

LA HUELLA ECOLÓGICA CORPORATIVA: CONCEPTO Y APLICACIÓN A DOS EMPRESAS PESQUERAS DE GALICIA ¹

ADOLFO CARBALLO PENELA* / MARÍA DO CARME GARCÍA NEGRO*
JUAN LUIS DOMÉNECH QUESADA** / CARLOS SEBASTIÁN VILLASANTE*
GONZALO RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ* / MÓNICA GONZÁLEZ ARENALES**

*Universidad de Santiago de Compostela

**Autoridad Portuaria de Gijón

Recibido: 4 de junio de 2008

Aceptado: 25 de septiembre de 2008

Resumen: La huella ecológica (HE) es un indicador de sustentabilidad que proporciona un marco de referencia para el análisis de la demanda humana de bioproductividad. Aplicado inicialmente a territorios, está logrando recientemente una notable difusión como indicador aplicable a empresas y, en general, a organizaciones.

En este artículo realizamos, en primer lugar, la descripción general del indicador, explicando sus objetivos y el método de cálculo, además de señalar los principales puntos fuertes y débiles. Posteriormente, incidimos en las especificidades de la HE de las organizaciones, realizando una aplicación a dos empresas del sector pesquero gallego en el año 2006. Los resultados muestran diferencias importantes en las dos huellas calculadas, identificando el consumo de energía y los cebos como las áreas principales causantes de la huella y de las diferencias existentes.

Palabras clave: Sustentabilidad / Huella ecológica / Empresas / Pesca.

THE CORPORATIVE FOOTPRINT: CONCEPT AND APPLICATION TO TWO GALICIAN FISHING COMPANIES

Abstract: The ecological footprint (EF) is a sustainability indicator which provides a referential framework for the analysis of human demand for bioproductivity, including energy issues. Even though footprint analysis was mainly thought from a territory point of view, it can be also applied to companies and, in general, organizations.

In this paper, we develop a general description of the indicator, pointing out its objectives and calculation method. In addition, footprint's strengths and weaknesses are also stated. We also remark the particularities of organization's footprints, applying the indicator to two Galician fishing companies. Results show important differences between the studied companies, being able to identify energy and fish feed consumptions as the main responsible of both the EF and the differences between companies.

Keywords: Sustainability / Ecological footprint / Companies / Fishing activities.

1. INTRODUCCIÓN

La huella ecológica (HE) es un indicador de sustentabilidad desarrollado por Mathis Wackernagel y William Rees a principios de los años noventa (Wackernagel y Rees, 1996; Wackernagel, 1998, 1999; Wackernagel *et al.*, 1999). Relaciona-

¹ Este trabajo fue realizado gracias a la financiación obtenida del contrato de investigación *Huella ecológica para el proyecto IMAPS: revisión de los índices de conversión a recursos naturales, así como de la metodología general*, dentro del proyecto europeo IMAPS (*Integrated Management of Risks and Environment in Port Cities*), coordinado por la Autoridad Portuaria de Gijón.

También agradecemos la colaboración desinteresada de las empresas participantes y, en especial, la contribución de Antonio Basanta Fernández, cuyo conocimiento del sector pesquero y de las empresas estudiadas fue fundamental para realizar nuestro estudio.

do inicialmente con el estudio de la sustentabilidad de los territorios, en los últimos años su aplicación a organizaciones y a empresas está alcanzado una cierta relevancia.

En España, Doménech (2004a, 2004b, 2007) ha desarrollado una metodología de cálculo específica para organizaciones: el “método compuesto de las cuentas contables” (MCCC), que ha empleado para el cálculo de la HE de la Autoridad Portuaria de Gijón. En este artículo, aplicamos el MCCC para obtener la HE de dos empresas pesqueras gallegas en el año 2006. El objetivo es testar la validez de la metodología para las empresas que no pertenezcan al sector servicios, además de detectar posibles mejoras en el método de cálculo en el caso concreto de empresas pesqueras.

Aunque este es el objetivo principal del trabajo, consideramos necesario describir inicialmente el concepto de HE, pues esto facilita la comprensión de su versión corporativa. Esta tarea se realiza en la sección 2, incidiendo en las particularidades del método de cálculo en la sección 3. Asimismo, en la sección 4 se realiza una evaluación del indicador, señalando sus fortalezas y debilidades, además de señalar las principales críticas recibidas.

Una vez conocido el funcionamiento de la HE en su versión tradicional, se describen las características de la HE corporativa (sección 5), señalando sus objetivos, los precedentes y las alternativas de cálculo existentes, poniendo el énfasis en la explicación del MCCC, que es el que se ha empleado en este estudio.

En la sección 6 se describen las características del análisis realizado, incluyendo los resultados obtenidos. Por último, el artículo finaliza con las conclusiones obtenidas (sección 7).

2. CONCEPTO DE HUELLA ECOLÓGICA

La HE es un indicador que intenta medir el uso humano del capital natural² (Wackernagel y Silverstein, 2000). La idea no es nueva y, tal y como Wackernagel y Rees reconocen, Vitousek *et al.* (1986) ya habían intentado realizar una medición similar, en este caso recogiendo la apropiación humana de productividad primaria neta (PPN).

El análisis propuesto ahora se centra en el uso humano de la superficie ya que de este modo: 1) el indicador muestra que nuestro planeta es finito; 2) la superficie es un buen índice para diferentes funciones que mantienen la vida en la Tierra; 3) en ella están los fotosintetizadores, que captan y transforman la energía solar, poniéndola a disposición del resto de seres vivos (Wackernagel y Rees, 1996).

² En la literatura sobre el desarrollo sustentable, se suele contraponer el capital manufacturado o artificial, hecho por el ser humano mediante medios de producción, al capital natural, formado por los sistemas que forman vida, recursos naturales, bosques, especies, sumideros, etc. (Jiménez, 2000). Desde la perspectiva de Wackernagel y Rees, el capital natural comprende tanto los recursos naturales y los sumideros necesarios para soportar la actividad económica de los humanos como aquellos procesos biofísicos y las relaciones entre los componentes de la ecosfera que suministran servicios esenciales para soportar la vida (Wackernagel y Rees, 1996).

La huella ecológica es definida como “la superficie de tierra productiva o ecosistema acuático necesario para mantener el consumo de recursos y energía, así como para absorber los residuos producidos por una determinada población humana o economía, considerando la tecnología existente, independientemente de en qué parte del planeta está situada esa superficie” (Wackernagel y Rees, 1996, pp. 51-52; Rees, 2000). Sólo incluye la superficie ecológicamente productiva para usos humanos, excluyendo, por ejemplo, los desiertos y los polos. Se considera, por lo tanto, la superficie terrestre y marina que soporta la actividad fotosintética y la biomasa empleada por los humanos, tratando de estimar la magnitud del consumo humano, que en la actualidad excede la capacidad de recuperación de la biosfera (Wackernagel, 1999).

La HE es dividida en distintas subhuellas. En la mayoría de los estudios realizados se emplean las seis siguientes:

- Cultivos. Aquella superficie en la que los humanos desarrollan actividades agrícolas, suministrando productos como alimentos, fibra, aceites, etc.
- Pastos. Área dedicada a pastos, de donde se obtienen determinados productos animales como carne, leche, cuero y lana.
- Bosques. La superficie ocupada por los bosques, de donde se obtienen principalmente productos derivados de la madera, empleados en la producción de bienes, o también combustibles como la leña.
- Mar. La superficie marítima biológicamente productiva aprovechada por los humanos para obtener pescado y marisco.
- Superficie construida. Área ocupada por edificios, embalses..., por lo que no es biológicamente productiva.
- Energía. El área de bosque necesaria para absorber las emisiones de CO₂ procedentes de la quema de combustibles fósiles.

Igualmente, se suelen distinguir distintas categorías de consumo, de modo que para cada una de ellas se establecen las distintas necesidades de superficie. Concretamente, la propuesta inicial de Wackernagel y Rees establece 5 categorías de consumo: alimentación, hogar, transporte, bienes de consumo y servicios, que, a su vez, pueden ser divididas en las subcategorías que se consideren oportunas.

Tabla 1.- Matriz de superficies apropiadas por categoría de consumo (ha/hab.)

	CULTIVOS	PASTOS	BOSQUES	SUPERFICIE CONSTRUIDA	ENERGÍA	MAR	TOTAL
ALIMENTACIÓN							
HOGAR							
TRANSPORTE							
BIENES DE CONSUMO							
SERVICIOS							
TOTAL							HE TOTAL

FUENTE: Elaboración propia a partir de Wackernagel y Rees (1996).

Uniendo las categorías de consumo con las categorías del uso de la tierra, se obtiene una matriz consumos-superficies, donde cada fila muestra la apropiación de superficie de una categoría de consumo concreta, y cada columna la distribución de la apropiación de un tipo de superficie entre los distintos tipos de consumo.

3. ALTERNATIVAS METODOLÓGICAS EXISTENTES

Wackernagel y Rees (1996) diseñan un método de cálculo que es empleado en buena parte de los estudios de HE. Adicionalmente, se han desarrollado otras alternativas metodológicas, señalando en este epígrafe las más relevantes.

3.1. MÉTODO DE WACKERNAGEL O COMPUESTO

El indicador parte de la asunción de que tanto el consumo de recursos como la generación de residuos pueden ser convertidos en la superficie productiva necesaria para mantener estos niveles de consumo o, en otros términos, en la HE. Posteriormente, la HE es comparada con la superficie disponible, asumiendo que las poblaciones con una huella superior a la superficie de la que disponen son insustentables (Lenzen *et al.*, 2003), originando lo que se denomina excedencia o déficit ecológico.

Tal y como señalan Bicknell *et al.* (1998), el método de cálculo propuesto por Wackernagel y otros colegas, denominado a veces método compuesto³, implica el empleo de estadísticas de consumo y población con la finalidad de estimar el consumo anual *per cápita*. La HE es obtenida de la comparación del consumo *per cápita* de los habitantes del área geográfica estudiada y la media de la productividad anual de la superficie de los bienes consumidos, tal y como muestran las ecuaciones 1 y 2:

$$HEp.c. = \sum_{i=1} (C_i / P_i) \quad [1]$$

$$HE(pob.) = \sum PEp.c. \times Pob. \quad [2]$$

donde *HE p.c.* es la huella ecológica *per cápita*, C_i es el consumo *per cápita* del producto i , P_i es la productividad por hectárea del producto i , y *Pob.* es la población del área geográfica estudiada.

