://www.catsostenible.org/pdf/DdR_7_Huella_Ecologica.pdf > (último acceso, junio, 2006).
- McDonald, G. W., Patterson M. G., (2003). *Ecological Footprints of New Zealand and its Regions*. Ministry fuera the Environment. New Zeland. <<http://www.mfe.govt.nz/publications/ser/eco-footprint-sep03/index.html>> (último acceso, enero, 2007).
- Monfreda, Ch., Wackernagel, M., Deumling, D., (2004). "Establishing national natural capital accounts based on detailed Ecological Footprint and biological capacity assessment", *Land use Policy* 21, 231-246.
- Murray, J., Dey, M., (2007). *Assessing the Impacts of a Loaf of Bread*. ISA Research Report 04-07, Sydney, Australia.
- Nuij, R., Rentsch, C., Ryder, B., (2005). "The Informal European IPP Network Workshop on Product Information". *Workshop Report*, 17-18 January 2005, Bern.
- Perry, S., Klemes, J., Bulatova, I., (2008). "Integrating waste and renewable energy to reduce the carbon footprint of locally integrated energy sectors". *Energy* 33, 1489-1497.
- POST, (2006). *Carbon footprint of electricity generation*. POST note 268. Parliamentary Office of Science and Technology, London, UK.
- Rees, W., (2006). "Ecological footprints and bio-capacity: essential elements in sustainability assessment". En *Renewables-Based Technology:Sustainability*, Dewulf, J., Langenhove, H.V. (Eds.), Assessment. John Wiley and Sons, pp. 143-156.
- Schaltegger, S., Wagner, M., (2006). *Managing the Business Case for Sustainability - The Integration of Social, Environmental and Economic Performance*. Greenleaf Publishing, Sheffield, UK.
- Seuring, S., (2004). "Industrial ecology, life cycles, supply chains: differences and interrelations". *Business strategy and the Environment*, 13, 306-319.
- Simmons, C., Chambers, N., (1998). "Footprinting UK Households: ¿how big is your ecological garden?", *Local Environment*, 3, pp. 355-362.
- Suh, S., Lenzen, M., Treloar, G.J., Hondo, H., Horvath, A., Huppes, G., Jolliet, O., Klann, U., Krewitt, W., Moriguchi, Y., Munksgaard, J., Norris, G., (2004). "System boundary selection in Life-cycle inventories", *Environmental Science & Technology*, 38, 657-664.
- Van Den Bergh, J.C.J.M. and Verbruggen, H., (1999). "Spatial sustainability, trade and indicators: an evaluation of the ecological footprint". *Ecological Economics*, 29, 61-72.
- Wackernagel, M., (1991). *Using 'appropriated carrying capacity' as an indicator: measuring the sustainability of a community*. UBC Task Force on Healthy and Sustainable Communities, UBC School of Community and Regional Planning, Vancouver, Canada.
- Wackernagel M. (1998). *The Ecological footprint of Italia: calculation spreadsheet*. Available online: <http://www.iclei.org/ICLEI/ef-ita.xls> (accessed November 20, 2005).

- Wackernagel, M., Rees, W. Y., (1996). *Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth*. New Society Publishers, Philadelphia, USA ,160 pp.
- Wackernagel, M., Silverstein, J., (2000). "Big things first: focusing on the scale imperative with the ecological footprint", *Ecological Economics*, 32, 391-394.
- Wackernagel, M., Dholakia, R., Deumling, D., Richardson, D., (2000). *Redefining Progress, Assess your Household's Ecological Footprint 2.0*, March 2000, November 2006. <[Http://greatchange.org/ng-footprint-ef_household_evaluation.xls](http://greatchange.org/ng-footprint-ef_household_evaluation.xls)>.
- Wackernagel, M., Monfreda, Ch., Moran, D., Wermer, P., Goldfinger, S., Deumling, D., (2005). *National Footprint and Biocapacity Accounts 2005: The underlying calculation method*. Global Footprint Network. < <http://www.footprintnetwork.org> > (último acceso, abril, 2008).
- Wackernagel M., Onisto L., Bello P., Callejas Linares, A., López Falfán, I. S., Méndez García, J., Suárez Guerrero, A. I., Suárez Guerrero, M. G., (1999). "National natural capital accounting with the ecological footprint concept", *Ecological Economics*, 29, 375-90.
- Wackernagel, M., Schulz, N., Deumling, D., Callejas Linares, A., Jenkins, M., Kapos, V., Monfreda, C., Loh, J., Myers, N., Norgaard, R., Randers, J., (2002). "Tracking the ecological overshoot of the human economy", *Proceedings of the National Academy of Science* 99, 9266-9271.
- Wiedmann T (2009). "Carbon Footprint and Input-Output Analysis - An Introduction", *Economic Systems Research*, 21, 175-186.
- Wiedmann, T., Lenzen, M., (2009). "Unravelling the impacts of supply chains. A new Triple-Bottom-Line Accounting Approach". En Schaltegger, S.; Bennett, M.; Burrit; R.; Jasch, C. *Environmental Management Accounting for Cleaner Production*, Springer Netherlands, Amsterdam, pp., 65-90.
- Wiedmann, T. and Minx, J.C., (2008), "A Definition of 'Carbon Footprint'", en: Petsovam, C.C. (ed.), *Ecological Economic Research Trends*, New Science Publishers, Chapter 1: 55-65.
- Wiedmann, T., Lenzen, M., Barret, J., (2009). "Companies on the Scale: Comparing and Benchmarking the Footprints of Businesses",