



DELOS: Desarrollo Local Sostenible
Una revista académica
Vol 1, Nº 3 (septiembre 2008)
www.eumed.net/rev/delos/03/

La huella ecológica y su aplicación a organizaciones: el caso de una empresa conservera en Galicia (España)

Adolfo Carballo Penela¹
María do Carme García-Negro²
Universidade de Santiago de Compostela³
España
adolfo.carballo@usc.es

Resumen

Este artículo consta de dos partes principales. En una primera, describimos las características de la huella ecológica (HE) describiendo el indicador, explicando sus objetivos y el método de cálculo. Posteriormente, incidimos en las particularidades de la huella ecológica corporativa (HEC), describiendo las particularidades del método elegido, el “método compuesto de las cuentas contables” (MCCC).

En una segunda parte, realizamos una aplicación práctica a una empresa del sector conservero gallego en dos años diferentes, 2002 y 2007. Los resultados permiten identificar claramente aquellos consumos que generan una mayor HEC (productos del mar, consumo directo e indirectos de energía, productos cultivados y recursos forestales), además de mostrar una reducción de la huella en el último año estudiado, debida a un menor nivel de actividad de la empresa.

Palabras clave: Sostenibilidad, huella ecológica corporativa, empresas conserveras

Agradecimientos

Queremos agradecer la colaboración de María Begoña Martínez Pardo, representante de la empresa Beta, sin cuya colaboración no habría sido posible este trabajo.

1. LA HUELLA ECOLÓGICA

La huella ecológica (HE) es un indicador de sostenibilidad desarrollado a principios de los 90 por William Rees y Mathis Wackernagel. El concepto relaciona las necesidades de capital natural de una economía con el área biológicamente productiva que le corresponde (Wackernagel et al 1999), siendo diseñado como una herramienta de planificación para medir la sostenibilidad ecológica (Wackernagel et al 1999, Wackernagel y Silverstein 2000) con el propósito de estimar la magnitud del consumo humano que excede la capacidad de regeneración de la biosfera (Wackernagel 1999).

¹ Doctorando y miembro del Grupo de Investigación de Economía Pesqueira e Recursos Naturais. Departamento de Economía Aplicada. Universidade de Santiago de Compostela.

² Profesora Titular del Departamento de Economía Aplicada de la Universidade de Santiago de Compostela.

³ Grupo de Investigación de Economía Pesqueira e Recursos Naturais. Departamento de Economía Aplicada. Universidade de Santiago de Compostela Av. Burgo das Nacións s/n. Santiago de Compostela. CP. 15782. A Coruña, Galicia.

La HE 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”¹ Su punto de partida es 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. La HE es comparada con la superficie disponible, asumiendo que las poblaciones con una huella superior a la superficie de la que disponen son insostenibles (Lenzen et al., 2003), existiendo lo que se denomina déficit ecológico².

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, cueros y lana.
- Bosques.- La superficie ocupada por los bosques, de donde, principalmente se obtienen productos derivados de la madera, empleados en la producción de bienes, o también de combustibles como leña.
- Mar.- La superficie marítima biológicamente productiva aprovechada por los humanos para obtener pescado y mariscos.
- Superficie construida.- Área ocupada por edificios, embalses, carreteras y otras infraestructuras... 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, suelen distinguirse distintas categorías de consumo, de modo que, para cada una de ellas, se establecen las distintas necesidades de superficie. Concretamente, la propuesta inicial de los autores establece 5 categorías de consumo: alimentación, hogar, transporte, bienes de consumo, 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/cápita)

	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 consumo-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.

2 MÉTODO DE CÁLCULO

El método de cálculo propuesto por Wackernagel y colegas, denominado método compuesto, implica el empleo de estadísticas de consumo y población, con la finalidad de estimar el consumo anual *per cápita*³.

Se comienza determinando el consumo total de cada producto por los habitantes del territorio estudiado. Esta labor se suele realizar de un modo indirecto, añadiendo a la producción de cada bien las cantidades importadas, restando las exportaciones del mismo. Una vez hecho esto, se divide el consumo total por la población, obteniendo un valor medio por habitante (t/hab.).