Aunque esta es la idea general que describe el método de cálculo, Wackernagel y otros colegas han ido introduciendo nuevas cuestiones para tratar de mejorar la

³ Por ejemplo, Chambers *et al.* (2000) o Wackernagel y Monfreda (2004) emplean esta denominación.

metodología de la huella. Tal y como señala Ferng (2001), estas mejoras afectan a cuestiones como la introducción de factores de equivalencia para incluir en el análisis la diferencia en la biocapacidad entre las diferentes categorías de superficie; factores de rendimiento, que recogen las diferencias entre la biocapacidad local y la global⁴; o la incorporación de un espacio para las otras especies.

Siguiendo a Wackernagel *et al.* (2005), otras mejoras que afectan a la metodología se relacionan con la diferenciación entre productos primarios y secundarios, con la inclusión en la huella de la capacidad de absorción de los océanos o con la inclusión de la producción primaria neta requerida (PPR) y con los niveles tróficos de las capturas en la HE de los productos de la pesca.

♦ *La huella de la energía.* Por otro lado, el cálculo de la HE de la energía revisita ciertas particularidades, pues la relación consumo-productividad no es fácilmente visible. En relación con el consumo de combustibles fósiles, el método propuesto parte de estimar las emisiones de CO₂ generadas en su consumo en la economía estudiada, tratando de determinar la superficie de los bosques necesaria para absorber las emisiones. Para eso, hace falta determinar una tasa representativa de la cantidad de CO₂ que puede absorber una hectárea de bosque, aplicando inicialmente (Wackernagel y Rees, 1996) una tasa de absorción de 6,6 tCO₂/ha/año, obtenida de estudios referidos a los bosques canadienses. Otro valor comúnmente empleado son los 5,21 tCO₂/ha/año que propone el Panel Internacional sobre Cambio Climático (IPCC, 2001)⁵.

En el caso de la energía nuclear, es difícil calcular su HE por diversos motivos. La alta densidad de los combustibles empleados en las centrales nucleares propicia que la demanda de productividad biológica sea muy baja en relación con la cantidad de energía producida (Wackernagel y Monfreda, 2004). Igualmente, la capacidad de la biosfera para asimilar materiales radiactivos es mínima, y los efectos devastadores en el territorio en caso de accidente incrementarían sustancialmente la huella ecológica de esta fuente de energía⁶.

No obstante, se considera que su exclusión de la HE podría ser interpretada en el sentido de que los países donde la energía nuclear tiene una fuerte presencia son más sustentables (Monfreda *et al.*, 2004). De ahí que se estime su huella como si la energía nuclear consumida fuese obtenida de un combustible fósil, a pesar de que, tal y como señalan Mc Donald y Patterson (2003), la energía nuclear y los combustibles fósiles tienen impactos ambientales sustancialmente diferentes.

⁴ La inclusión de factores de equivalencia y rendimiento posibilita que tanto la HE como la superficie productiva se expresen en hectáreas estandarizadas en función de la productividad media mundial, denominadas habitualmente hectáreas globales (Gha).

⁵ Otra opción sería asumir que una hectárea puede absorber el CO₂ liberado por la combustión de 1.450 litros de petróleo por año (WWF ADENA, 2006).

⁶ De ahí que autores como Mayor *et al.* (2003) consideren la posibilidad de incrementar la huella considerando una superficie de 282.743 hectáreas, el área de exclusión establecida tras el accidente de Chernobyl en el año 1986.

Por lo que respecta a las energías renovables, la HE de este tipo de energías incluye la superficie ocupada por las instalaciones empleadas para producir electricidad (respectivamente, la superficie inundada por presas, aerogeneradores y paneles solares⁷), la energía incorporada en estas infraestructuras, además de la pérdida de productividad debido al uso de esta superficie para la producción de energía.

Finalmente, es preciso destacar la necesidad de considerar la energía incorporada a los flujos de comercio exterior, descontando de la HE de cada país la cantidad de energía incorporada a los bienes que se exportan e incorporando la energía producida en otras economías, pero consumida por los habitantes del territorio estudiado mediante la importación de bienes⁸.

3.2. OTRAS ALTERNATIVAS METODOLÓGICAS

♦ *La aproximación de los componentes.* Además del “método compuesto”, la consultora Best Foot Forward⁹ ha desarrollado también la denominada “aproximación de los componentes”¹⁰. Este método señala una serie de actividades que son consideradas los componentes principales de la huella¹¹, estimando para cada una de ellas una huella estándar, expresada en unidades de consumo por hectárea¹². Así, la estimación de la HE de cualquier región, organización, etcétera se haría multiplicando su consumo por este factor, calculado previamente.

Algunas de las críticas de esta metodología se relacionan con la capacidad de los componentes para recoger la totalidad de la huella. También se mencionan los problemas de doble contabilización que pueden surgir, en la medida en que es frecuente la ausencia de información completa referida al ciclo de vida de los componentes, necesaria para estimar la huella (Monfreda *et al.*, 2004).

♦ *Cálculo de la HE empleando el análisis input-output.* Finalmente, existe, al menos, otra alternativa a la hora de calcular la HE. Bicknell *et al.* (1998) aplicaron la metodología *input-output* en el análisis de la HE (Ferng, 2001). El método parte de las tablas *input-output* convencionales elaboradas para países o regiones. En la medida en que los coeficientes *input-output*¹³ reflejan las necesidades directas e in-

⁷ Estas superficies son incluidas frecuentemente en la sección de la superficie construida, y no en la huella de la energía.

⁸ Aunque este ajuste es coherente con los objetivos de la huella, orientados a estimar la huella de los habitantes de un territorio, lo cierto es que puede fomentar comportamientos no deseados. Tanto Ibáñez (2001) como Mayor *et al.* (2003) señalan que podría darse la paradoja de que un país intente reducir su huella exportando bienes intensivos en el consumo de energía, aun soportando los efectos ambientales de la producción de energía. Igualmente, la huella será menor si se importan bienes con un contenido energético más bajo.

⁹ Ver <http://www.bestfootforward.com/>.

¹⁰ Traducción de los autores de “*component based approach*”.

¹¹ Consultar Simmons y Chambers (1998) y Simmons *et al.* (2000). Chambers *et al.* (2000) señalan los 24 componentes para los que habitualmente se calcula la huella con esta metodología.

¹² Por ejemplo, para la actividad “viajes en coche” se estima una huella estándar, expresada en ha por km viajado/pasajero en un determinado país.

¹³ Ver, por ejemplo, Leontieff (1973).

directas de *inputs* de cada sector económico para obtener un determinado nivel de consumo final, su transformación en coeficientes de superficie permite la estimación de la superficie total que necesita cada sector económico, considerando su demanda final en el momento del cálculo.

Tal y como señalan Bicknell *et al.* (1998), este análisis permite profundizar en la apreciación de las necesidades de industrias que inicialmente no parecen ser intensivas sin superficie. Posteriormente, autores como Ferng (2002), Hubacek y Giljum (2003), Lenzen y Murray (2001), Lenzen *et al.* (2003), McDonald y Patterson (2003) o Wiedmann *et al.* (2006) aplican el análisis *input-output* para el cálculo de la HE, en algunos casos mejorando cuestiones concretas del trabajo de Bicknell *et al.* (1998).

Se señala el potencial de esta metodología para corregir algunas debilidades del método original en temas como el análisis regional, la distribución de la tierra o la huella de la energía, además de incluir necesidades directas e indirectas de superficie. Por el contrario, el hecho de que la mayoría de tablas *input-output* estén expresadas en términos monetarios supone una importante limitación de este tipo de análisis, pues se asume que los coeficientes técnicos obtenidos serían los mismos en términos físicos (Wackernagel *et al.*, 2005).

4. DEBATE SOBRE LA HUELLA

A pesar de que la HE es un indicador relativamente nuevo, ha alcanzado una popularidad notable tanto dentro de la comunidad científica como entre las instituciones y los consumidores. Sin embargo, es difícil que un único indicador recoja eficientemente todos los aspectos relacionados con la sustentabilidad ecológica. Para mejorar su utilidad, debería ser empleado con otros indicadores que proporcionen información adicional (Wackernagel *et al.*, 1999; Rees, 2000).

Por lo tanto, es preciso conocer las fortalezas y debilidades de la HE tanto para garantizar que se emplea adecuadamente como para decidir qué otros indicadores pueden complementarla. A continuación, resumimos brevemente las fortalezas, debilidades y principales críticas recibidas por la HE¹⁴.

4.1. FORTALEZAS

Las fortalezas de este indicador se relacionan, en primer lugar, con que se considera que persigue un objetivo adecuado¹⁵: cuantificar la superficie transformada por los humanos. En la medida en que la HE mide cuánto capital natural es em-

¹⁴ Nos referimos a la HE calculada con el método compuesto, la opción propuesta por Wackernagel y Rees.

¹⁵ Vitousek *et al.* (1997) detallan la importancia de las alteraciones que los humanos realizamos en la superficie del planeta, señalando que se está afectando el funcionamiento de los ecosistemas de nuestro planeta, poniendo en peligro su mantenimiento y, por lo tanto, el flujo de bienes y servicios que proporcionan a la humanidad.

pleado y, por lo tanto, transformado para satisfacer nuestras necesidades, cuantifica qué parte de los ecosistemas han sido modificados (Wackernagel *et al.*, 1999).

Desde otro punto de vista, considerando las asunciones implícitas en el concepto, la HE incorpora tres aspectos relacionados con el desarrollo sustentable que los autores consideran muy relevantes: 1) considera la complementariedad entre capital manufacturado y natural; 2) es consistente con las leyes de la termodinámica; y 3) incluye la dimensión social del desarrollo sustentable, considerando los límites ecológicos. Otra fortaleza importante es su capacidad para comunicar los resultados, pues su claridad y simpleza conceptual (Rees, 2002) favorecen su uso para la toma de decisiones.

Finalmente, en la medida en que el indicador establece diferentes categorías de superficie apropiada y consumo de bienes, permite identificar demandas de productividad de diferentes campos, permitiendo la puesta en marcha de medidas de acuerdo con las necesidades de cada una de estas áreas.

4.2. DEBILIDADES

La HE excluye algunas cuestiones que tienen un impacto ecológico notable, como el consumo de agua y de recursos naturales y algunos tipos de contaminación. Adicionalmente, asume que cada tipo de superficie tiene un único uso (Van den Bergh y Verbruggen, 1999), incluyendo sólo la superficie ecológicamente productiva. Sin embargo, la superficie improductiva podría ser empleada directa o indirectamente para usos humanos (Lenzen y Murray, 2001; Lenzen *et al.*, 2003).

En segundo lugar, la metodología empleada para cuantificar el impacto del consumo de energía está exclusivamente centrada en el CO₂, sin considerar otros gases. Análogamente, la HE considera un único modo de compensar las emisiones: la capacidad de absorción de los bosques.

En tercer lugar, otra limitación importante se refiere a la no diferenciación del uso sustentable y no sustentable de la tierra. Así, en la búsqueda de incrementos de productividad la HE podría incentivar métodos de producción insustentables (Herendeen, 2000).

A pesar de que estas limitaciones son aceptadas por los partidarios de la HE, se considera que la exclusión de estas cuestiones la convierte en un indicador conservador, de modo que la demanda humana de bioproductividad es incluso más elevada de lo que muestra la HE. Por otro lado, algunas de estas debilidades están siendo incluidas en el análisis de HE, y cuestiones como la inclusión del metano y de otros gases de efecto invernadero (Lenzen y Murray, 2001; Walsh *et al.*, 2007) o la diferenciación entre el uso sustentable y no sustentable de la superficie (Lenzen y Murray, 2001; Lenzen *et al.*, 2003) fortalecen el indicador.

4.3. CRÍTICAS RECIBIDAS

A pesar de la popularidad alcanzada, es cierto que la HE ha recibido diferentes críticas que cuestionan algunas de las premisas fundamentales para la aplicación del indicador. Algunos aspectos cuestionados giran en torno: 1) al papel desempeñado por el comercio en la HE (Lenzen y Murray, 2001; Van den Bergh y Verbruggen, 1999); 2) al uso de productividad global y no local (Bicknell *et al.*, 1998; Lenzen y Murray, 2001); 3) al uso de fronteras políticas y no relacionadas con los ecosistemas (Van den Bergh y Verbruggen, 1999); 4) al hecho de que, de acuerdo con el indicador, algunos países industrializados con poca superficie no pueden ser sustentables (Van den Bergh y Verbruggen, 1999); 5) a la aplicación del concepto de capacidad de carga a las poblaciones humanas (McDonald y Patterson, 2003). Tal y como señala Costanza (2000), la controversia surge cuando la HE pasa simplemente de analizar los resultados a interpretar la HE como indicador de algo más¹⁶.

Existe, por lo tanto, un interesante debate en relación con la interpretación de la HE que todavía no ha sido cerrado –véanse, por ejemplo, las réplicas a las críticas mencionadas de Ferguson (1999), Loh (2000), Rees (2000), Wackernagel (1999), Wackernagel y Silverstein (2000), Wackernagel *et al.* (2004b) o Woods (2004)–.

No obstante, los comentarios críticos recibidos han influido, sin duda, en la visión que Wackernagel y Rees tenían de su propio indicador. De este modo, si en los objetivos iniciales se destacaba la eficiencia de la HE como indicador de sustentabilidad y herramienta de planificación (Wackernagel y Rees, 1996), en la actualidad se redirecciona, al menos a nivel teórico, hacia metas más específicas y menos ambiciosas y relacionadas con la contabilización del capital natural y con la documentación de la excedencia ecológica (Wackernagel *et al.*, 2004b).

5. LA HUELLA ECOLÓGICA CORPORATIVA

5.1. CONCEPTO Y OBJETIVOS

Tanto porque la legislación ambiental está cada vez más desarrollada como por la presión de los consumidores y por la propia concienciación de los dirigentes, las empresas deben asumir cada vez mayores compromisos ambientales, contribuyendo al logro de un medio ambiente sustentable o, al menos, evitando su degradación¹⁷.

La gestión ambiental en el ámbito de la empresa ha avanzado en los últimos años, surgiendo diferentes sistemas que tratan de incorporar cuestiones ambientales

¹⁶ Tal y como señalan Lenzen *et al.* (2003), existen autores que aceptan la validez de la HE como indicador de insustentabilidad global, sin aceptar su utilidad como indicador de sustentabilidad, sobre todo cuando se aplica a países y a regiones.

¹⁷ El desarrollo del concepto de *responsabilidad social corporativa* (CSR) constituye un claro ejemplo en este sentido.

a la dirección y a la organización. Los denominados *European Eco-Management and Audit Scheme* (EMAS), *International Standard ISO 14000 Series* (Holland, 2003) o el marco de análisis de la *Global Report Initiative* (GRI) y su guía para la elaboración de memorias de sustentabilidad suponen avances en este sentido (Gili *et al.*, 2005). Sin embargo, cuentan con el *hándicap* de que tienden a centrarse en impactos individuales sin que, por el momento, haya emergido un mecanismo que, empleando un enfoque holístico, sintetice la situación ambiental de las organizaciones y pueda ser empleada para comunicarse con los accionistas, con grupos de interés y con la sociedad en general.

En este contexto, resulta interesante la elaboración de una herramienta que muestre de modo sencillo la situación ambiental de organizaciones y empresas, debiendo ser un elemento útil para la toma de decisiones a este respecto.

Surge, entonces, la posibilidad de emplear la HE con este fin, apareciendo la HE corporativa. Esta era una posibilidad señalada por los propios creadores del indicador (Wackernagel y Rees, 1996), no excesivamente explotada en sus primeros años de vida. En los últimos años, trabajos como los de Chambers y Lewis (2001), Holland (2003) o Doménech (2004a, 2004b, 2007) impulsaron el uso de la HE como herramienta aplicada a empresas y organizaciones¹⁸.

En la medida en que las empresas, al igual que los ciudadanos, son consumidoras de recursos y generadoras de desechos, tenemos los elementos necesarios para calcular una HE, por lo que es perfectamente factible obtener una huella corporativa. Su objetivo principal es determinar la superficie necesaria para poder mantener los consumos y la generación de desechos realizados por la organización estudiada.

Chambers y Lewis (2001) y Holland (2003) señalan las virtudes del indicador para este fin, pues: 1) es un índice único, que sintetiza diferentes impactos ambientales, permitiendo cuantificar el éxito o el fracaso de las medidas adoptadas; 2) la metodología de cálculo no es compleja; 3) está expresado en unidades comprensibles, lo que facilita la toma de decisiones y la comunicación interna y externa; y 4) la información necesaria se basa en la información existente en la empresa, sin necesidad de transformaciones importantes.

Podría cuestionarse el sentido de que se emplee un indicador expresado en una unidad –las hectáreas de superficie productiva– apropiado para países o regiones pero, quizás, menos relacionado con las corporaciones. No obstante, los diferentes tipos de superficie que distingue la HE proporcionan también información relevante a las empresas, expresando en una unidad común, y por lo tanto agregable, la influencia de cuestiones como el consumo de energía directo e indirecto, los desechos generados, etc.

De acuerdo con Holland (2003, p. 228) “*tiene sentido valorar cuánta biosfera precisa una empresa para mantener las actividades del negocio y, por lo tanto, la*

¹⁸ Además de aplicarse a las organizaciones, el análisis de HE fue aplicado a productos –por ejemplo, Sibylle *et al.* (2006)–, a actividades de naturaleza diversa (Krivtsov *et al.*, 2004 o Patterson *et al.*, 2007) o incluso a cuestiones relacionadas con el cambio climático (Santamouris *et al.*, 2007).

posibilidad de que la capacidad requerida provoque impactos ecológicos que sean insustentables”.

El mismo Holland (2003) incide en que, a nivel de organizaciones, la HE puede actuar como una herramienta de gestión interna, identificando demandas de la biosfera insustentables y usos alternativos del capital, o como un medio de comunicación, además de poder ser empleada como una herramienta de consenso a nivel estratégico y de política de empresa e incluso puede ser empleada como una herramienta de predicción.

Igualmente, Doménech (2007) señala que la superficie es una unidad que tiene sentido para el análisis de la sustentabilidad de las empresas, proponiendo que la inversión en hectáreas de superficie productiva (jardines, bosques...) sea una de las posibilidades de las que dispongan las empresas para reducir su huella. Así, el análisis no se centraría en comparar la HE con la biocapacidad sino que reflejaría la posibilidad de reducir la HE invirtiendo en superficie biológicamente productiva.

Es más, las diferentes metodologías que se vienen aplicando para el cálculo de la HE corporativa permiten expresarla no sólo en términos de hectáreas (o Gha) sino en términos de emisiones, principalmente de CO₂, surgiendo lo que algunos autores denominan huella del carbono¹⁹. Esta adaptación, en la que se calculan las emisiones de CO₂ realizadas por la organización estudiada, es notablemente atractiva para las empresas, sobre todo considerando las exigencias que deben afrontar en el marco del Protocolo de Kioto, plasmadas en España en los diferentes *Planes nacionales de asignación de derechos de emisión de gases de efecto invernadero*.

Finalmente, además de emplearse como herramienta de gestión, la HE corporativa puede ser útil en el cálculo de la huella de bienes y servicios. Su expresión en términos de hectáreas o toneladas de CO₂ por tonelada de producto permite el cálculo de la huella de los productos comercializados, agregando las huellas generadas por las empresas participantes en cada una de las fases de su ciclo de vida²⁰. Es decir, es factible que cuando los consumidores adquieran un bien o un servicio de una determinada marca sepan la cantidad de superficie o las toneladas de CO₂ precisas para su obtención. Así, el indicador tiene la capacidad de ser empleado como elemento en una ecoetiqueta (Doménech, 2007). De este modo, el consumidor dispondría de información ambiental relevante y comprensible respecto de los bienes que consume y de las empresas productoras.

5.2. PRECEDENTES

La aplicación de HE a las organizaciones está alcanzando cada vez un mayor auge, aunque no existe por el momento un gran número de estudios. Tal y como

¹⁹ En Wiedmann y Minx (2007) se puede encontrar abundante información sobre la huella del carbono.

²⁰ Por ejemplo, la HE de una conserva de mejillón comercializada bajo la marca *x* sería la suma de las huellas añadidas por cada una de las empresas por las que ese mejillón pasa desde que se obtiene hasta que lo adquiere el consumidor final, incluyendo bateiros, cocederos, empresas conserveras, distribuidores y transportistas.

señalan Chambers y Lewis (2001), dos de los pioneros fueron realizados en el Reino Unido para las empresas Anglian Water (suministradora de aguas) y Best Foot Forward (consultora). En el mismo año, Germain (2001) estima la HE de un hospital en Vancouver (Canadá).

En la actualidad, la red Global Footprint Network (GFN)²¹ ha recibido el encargo de cuatro empresas: BC Hydro (Canadá; producción de electricidad), The GPT Group (Australia; comercializadora); SITA (Francia; gestión de residuos), Kadoorie Farm and Botanical Garden (Hong Kong; centro educacional y jardín botánico).

En España no existen por el momento muchas aplicaciones, aunque cada vez se registran más estudios de este tipo. Doménech (2004a, 2004b, 2007) fue pionero en el cálculo de la HE corporativa, aplicando la metodología que él mismo desarrolló a la Autoridad Portuaria de Gijón. Herva *et al.* (2007) estima la HE de una planta de producción de una empresa textil; Casello *et al.* (2008), Coto *et al.* (2008) y Marañón *et al.* (2008) calculan, respectivamente, la HE de un concesionario de automóviles, de un puerto y de una depuradora, empleando la misma metodología que Doménech, que expresa la HE en Gha y en toneladas de CO₂. Igualmente, organizaciones como Inditex o las Universidades de A Coruña, Santiago de Compostela y Vigo están llevando a cabo proyectos relacionados con la HE²².

De especial interés es el caso del Carbon Trust²³, un organismo público impulsado por el Gobierno británico y que está promoviendo ecoetiquetas basadas en la HE del carbono. La idea, aplicada inicialmente a los alimentos, se basa en la estimación de la HE de un determinado producto, asociado a una marca, a partir de la generación de huella en cada una de las fases de su ciclo de vida. Por el momento son conocidos los resultados de la marca inglesa *Walker's*²⁴, que certifica que en la producción de una bolsa con un contenido de 33,5 g de patatas fritas se generan 75 g de CO₂. Igualmente, esta compañía ofrece información de la HE generada en cada fase del proceso productivo, estudiando la HE de las empresas que participan en él²⁵.

Si otra marca que comercialice el mismo producto ofreciese la misma información en la etiqueta de sus bolsas de patatas fritas, el consumidor tendría un elemen-

²¹ La red GFN, con más de 80 organismos asociados, trata, entre otras cosas, de avanzar en la estandarización de la metodología de cálculo y en la difusión de la HE (<http://www.footprintnetwork.org/>).

²² Consultar http://www.inditex.com/es/responsabilidad_corporativa/medioambiental/plan_estrategico; <http://www.eleconomista.es/mercados-cotizaciones/noticias/343576/01/08/RSCUniversidades-gallegas-evaluaran-el-impacto-ambiental-que-produce-su-actividad-e-implantarán-medidas-para-reducirlo.html>. Algunos de los motivos que llevan a las empresas a estimar su HE se relacionan con la disposición de una herramienta válida tanto para usar internamente como para comunicarse con los agentes relacionados con la empresa; la medición del impacto ambiental de sus propiedades, con la finalidad de establecer objetivos de reducción.

²³ Véase <http://www.carbontrust.co.uk/default.ct>.

²⁴ Consultar http://www.walkerscarbonfootprint.co.uk/walkers_carbon_footprint.html.

²⁵ Así, sabemos que un 44% del CO₂ emitido en la producción de una bolsa de patatas *Walker's* se genera en las actividades de cultivo de las patatas, un 30% en la etapa de transformación (limpieza, cortado y freído, principalmente), un 15% en el momento de envasado, un 9% en la distribución y un 2% en la recogida de los envases una vez que se consume el producto.

to de juicio adicional a la hora de decantarse por uno u otro producto, de modo que, si una parte de los consumidores finales eligen aquellos con menor HE, todos los participantes en la cadena de producción tendrán incentivos para demandar productos con poco carbono, lo que sería positivo en el avance hacia un desarrollo sostenible.

5.3. MÉTODO DE CÁLCULO

Al igual que sucede con la huella en su versión tradicional, no existe una única forma de calcular la huella de las empresas y organizaciones. Es más, en la medida en que, partiendo de la metodología general, se pueden calcular huellas de determinados consumos sin necesidad de muchos cambios, también existe incertidumbre con respecto a qué conceptos se incluyen en el cálculo de la HE de las organizaciones. Por otro lado, ni Wackernagel ni Rees han propuesto una metodología específica para las organizaciones, por lo que no existe una huella de referencia como en el caso de los países y regiones²⁶.

Sin embargo, es importante determinar qué cuestiones se incluyen en la huella corporativa, estableciendo también una metodología de cálculo. En este sentido, podemos destacar al menos tres tendencias por lo que se refiere al cálculo de la HE de las organizaciones. En primer lugar, la “aproximación de los componentes” puede ser aplicada en este contexto. En la medida en que el método se basaba en precalcular una huella “estándar” de una serie de componentes que luego es multiplicada por el consumo de cada uno, el método es válido para las organizaciones sin que prácticamente sea necesario realizar cambios respecto de la manera de proceder para los países o regiones. Simplemente, habría que multiplicar los consumos de la organización por la huella de cada componente.

Algo similar sucede con la metodología *input-output*, que está alcanzando cierta difusión en el ámbito de las organizaciones (Gallego y Lenzen, 2005; Wiedmann y Lenzen, 2006). Los fundamentos del método de cálculo son los mismos que los empleados para el cálculo de la HE de los países o regiones, basándose igualmente en las tablas *input-output* estándar y en la división sectorial que reflejan. Asimismo, es necesario transformar los coeficientes *input-output* en coeficientes de superficie²⁷.

Las ventajas e inconvenientes son los mismos que cuando se aplica esta metodología a los países, aunque la posibilidad de que la desagregación sectorial pre-

²⁶ Wackernagel sí desarrolló una adaptación de la metodología para calcular la huella ecológica de los hogares (Wackernagel *et al.*, 2000).

²⁷ En esta línea, se realizaron avances a la hora de elaborar aplicaciones informáticas que adaptan los resultados a las necesidades de las organizaciones, desarrollándose el *software* denominado *Bottomline3* (o *BL3*) (Wiedmann *et al.*, 2007) que, basándose en el análisis *input-output*, calcula la huella ecológica, la huella del carbono, los gases de efecto invernadero, el uso de energía y los recursos y otros parámetros que son útiles para evaluar la situación ambiental de la empresa.

sente en el análisis *input-output* no se ajuste con las características de la empresa (Suh *et al.*, 2004) es un aspecto negativo a considerar.

Finalmente, una tercera aproximación a la huella ecológica de la empresa es la denominada “método compuesto de las cuentas contables” (MCCC) desarrollada por Doménech (2004a, 2004b, 2007) quien, partiendo del concepto de huella que Wackernagel *et al.* (2000) emplean para los hogares, desarrolla un método de cálculo aplicable a empresas y organizaciones. Doménech impulsó igualmente la creación de un grupo de trabajo interuniversitario sobre *Mejora de la huella ecológica corporativa*, en el que participan las Universidades de Oviedo, Cantabria, Valencia, Cádiz y Santiago de Compostela –esta última representada por el Grupo de Investigación de Economía Pesquera y Recursos Naturales–, coordinadas por la Autoridad Portuaria de Gijón. En la medida en que participamos en su desarrollo, este es el método de cálculo elegido para nuestra estimación, profundizando a continuación en sus fundamentos teóricos.

5.3.1. Descripción de la metodología seleccionada

El origen del MCCC podemos encontrarlo en Wackernagel *et al.* (2000). Basándose en la matriz de consumos y superficies presente en la hoja de cálculo elaborada para el cálculo de la huella de las familias, Doménech (2004a, 2004b, 2007) elabora una matriz que recoge los consumos de las principales categorías de productos que una empresa precisa. Su referencia en esta labor fue la Autoridad Portuaria de Gijón, la primera organización a la que se aplicó esta metodología.

La idea general es elaborar un listado de todas las categorías de consumos, existiendo también apartados para los desechos generados y para el uso del suelo. Tal y como señalamos a continuación, la huella se expresa tanto en hectáreas estandarizadas como en toneladas de CO₂²⁸.

La información necesaria se obtiene principalmente de documentos contables como el balance y la cuenta de pérdidas y ganancias, aunque puede ser necesaria información de otros departamentos de la empresa que dispongan de información específica de determinados apartados (generación de desechos, superficie ocupada por las instalaciones de la organización...).

♦ *La matriz de consumos-superficies*. Esta matriz se implementa en una hoja de cálculo, la principal herramienta para el cálculo de la huella. Su estructura no difiere en lo sustancial de la matriz de consumos-superficies empleada en el cálculo de la HE de los países. Así, las filas muestran la huella de cada categoría de producto mientras que las columnas de la matriz también incluyen, entre otras cosas, las distintas superficies en las que se divide la huella. No obstante, la hoja de cálculo elaborada para estimar la HE de las empresas es más compleja, tal y como describimos a continuación (tabla 2).

²⁸ El cálculo de las hectáreas estandarizadas se realiza empleando factores de equivalencia y rendimiento, del mismo modo que en la versión tradicional del indicador.

Comenzando por las columnas, la hoja se divide en seis grupos, correspondiendo el primero a la descripción de las diferentes categorías de productos consumibles. Estos están agrupados en cuatro grandes bloques: consumo energético –que, a su vez, está distribuido en seis subgrupos²⁹–, uso del suelo, recursos agropecuarios y pesqueros y recursos forestales. Dentro de cada grupo se pueden incluir tantos productos como se desee.

El segundo grupo de columnas muestra los consumos de cada producto, expresados en unidades específicas. Las unidades de la primera columna del grupo se relacionan con las características del producto y, por ejemplo, el consumo de electricidad se recoge en kw/h y el de agua en m³. La segunda columna recoge el valor de los consumos en euros, mientras que la cuarta los muestra en toneladas.

Tabla 2.- Estructura de la hoja de cálculo que recoge la matriz consumos-superficies de la huella ecológica de las empresas

CATEGORÍA DE PRODUCTO	CONSUMO ANUAL					PRODUCTIVIDAD		HUELLA POR TIPO DE ECOSISTEMA				HUELLA TOTAL (ha×FE)	CONTRAHUELLA (ha×FE×FR)
	UC	E S/IVA	TON	IE	Gj	NAT	ENER	EF	TC	PA		
1. ENERGÍA													
1.1 Electricidad													
1.2 Combustibles													
1.3 Materiales													
1.4 Materiales de construcción													
1.5 Servicios													
1.6 Vertidos y residuos													
2. USO DEL SUELO													
3. RECURSOS AGROPEC. Y PESQUER.													
4. RECURSOS FOREST.													

NOTAS: UC: unidades consumo (ud/año); E S/IVA: euros sin IVA (euros/año); TON: Toneladas (t/año); IE: intensidad energética (Gj/t); Gj (Gj/año); NAT: natural (t/ha/año); ENER: Energética (Gj/ha/año); EF: energía fósil (ha×FE); TC: tierra cultivable (ha×FE); PA: pastos (ha×FE); ha: hectáreas; FE: factor de equivalencia; FR: factor de rendimiento.

La quinta columna recoge la energía en gigajulios (Gj) de cada consumo, obtenida multiplicando las toneladas de producto por la cantidad de energía por tonelada empleada en su producción (Gj/t), denominada intensidad energética y presente en la cuarta columna.

El tercer grupo de columnas muestra la productividad de cada bien, existiendo dos columnas: la productividad natural (en toneladas por hectárea) y la productividad energética (en gigajulios por hectárea).

²⁹ Los subgrupos son los siguientes: electricidad, combustibles, materiales, materiales de construcción, servicios y desechos.

El cuarto grupo consta de seis columnas. Son las que muestran la huella ecológica repartida entre las diferentes superficies y son las mismas que en la huella de los países (energía fósil, superficie cultivable, pastos, bosques, superficie construida y mar), aunque ahora la primera es la energía y no la superficie cultivable³⁰.

Existe un último grupo de dos columnas que recoge la huella ecológica total o la superficie ocupada y la contrahuella, o la superficie disponible. Este concepto se describirá en apartados posteriores.

♦ *Proceso de cálculo.* Una vez vista la estructura de la hoja de cálculo, podemos comenzar a ver cómo se calcula la HE. Nuestro objetivo no es describir detalladamente el método de cálculo sino hacer una descripción general que nos permita comprender las principales ideas implícitas en él.

La metodología desarrollada por Doménech va a mantener la filosofía de la HE tradicional, con la particularidad de que una buena parte de los bienes que se consumen en una empresa no se obtienen de ninguna superficie productiva. Las empresas compran máquinas, ordenadores, consumen electricidad..., bienes para los que la huella no puede ser calculada por el método tradicional, dividiendo el consumo en toneladas entre la productividad de la superficie de la que proviene el bien, porque, al no ser bióticos, no proceden directamente de ninguna superficie³¹.

Surge entonces un problema, pues la mayoría de los consumos no se pueden computar en la huella de acuerdo a cómo se venía realizando. En este caso, se sigue el mismo razonamiento que en el caso de los países, pues el indicador recoge ahora el impacto de la energía empleada en su producción. No obstante, el modo de estimar esta huella es diferente.

En el caso de los territorios se tiene en cuenta el consumo de energía total de los habitantes del país o región estudiados, haciendo el ajuste de las importaciones y exportaciones de bienes. Como en las empresas eso no es posible, Doménech (2004a, 2004b, 2007) recurre a factores de intensidad energética, que indican la energía consumida en la producción de cada categoría de producto expresada en GJ/t³². Tienen sentido, entonces, la cuarta y la quinta columna del segundo grupo de la hoja de cálculo, pues la energía total incorporada en la producción de cada producto se obtiene multiplicando el consumo en toneladas por la intensidad energética. En el caso de los bienes amortizables, la HE recoge cada año su cuota de amortización, evitando fluctuaciones elevadas en el período en el que se adquiera el inmovilizado.

Una vez que se obtiene la energía, se compara con la productividad energética de cada combustible, calculando de este modo la huella de los bienes no bióticos.

³⁰ Por motivos de espacio, la tabla 2 sólo recoge los tres primeros tipos de superficie.

³¹ Es común que las empresas proporcionen la información necesaria en euros. Su conversión a toneladas se realiza considerando precios unitarios medios. En ausencia de otra información más precisa, la *Base de datos de comercio exterior*, elaborada por la Agencia Tributaria (AEAT), permite obtener la relación valor/peso para cada capítulo arancelario.

³² Este tipo de factores de intensidad energética son los mismos que los empleados en el cálculo de la huella de los países, para determinar la cantidad de energía incorporada a los flujos comerciales.

La productividad energética se refiere a la cantidad de energía que puede asimilar una hectárea de bosque (Doménech, 2007), estimada a partir de la cantidad de energía contenida en las emisiones de CO₂. En la medida en que para cada combustible existen factores estándar que recogen la cantidad de CO₂ que emite por GJ consumido, es posible realizar la operación inversa, estimando los GJ de cada combustible que fueron necesarios para emitir la cantidad CO₂ que puede absorber anualmente una hectárea. En este sentido, la tasa de absorción de CO₂ por hectárea empleada por Doménech no son las 6,6 tCO₂/ha/año propuestas por Wackernagel y Rees (1996), sino que se actualiza este valor a 5,21 tCO₂/ha/año, de acuerdo con la propuesta del Panel Internacional sobre Cambio Climático (IPCC, 2001)³³.

La estimación de la huella de la energía se aplica también a los servicios que contrata la organización estudiada y a los desechos que genera, ambos importantes en la huella de las organizaciones. Con relación a los primeros, se asume que una parte del coste del servicio se corresponde al consumo energético, estimando el peso de esta parte para cada tipo de servicio. Este porcentaje se aplica al importe del servicio, obteniendo “*los euros que se corresponden con el consumo energético*” (Doménech, 2007). Este valor se transforma en toneladas considerando el precio de los combustibles y procediendo luego a aplicar la intensidad energética correspondiente, del mismo modo que se haría al estimar la huella de la energía de cualquier otro bien.

Por lo que respecta a los desechos, se estima la huella de la energía, con la particularidad de que se descuenta la cantidad de energía que se recupera en el proceso de reciclado en el supuesto de que una parte de los residuos generados se reciclen.

Por otro lado, una empresa también puede consumir recursos bióticos, como alimentos, madera... En este caso, la estimación de la huella se realizará por el método habitual de dividir el consumo, en este caso en toneladas, por la productividad natural de la superficie a la que se asigna cada producto³⁴. No obstante, la huella de los recursos bióticos debe incluir también la energía que se emplea en la producción de estos bienes, por lo que, además de la huella “natural o biótica”, se estima su huella energética, de igual modo que se haría para cualquiera otro producto. Por lo tanto, la huella de este tipo de bienes tiene los dos componentes señalados: el “natural” y el energético.

En relación con las productividades empleadas, es preciso aclarar que se opta por el uso de productividades globales o mundiales pues, tal y como indica Doménech (2007, p. 84), “*en el creciente mundo globalizado en el que vivimos, los ar-*

³³ Por ejemplo, los combustibles líquidos tienen, en términos medios, un factor de emisión de carbono de 0,0734 tCO₂/Gj. Si consideramos la tasa de absorción de 5,21 tCO₂/ha/año, una hectárea de bosque podría absorber 70,98 Gj de combustibles líquidos al año (5,21/0,0734), valor que se tomaría como productividad energética de los combustibles líquidos.

³⁴ Así, por ejemplo, si tenemos un consumo de 10 toneladas de uvas y la productividad de las uvas es de 9,3 t/ha, la huella de las uvas sería de 1,07 ha, asignada a la superficie cultivada, al igual que se haría en la huella de un país.

tículos consumidos por las empresas o corporaciones tienen diversos orígenes, lo que haría muy dificultoso trabajar con las productividades locales de cada uno". Autores como Relea y Prat (1998) defienden esta opción para la huella de los países, afirmando que el uso de productividades locales puede provocar que aquellos con más recursos económicos consuman recursos de los lugares más productivos del planeta para reducir su huella por la vía de la productividad, dejando los productos de tierras menos productivas y, por lo tanto, con mayor huella, a los países pobres.

Finalmente, se recoge el uso de la superficie tanto en tierra firme como en el mar. En este caso, se diferencian distintos tipos de suelo (construido, zonas de cultivos, pastos...), estimándose también la contrahuella de la organización.

La contrahuella es un concepto asimilable en parte a la superficie ecológicamente productiva de un país o región. Recordemos que en la versión clásica de la HE se compara la superficie necesaria para satisfacer las necesidades de los habitantes de un determinado territorio (la propia huella) con la superficie disponible para satisfacer esas necesidades, surgiendo un déficit o una reserva ecológica dependiendo de cuál de las dos superficies fuera mayor.

Sin embargo, el concepto de superficie ecológicamente productiva tiene sentido al hablar de territorios, pero no tanto en el caso de organizaciones. Todos los países disponen en mayor o menor medida de una parte de su superficie que es empleada para producir recursos bióticos, por lo que la comparación entre la superficie disponible y la consumida siempre va a ser posible. La HE asume que es positivo disponer de superficie productiva y, por lo tanto, que los habitantes del territorio estudiado satisfagan sus necesidades con productos producidos en el propio territorio. Desde el punto de vista de la condición de sustentabilidad, un país que no disponga de superficie ecológicamente productiva no va a poder ser sustentable, pues sus habitantes deben consumir, aun que sea simplemente para satisfacer sus necesidades vitales más básicas.

En el caso de las empresas esta asunción es difícil de mantener, ya que muchas no necesitan terrenos donde se produzcan recursos bióticos³⁵. Surge, entonces, el concepto de contrahuella. El punto de partida es que, aunque es deseable que las empresas reduzcan su huella siendo más eficientes, esto es, reduciendo sus consumos, se considera positivo que dispongan de espacios naturales, permitiendo que las inversiones en este tipo de superficie reduzcan la huella. De este modo, la HE fomentaría que el sector personal se involucrara en la conservación de los espacios naturales (Doménech, 2007), lo que se considera positivo en términos de sustentabilidad.

Las superficies de cultivos, pastos, bosques, jardines o, por ejemplo, reservas marinas de las que disponga la empresa contribuirían a contrarrestar una parte de la

³⁵ Un taller de reparación de coches, una entidad financiera... realizan actividades sien ningún vínculo directo con este tipo de recursos.

huella, pues son consideradas contrahuella. Para reducir la huella una hectárea bastaría con adquirir la misma cantidad de terreno de una de estas superficies. En el caso de que se invierta en superficie arbolada, también se reducirían las emisiones de CO₂, considerando la tasa de absorción de 5,21 tCO₂/ha/año. Si a la HE le restamos la contrahuella, obtenemos la HE neta o, de otro modo, la superficie que precisa la empresa menos aquella de la que dispone³⁶.

5.3.2. Fortalezas y debilidades

La metodología sigue en lo fundamental la filosofía del método desarrollado por Wackernagel y Rees. Es, por lo tanto, un método fácilmente asimilable para aquellos investigadores familiarizados con la HE. Por lo que respecta a su alcance, hablamos de un método completo que permite añadir nuevos consumos a las categorías propuestas, incorporando también la generación de desechos. Es, por lo tanto, un método flexible, que permite su adaptación a las particularidades de cualquier tipo de empresa. Igualmente, se expresa en hectáreas y toneladas de CO₂, lo que incrementa su utilidad para las empresas.

Por lo que respecta a las debilidades, existe dificultad para obtener determinados factores de conversión (euros a hectáreas e intensidad energética, principalmente) precisos y actuales, pues las fuentes de información para su elaboración suelen ser escasas. Por otro lado, se está trabajando en cuestiones como la incorporación del ciclo de vida de los combustibles consumidos, la incorporación de residuos peligrosos y gases diferentes del CO₂, el uso de infraestructuras públicas por las organizaciones, las tasas de absorción de pastos, cultivos y sistemas acuáticos, además de mejorar la precisión de la huella de los servicios y de las comidas de empresa.

6. CÁLCULO DE LA HUELLA ECOLÓGICA DE DOS EMPRESAS DEL SECTOR PESQUERO GALLEGO

A continuación, aplicamos la metodología elegida a dos empresas pesqueras de Galicia denominadas B1 y B2. El objetivo del estudio es aplicar el MCCC a empresas no pertenecientes al sector servicios³⁷, además de comprobar la utilidad del indicador en el caso específico de empresas pesqueras. Así, trataremos de detectar cuáles son las principales áreas generadoras de HE, además de analizar las diferencias existentes entre los dos casos estudiados.

³⁶ Al igual que la superficie ecológicamente productiva, la contrahuella se multiplica, además de por el factor de equivalencia correspondiente, por un factor de rendimiento que pondera la productividad de la contrahuella en relación con los valores globales.

³⁷ En el momento de comenzar este trabajo, el MCCC sólo había sido empleado en el cálculo de la HE de la Autoridad Portuaria de Gijón.

Debemos destacar que este estudio no pretende obtener información alguna respecto de la posición en términos de HE del sector pesquero extractivo en relación con otros sectores económicos, pues ni se dispone de información de la HE de otras actividades ni las empresas estudiadas son representativas del sector pesquero gallego. No se trata de un análisis sectorial sino de una aplicación concreta que pretende comprobar la utilidad que puede tener el indicador para empresas de este sector.

6.1. CARACTERÍSTICAS DE LAS EMPRESAS ESTUDIADAS

B1 es una sociedad limitada constituida en el año 2004, que dispone de una embarcación de 29 m de eslora, con un motor de 280 CV de potencia, una capacidad de 233 GT de arqueo bruto y una antigüedad de nueve años. Sus especies objetivo son la merluza (94.244 kg en el año 2006) y la cabra (4.562 kg) capturadas mediante la modalidad de palangre de fondo. Pesca al sudoeste de las Islas Británicas, en la zona denominada Gran Sol, a la que se desplaza catorce veces al año, transcurriendo veinte días desde el momento de su partida hasta su regreso. La tripulación es de diecisiete personas.

B2 es una comunidad de bienes constituida en el año 1994, que dispone de una embarcación de 25,70 m de eslora, con un motor de 275 CV de potencia, una capacidad de 152 GT de arqueo bruto y una antigüedad de catorce años. Sus especies objetivo son el pez espada (21.496 kg en el año 2006), el tiburón azul (99.689 kg), el marrajo (11.772 kg) y el bonito (57.218 kg), capturados mediante la modalidad de palangre de superficie (cacea, en el caso del bonito). Pesca dentro del caladero nacional, en una zona comprendida entre el cabo Fisterra y la costa cántabra, realizando doce mareas al año con una duración media de veinticinco días. La tripulación es de doce personas.

Las dos empresas están formadas por uno único barco, sin oficinas en tierra, aunque la B1 posee una nave que usa como almacén. La ausencia de oficinas es frecuente en las empresas pesqueras, donde un armador puede tener varios barcos pero cada uno constituye una empresa independiente. El domicilio particular del armador suele figurar como el domicilio de la empresa, realizando las gestiones administrativas necesarias mediante una gestoría o bien desde la cofradía a la que pertenece el armador. Así pues, la huella de las dos empresas estudiadas es, principalmente, la huella del barco.

6.2. OBTENCIÓN DE LA INFORMACIÓN

En la obtención de la información se distinguen dos fases. En primer lugar, se suministró información general de la HE a las dos empresas estudiadas. Se les explicaron los objetivos del estudio telefónicamente y el tipo de datos necesarios con

la finalidad de que las personas encargadas de proporcionar la información se familiarizasen con el indicador.

En segundo lugar, se elaboró un cuestionario que se envió al departamento de contabilidad de las dos empresas. El cuestionario trataba de ser una guía, e indicaba las principales categorías de consumo necesarias para estimar la HE de una empresa pesquera. Para ello, se consultaron las encuestas empleadas para la elaboración de las *Táboas input-output da pesca conserva galegas 1999* (García Negro, 2003), pues recogen con detalle a estructura económica de las empresas pesqueras galegas. No obstante, el cuestionario enviado no era cerrado, pudiendo añadirse los consumos que se consideraran oportunos. Se solicitó información referida al ejercicio económico del año 2006, año al que está referida la huella calculada.

6.3. RESULTADOS DEL ESTUDIO

Los principales resultados del estudio se resumen en la tabla 3, que recoge la HE, las emisiones de CO₂, así como las principales ratios relacionadas con el análisis realizado en las empresas B1 y B2. En ella se observan diferencias importantes en la HE de las dos empresas estudiadas, variando la huella desde las 1.083,5 Gha de B1 hasta las 540,2 Gha de B2. En los dos casos la HE bruta coincide con la neta, ya que ninguna de las dos empresas invierte en contrahuella.

Tabla 3.- Huella ecológica, emisiones de CO₂ y ratios relacionadas de B1 y B2, 2006

CONCEPTO	UNIDADES	B1	B2
HE bruta	Gha	1.083,5	540,2
ContraHuella	Gha	0,0	0,0
HE neta	Gha	1.083,5	540,2
Emisiones CO ₂ brutas	t	1.678,2	1.026,4
Emisiones CO ₂ netas	t	1.678,2	1.026,4
Mercancía vendida	t	98,80	190,2,0
Ratio HE neta/t mercancía	Gha/t	10,96	2,8
tCO ₂ netas/t mercancía	t	16,98	5,4

Por lo que respecta a las emisiones de CO₂, las diferencias se mantienen elevadas, aunque son menores debido a que todos los consumos se transforman en hectáreas, pero no todos generan CO₂³⁸. En este caso, las emisiones de B1 ascienden a 1.678,2 t de CO₂ mientras que las de B2 ascienden a 1.026,4 t de CO₂.

Es interesante relacionar la huella con la mercancía vendida, pues la diferencia de HE en términos absolutos se puede deber a la dimensión de las empresas estudiadas. La relación con la producción de la empresa, además de proporcionar in-

³⁸ Además del consumo de energía, directo o incorporado en la producción de bienes y servicios, se estima que el consumo de madera genera CO₂, en la medida en que supone reducir la superficie disponible de los bosques, los que tienen capacidad de absorber CO₂ de acuerdo con la HE.

formación útil para los gestores y consumidores, nos permite contextualizar el indicador en relación con el tamaño de la empresa.

En este caso, B1 sigue ocupando el primero lugar con 10,9 Gha y con 16,9 toneladas de CO₂ por tonelada de mercancía vendida. Además de tener una HE más alta, comercializa menos toneladas de pescado que B2, aunque son especies de un valor unitario más alto, por lo que la rentabilidad no tiene porque ser más baja. Los ratios de B2 son notablemente inferiores, alcanzando 2,8 Gha y 5,4 toneladas CO₂ por tonelada de mercancía vendida.

Son destacables las diferencias existentes entre las dos huellas, pues aunque las artes de pesca no son las mismas, se trata de dos empresas con un único barco y no muy diferente por lo que respecta a su eslora y potencia, con tripulaciones compuestas por un número similar de marineros y sin que tampoco exista mucha diferencia en el número de días que permanecen en el mar. Las tablas 4 y 5 recogen la HE de las dos empresas mostrando su distribución entre los distintos tipos de superficies con la finalidad de indagar en las diferencias encontradas.

Tabla 4.- Huella ecológica de B1: tipos de superficies

TIPO DE SUPERFICIE	Gha	%	tCO ₂	%
Energía fósil	322,07	29,7	1.676,9	99,9
Tierra cultivable	53,31	4,9		
Pastos	24,91	2,3		
Bosques	0,25	0,0	1,3	0,1
Terreno construido	2,83	0,3		
Mar	680,12	62,8		
Total	1.083,5	100,0	1.678,17	100,0

Tabla 5.- Huella ecológica bruta de B2: tipos de superficies

TIPO DE SUPERFICIE	Gha	%	tCO ₂	%
Energía fósil	197,06	36,5	1.026,0	100,0
Tierra cultivable	45,90	8,5		
Pastos	21,46	4,0		
Bosques	0,07	0,0	0,36	0,0
Terreno construido	0,00	0,0		
Mar	275,74	51,0		
Total	540,23	100,0	1.026,4	100,0

En esas tablas se observa que no existe mucha distancia por lo que respecta a la huella asociada a las superficies “tierra cultivable”, “pastos”, “bosque” y “terreno construido”, aunque la suma de estas subhuellas en B1 es de un 20,60% más elevada (81,3 Gha frente a 67,4 Gha). Sin embargo, la huella correspondiente a la “energía fósil” y a la superficie “mar” se dispara en B1, superando ampliamente a B2. En el primer caso, B1 tiene una huella de 322,07 Gha, lo que significa que es un 63,43% superior a las 197,06 Gha de B2. En el segundo caso, la diferencia es aún

mayor, ascendiendo la huella del “mar” de B1 a 680,12 Gha, casi dos veces y media más que las 275,74 Gha de B2. Esto supone que la HE de la superficie “mar” significa un 62,8% de la huella total de B1, que se convierte en un 92,4% se añadimos la correspondencia a la energía.

En el caso de B2, esta predominancia de los productos del mar también es notable, pero no tan acentuada como en el caso de B1, alcanzando este componente el 51% de la HE total. Al igual que B1, si añadiéramos el consumo de energía obtendríamos una parte muy importante de la HE, en este caso el 87,5%.

Con la finalidad de avanzar un paso más en la búsqueda del origen de las diferencias en las huellas de las dos empresas, desagregamos las tablas 4 y 5. Así, las tablas 6 y 7 recogen la HE de la energía y de los recursos agropecuarios y pesqueros, donde se concentra la mayoría de la HE y, a la vez, la mayor parte de las diferencias.

Tabla 6.- Huella ecológica de B1: desglose de la energía y de los recursos agropecuarios y pesqueros, GHa

	ENERGÍA FÓSIL	TIERRA CULTIVABLE	PASTOS	BOSQUE	TERRENO CONSTRUIDO	MAR	HE TOTAL
ENERGÍA	217,66						217,78
Electricidad	1,67	0,002					1,67
Combustibles	194,31						194,31
Materiales no amortizables	10,01						10,01
Materiales amortizables	7,78						7,78
Materiales en construcción	0,36			0,12			0,48
Servicios	1,80						1,80
Residuos	1,72						1,72
USO DEL SUELO					2,83		2,31
RECURSOS AGROPEC. Y PESQUEROS	103,87	53,30	24,91	0,00		680,12	862,21
Alimentos	19,10	53,16	24,91			45,68	142,85
Tabaco	0,05	0,15					0,20
Cebos	82,47					617,63	700,10
Autoconsumos de pescado	2,25					16,81	19,06
RECURSOS FORESTALES	0,54			0,13			0,67
TOTAL	322,07	53,31	24,91	0,25	2,83	680,12	1.083,49

Una buena parte de la diferencia de la huella asociada a la energía se debe a un consumo de gasóleo más elevado por B1, cuya HE en ese concepto es un 42,17% más alta que la de B2 (194,31 frente a 136,67 Gha, respectivamente). Podría pensarse que este mayor consumo se debe a las características y/o a la actividad de las embarcaciones, aunque señalamos que las diferencias en este apartado no eran tan grandes. No obstante, existe un aspecto importante a destacar. Una parte del gasóleo comprado en el año 2006 por B1 no se usa como combustible sino que se emplea para dar estabilidad a la embarcación.

Hasta el año 2006 la embarcación de B1 pescaba empleando palangre de superficie. En el mes de enero de ese año se cambia de arte de pesca, trabajando con pa-

langre de fondo, lo cual requiere determinados ajustes en la realización de las actividades pesqueras. Lo que nos afecta, en este caso, tiene relación con la necesidad de incorporar más peso al barco para tener una mayor estabilidad. Este peso se consigue adquiriendo un remanente de gasóleo (73.529 litros, equivalentes a 62,2 toneladas) que se acumula en la bodega, sin que en principio se tenga intención de consumirlo. De ahí la mayor huella del gasóleo por parte de B1³⁹. No obstante, a pesar de que el consumo de combustibles es uno de los componentes principales de la huella de la energía fósil de las empresas pesqueras, debemos resaltar también la importancia de la energía incorporada al cebo⁴⁰ necesario para pescar.

La empresa B1 en el año 2006 consume 51,42 t de cebo frente a las sólo 19,6 t de B2. De ahí que la energía incorporada a esta partida sea sustancialmente diferente en un caso y en otro, propiciando que la huella de la energía incorporada a los cebos de B1 sea considerablemente más elevada que la de B2 (82,47 frente a 31,42 Gha de B2).

Tabla 7.- Huella ecológica de B2: desglose de la huella de la energía y de los recursos agropecuarios y pesqueros, GHa

	ENERGÍA FÓSIL	TIERRA CULTIVABLE	PASTOS	BOSQUE	TERRENO CONSTRUIDO	MAR	HE TOTAL
ENERGÍA	148,71						148,71
Electricidad							0,00
Combustibles	136,67						136,67
Materiales no amortizables	1,41						1,41
Materiales amortizables	8,52						8,52
Materiales en construcción	0,00						0,00
Servicios	0,84						0,84
Residuos	1,27						1,27
USO DEL SUELO	0,00						0,00
RECURSOS AGROPEC. Y PESQUEROS	48,06	45,90	21,46	0,00	0,00	275,74	389,54
Alimentos	16,46	45,79	21,46			39,35	123,07
Tabaco	0,04	0,10					0,14
Cebos	31,42					235,30	266,72
Autoconsumos de pescado	0,14					1,08	1,23
RECURSOS FORESTALES	0,29			0,07			0,36
TOTAL	197,06	45,90	21,46	0,07	0,00	275,74	540,23

Obviamente, el consumo de cebos queda reflejado también en el componente “natural” de la huella, asignado a la superficie “mar”, que en el caso de B1 alcanza 617,63 Gha, un 57% de la HE de esta empresa. La importancia exagerada de los

³⁹ La dificultad de determinar la parte de las compras consumidas cada año obliga a que la HE asuma habitualmente que las cantidades compradas se consuman en el ejercicio económico en el que se compran.

⁴⁰ El cebo es un recurso biótico, por lo que la HE recoge tanto su huella “natural” como la energética, computando también la energía necesaria para su obtención (para más información, ver el apartado 5.3.1). A la vista del estudio que estamos realizando, el factor de intensidad energética que se le aplica al pescado, 100 GJ/t, puede estar sobrevalorado, disparando la huella energética de este producto. No obstante, la diferencia relativa en las dos empresas será la misma, independientemente del factor empleado.

cebos es otra de las principales diferencias en relación con la B2, cuya huella en este concepto asciende a 235,3 Gha, un 43,5% de su HE total. Por lo tanto, en ambas empresas el consumo de cebos es el componente que con diferencia genera más HE, siendo esta la característica distintiva de las dos empresas estudiadas.

Se observa, por lo tanto, que el consumo de gasóleo y de cebos son los elementos que generan más HE en las empresas estudiadas. Por lo que respecta al primero, la búsqueda de la eficiencia en el consumo obedece no sólo a cuestiones relacionadas con el medio ambiente –Tyedmers *et al.* (2005) señalan que en la pesca se generan más de 130 millones de t de CO₂ en todo el mundo– sino con la propia gestión de las empresas pesqueras. El incremento de los precios de los combustibles es uno de los principales retos que en la actualidad debe afrontar el sector pesquero europeo, amenazando a la supervivencia de muchas empresas, tal y como señalan los propios pescadores⁴¹. Además de las medidas institucionales oportunas, su superación pasa por el diseño de estrategias que mejoren la eficiencia energética de las embarcaciones. El análisis de HE permite medir los avances en este campo, contribuyendo a cuantificar el éxito o el fracaso de las medidas que se adopten.

Por lo que respecta al segundo, el análisis destaca al consumo de cebos como el principal generador de HE en las empresas pesqueras, aunque, tal y como señalamos, podríamos estar sobreestimando la importancia de su componente energético, ya que su repercusión en la huella del mar lo convierte en un importante elemento a tener en cuenta en este tipo de empresas

7. CONCLUSIONES

En este artículo hemos expuesto las bases del análisis de la HE. En primer lugar, se describió la versión clásica del indicador aplicada a los habitantes de un determinado territorio, incidiendo en cuestiones como las diferentes opciones metodológicas o el debate generado alrededor de la HE.

En el caso de las organizaciones y empresas, señalamos que la HE es una herramienta útil y aplicable a las corporaciones, pues el indicador sintetiza en uno único índice, simple y fácilmente comprensible, aspectos relevantes de la situación ambiental de las empresas.

En nuestro estudio, aplicamos el MCCC a dos empresas pesqueras gallegas. Consideramos que la metodología elegida es la más completa de las desarrolladas hasta el momento en el sentido de que permite añadir todos los consumos que se desee, además de ser lo suficientemente flexible como para reflejar las particularidades de las empresas estudiadas. Esta capacidad de adaptación a realidades concretas aumenta notablemente la precisión del indicador.

Los resultados muestran huellas diferentes para las empresas estudiadas, a pesar de ser aparentemente bastante similares. El análisis realizado permite la localiza-

⁴¹ Consultar, por ejemplo, *La Voz de Galicia* (28/05/2008).

ción de aquellas áreas que propician estas diferencias, principalmente el consumo de combustibles y los cebos.

Es destacable que la naturaleza del proceso productivo puede determinar en buena medida la HE. En el caso de las empresas pesqueras, una parte importante de la huella se genera en el momento en el que se determinan las especies a capturar, el arte a emplear y la zona en la que se va a pescar. Sin embargo, considerando estas restricciones, las empresas tienen un cierto margen de actuación. Los acuerdos para reducir el número de aparejos repercuten tanto en el ahorro de combustible como en el consumo de cebos, el principal componente de la HE de las empresas estudiadas. Este tipo de acuerdos, adoptados en el sector sólo temporalmente⁴², son vitales para la reducción de la huella de empresas con las características de las de nuestro estudio. Dado que los cebos deben ser adaptados a las características de las especies capturadas, puede ser difícil reducir su huella de otro modo. No obstante, el empleo de descartes como cebos o los cebos artificiales, válidos en determinadas pesquerías, podrían contribuir en algunos casos a esta labor.

BIBLIOGRAFÍA

- BICKNELL, K.B.; BALL, R.J.; CULLEN, R.; BIGSBY, H.R. (1998): "New Methodology for the Ecological Footprint with an Application to the New Zealand Economy", *Ecological Economics*, vol. 27, pp. 149-160.
- CASELLES MONCHO, A.; CARRASCO ESTEVE, M.; MARTÍNEZ GASCÓN, A.; COLL RIBERA, S.; DOMÉNECH, J.L.; GONZÁLEZ ARENALES, M. (2008): "La huella ecológica corporativa de los materiales: aplicación al sector comercial", *Revista OIDLES*, (en prensa).
- CHAMBERS, N.; LEWIS, K. (2001): *Ecological Footprint Analysis: Towards a Sustainability Indicator for Business*. (ACCA Research Report, 65). (Disponible en http://www.accaglobal.com/pubs/publicinterest/activities/research/research_archive/23906.pdf. Último acceso realizado en el mes de junio de 2008).
- CHAMBERS, N.; SIMMONS, C.; WACKERNAGEL, M. (2000): *Sharing Nature's Interest. Ecological Footprints as an Indicator of Sustainability*. London: Earthscan.
- COSTANZA, R. (2000): "The Dynamics of the Ecological Footprint Concept", *Ecological Economics*, vol. 32, pp. 341-345.
- COTO MILLÁN, P.; MATEO MANTECÓN, I.; DOMÉNECH QUESADA, J.L.; GONZÁLEZ ARENALES, M.; (2008): "La huella ecológica de las autoridades portuarias y los servicios", *Revista OIDLES*, (en prensa).
- DOMÉNECH, J.L. (2004a): "Huella ecológica portuaria y desarrollo sustentable", *Puertos*, vol. 114, pp. 26-31
- DOMÉNECH, J.L. (2004b): "La huella ecológica empresarial: el caso del puerto de Gijón", *Actas del VII Congreso Nacional de Medio Ambiente*. Madrid.
- DOMÉNECH, J.L. (2007): *Huella ecológica y desarrollo sustentable*. Madrid: AENOR.
- FERGUSON, A.R.B. (1999): "The Essence of Ecological Footprints", *Ecological Economics*, vol. 31, pp. 318-319.

⁴² Nos referimos al sector de la flota gallega de palangre de fondo en el Gran Sol.

- GALLEGO, B.; LENZEN, M. (2005): "A Consistent Input-Output Formulation of Shared Producer and Consumer Responsibility", *Economic Systems Research*, vol. 17, pp. 365-391.
- GARCÍA NEGRO, M.C. [dir.] (2003): *Táboas input-output pesca conserva galegas 1999*. Santiago de Compostela: Xunta de Galicia, Consellería de Pesca e Asuntos Marítimos.
- GILL, I.; ROCA, M.; SALAS, J.M. (2005): *Memoria de sustentabilidad. Aspectos económicos financieros*. Barcelona: Deusto.
- HERVA, M.; FRANCO, A.; FERREIRO, S.; ÁLVAREZ, A.; ROCA, E. (2007): "An Approach for the Application of the Ecological Footprint as Environmental Indicator in the Textile Sector", *International Ecological Footprint Conference*. Cardiff. (Disponible en http://www.brass.cf.ac.uk/uploads/Herva_99.pdf. Último acceso realizado en el mes de julio de 2007).
- INTERNATIONAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC) (2001): *IPCC Working Group I: The Scientific Basis* IPCC. (Disponible en http://www.grida.no/CLIMATE/IPCC_TAR/wg1/index.htm. Último acceso realizado en el mes de junio de 2008).
- JIMÉNEZ HERRERO, L.M. (2000) *Desarrollo sustentable: transición hacia la coevolución global*. Madrid: Pirámide.
- LENZEN, M.; LUNDIE, S.; BRANS GROVE, G.; CHARET, L.; SACK, F. (2003): "Assessing the Ecological Footprint of a Large Metropolitan Water Supplier: Lessons for Water Management and Planning towards Sustainability", *Journal of Environmental Planning and Management*, vol. 46, pp. 113-141.
- LENZEN, M.; MURRAY, S.; (2001): "A Modified Ecological Footprint Method and its Application to Australia", *Ecological Economics*, vol. 37, pp. 229-255.
- LOH, J. [ed.] (2000): *Living Planet Report 2000*. Gland: WWF-World Fund For Nature.
- MARAÑÓN, E.; IREGUI, G.; DOMÉNECH, J.L.; FERNÁNDEZ NAVA, Y.; GONZÁLEZ ARENA-LES, M.; (2008): "Propuesta de índices de conversión para la obtención de la huella de los residuos y los vertidos", *Revista OI DLES*, (en prensa).
- MAYOR FARGUELL, X.; QUINTANA GOZALO, V.; BELMONTE ZAMORA, R. (2003): *Aproximación a la huella ecológica de Cataluña*. (Disponible en http://www.catsostenible.org/pdf/DdR_7_Huella_Ecologica.pdf. Último acceso realizado en el mes de junio de 2008).
- MCDONALD, G.; PATTERSON, M. (2003): *Ecological Footprints of New Zealand and its Regions*. New Zealand: Ministry for the Environment. (Disponible en <http://www.mfe.govt.nz/publications/ser/eco-footprint-sep03/index.html>. Último acceso realizado en el mes de enero de 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*, vol. 21, pp. 231-246.
- PATTERSON, T.; NICCOLUCCI, V.; MARCHETTINI, N. (2007): "Adaptive Environmental Management of Tourism in the Province of Siena, Italy Using the Ecological Footprint", *Ecological Economics*, vol. 62, pp. 747-756.
- REES, W.E. (2000): "Eco-Footprint Analysis: Merits and Brickbats", *Ecological Economics*, vol. 32, pp. 371-374.
- RELEA GINÉS, F.; PRAT NOGUER, A. (1998): *Aproximación a la huella ecológica de Barcelona*. Barcelona: Ajuntament de Barcelona. (Disponible en http://www.mediambient.bcn.es/cas/down/masu6_1.pdf. Último acceso realizado en el mes de noviembre de 2005).

- SANTAMOURIS, M.; PARAPONIARIS, K.; MIHALAKAKOU, G. (2007): "Estimating the Ecological Footprint of the Heat Island Effect Over Athens, Greece", vol. 80 ("Climatic Change"), pp. 265-276.
- SIBYLLE, D.F.; DAVID, J.H.; ERIC, H.B. (2006): "Ecological Footprint Analysis Applied to Mobile Phones", *Journal of Industrial Ecology*, vol. 10, pp. 199-216.
- SIMMONS, C.; CHAMBERS, N. (1998): "Footprinting UK Households: "How Big is your Ecological Garden?"", *Local Environment*, vol. 3, núm. 3.
- SIMMONS; LEWIS; BARRETT (2000): "Two Feet-Two Approaches: A Component-Based Model of Ecological Footprinting", *Ecological Economics*, vol. 32, pp. 75-380.
- 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*, vol. 38, pp. 657-664.
- TYEDMYERS, P.; WATSON, R.; PAULY, D. (2005): "Fueling Global Fishing Fleets", *Ambio*, vol. 34, pp. 635-638.
- VAN DEN BERGH, J.C.J.M.; VERBRUGGEN, H. (1999): "Spatial Sustainability, Trade and Indicators: An Evaluation of the Ecological Footprint", *Ecological Economics*, vol. 29, pp. 61-72.
- VITOUSEK, P.M.; EHRLICH, P.R.; EHRLICH, A.H.; MATSON, P.A. (1986): "Human Appropriation of the Products of Photosynthesis", *BioScience*, vol. 36, pp. 368-373.
- VITOUSEK, P.M.; MOONEY, J.L.; MELILLO, J.M. (1997): "Human Domination of Earth's Ecosystems", *Science*, vol. 277, pp. 494-499.
- WACKERNAGEL, M. (1998): "The Ecological Footprint of Santiago de Chile", *Local Environment*, vol. 3, pp. 7-25.
- WACKERNAGEL, M. (1999). "An Evaluation of the Ecological Footprint", *Ecological Economics*, vol. 31, pp. 317-318.
- WACKERNAGEL, M.; DHOLAKIA, R.; DEUMLING, D.; RICHARDSON, D. (2000): *Redefining Progress, Assess your Household's Ecological Footprint 2.0*. (Disponible en http://greatchange.org/ng-footprint-ef_household_evaluation.xls. Último acceso realizado en el mes de noviembre de 2005).
- WACKERNAGEL, M.; MONFREDA, C. (2004): "Ecological Footprints and Energy", *Encyclopedia of Energy*, 2, pp. 1-11.
- WACKERNAGEL, M.; MONFREDA, CH.; ERB, K.H.; HABERL, H.; SCHULZ, N.B. (2004a): "Ecological Footprint Time Series of Austria, the Philippines, and South Korea for 1961-1999: Comparing the Conventional Approach to an Actual Land Area' Approach", *Land Use Policy*, vol. 21, pp. 261-269.
- WACKERNAGEL, M.; MONFREDA, CH.; MORAN, D.; WERMER, P.; GOLDFINGER, S.; DEUMLING, D.; MURRAY, M. (2005): *National Footprint and Biocapacity Accounts 2005: The underlying calculation method. Global Footprint Network*. (Disponible en www.footprintnetwork.org/download.php?id=5. Último acceso realizado en el mes de mayo de 2008).
- WACKERNAGEL, M.; MONFREDA, CH.; SCHULZ, N.B.; ERB, K.H.; HABERL, H.; KAUSSEMAN, F. (2004b): "Calculating National and Global Ecological Footprint Time Series: Resolving Conceptual Challenges", *Land Use Policy*, vol. 21, pp. 271-278.

- 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*, vol. 29, pp. 375-90.
- WACKERNAGEL, M.; REES, W.E. (1996): *Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth*. Philadelphia: New Society.
- WACKERNAGEL, M.; REES, W. (1997): "Perceptual and Structural Barriers to Investing in Natural Capital: Economics from an Ecological Footprint Perspective", *Ecological Economics*, vol. 20, pp. 3-24.
- WACKERNAGEL, M.; SILVERSTEIN, J. (2000): "Big Things First: Focusing on the Scale Imperative with the Ecological Footprint", *Ecological Economics*, vol. 32, pp. 391-394.
- WALSH, C.; O'REGAN, B.; MOLES, R. (2007): "Incorporating Methane into Ecological Footprint Analysis", *International Ecological Footprint Conference*. Cardiff. (Disponible en http://www.brass.cf.ac.uk/uploads/Walsh_M64.pdf. Último acceso realizado en el mes de julio de 2007).
- WIEDMANN T.; BARRET, J.; LENZEN, M. (2007): "Companies on the Scale: Comparing and Benchmarking the Footprints of Businesses", *International Ecological Footprint Conference*. Cardiff. (Disponible en http://www.brass.cf.ac.uk/uploads/Wiedmann_et_al_P36.pdf. Último acceso realizado en el mes de septiembre de 2007).
- WIEDMANN, T.; LENZEN, M. (2006): "Sharing Responsibility along Supply Chains - A New Life-Cycle Approach and Software Tool for Triple-Bottom-Line Accounting", *Corporate Responsibility Research Conference 2006*. Dublin: Trinity College Dublin.
- WIEDMANN, T.; MINX, J. (2007): *A Definition of Carbon Footprint*. (ISA UK Research Report 07-01). Durham. (Disponible en http://www.isa-research.co.uk/docs/ISA-UK_Report_07-01_carbon_footprint.pdf. Último acceso realizado en el mes de abril de 2008).
- WIEDMANN, T.; MINX, J.; BARRET, J.; WACKERNAGEL, M. (2006): "Allocating Ecological Footprints to Final Consumption Categories with Input-Output Analysis", *Ecological Economics*, vol. 58, pp. 28-48.
- WOODS, P. (2004): *Ecological Footprint: North Sydney. Stage 1. Assessment of its Use as Sustainability Measure for North Sydney Council*. Sydney: Sydney Council. (Disponible en <http://www.ies.unsw.edu.au/partnership>. Último acceso realizado en el mes de marzo de 2004).
- WWF ADENA (2006): *Living Planet Report (2006)*. (Disponible en <http://www.panda.org>. Último acceso realizado en el mes de noviembre de 2007).