Una vez calculado el consumo de cada categoría de producto por habitante, debemos transformarlo en la superficie necesaria para producir la cantidad consumida. Para esta labor, el método propuesto emplea información de la productividad biológica de la superficie de donde se obtiene el producto en cuestión, expresada en toneladas por hectárea (t/ha). Así, dividiendo el consumo (t/hab.) entre el rendimiento (t/ha), obtenemos las hectáreas de superficie que cada habitante necesita para obtener la cantidad consumida de cada categoría⁴.

2.1 La huella de la energía

El cálculo de la HE de la energía reviste ciertas particularidades, pues la relación consumo-productividad no es fácilmente visible. En relación al consumo de combustibles fósiles, el método compuesto parte de estimar las emisiones de CO₂ generadas 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 t/CO₂/ha/año, obtenida de estudios referidos a los bosques canadienses. Otro valor comúnmente empleado son los 5,21 t CO₂/ha/año que propone el Panel internacional sobre Cambio Climático (IPCC, 2001).

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 a 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 energía⁵.

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 sostenibles (Monfreda et al, 2004). De ahí que se estime su huella considerando que la energía nuclear consumida es 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.

En cuanto a las energías renovables, la HE de este tipo de energías incluye tanto la superficie ocupada por las instalaciones empleadas para producir electricidad (la superficie inundada por las presas, los aerogeneradores y los paneles solares...⁶), la energía incorporada en estas infraestructuras, además de la pérdida de productividad debido al uso de esta superficie para la producción de energía. Finalmente, hace falta 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 bienes⁷.

3. LA HUELLA ECOLÓGICA CORPORATIVA (HEC)

3.1 Concepto y objetivos

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

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

Surge, entonces, la posibilidad de emplear la HE con este fin, pues es un indicador que sintetiza diferentes efectos en el medio ambiente; su cálculo es relativamente simple; se expresa en unidades fácilmente comprensibles siendo, por tanto, útil para la toma de decisiones.

La aplicación de la HE a organizaciones era una posibilidad señalada por los propios creadores del indicador (Wackernagel y Rees, 1996), pues, dado que las empresas, al igual que los ciudadanos, son consumidoras de recursos y generadoras de residuos, tenemos los elementos necesarios para calcular una huella.

En su contra, podría cuestionarse el sentido de que las empresas empleen un indicador expresado en una unidad, las hectáreas de superficie productiva, apropiado para países o regiones, pero quizás, menos relacionado con corporaciones. No obstante, tal y como justificaremos en la sección siguiente, la superficie ocupada puede tener también sentido en una huella corporativa. Por otro lado, las diferentes metodologías que se vienen aplicando, permiten expresar la HE, no sólo en términos de hectáreas, si no en términos de emisiones, principalmente de CO₂, surgiendo lo que algunos autores denominan huella del carbono⁸. Esta adaptación es notablemente atractiva para las empresas, sobre todo, considerando las exigencias que deben afrontar en el marco del Protocolo de Kyoto.

Igualmente, la HEC puede ser también relacionada con los bienes que cada empresa produce. Su consideración en términos de hectáreas o toneladas de CO₂, por tonelada de producto, confiere al indicador la capacidad de ser empleado como elemento en una ecoetiqueta (Doménech, 2007). De este modo, el consumidor dispondría de información medioambiental relevante y comprensible a respecto de los bienes que consume y de las empresas productoras.

3.2 Método de cálculo

Al igual que sucede con la huella en su versión tradicional, no existe un único método de cálculo para empresas y organizaciones. Es más, en la medida en que partiendo de la metodología general se pueden calcular, sin necesidad de muchos cambios, huellas de determinados consumos, existe también incertidumbre a respecto de que conceptos se incluyen en el cálculo de la HEC. Por otro lado, ni Wackernagel ni Rees han propuesto, por el momento, una metodología específica para las organizaciones, por lo que no existe una referencia clara, como en el caso de países y regiones⁹.

3.2.1 Descripción de la metodología seleccionada

En nuestro estudio, hemos empleado el “método compuesto de las cuentas contables” (MCCC), desarrollado por Doménech (2004a, 2004b, 2007). El origen del MCCC, podemos encontrarlo en la huella familiar (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 los hogares, Doménech (2004a, 2004b, 2007) elabora una matriz que recoge los consumos de las principales categorías de productos que una empresa necesita. Su referencia en este trabajo fue la Autoridad Portuaria de Gijón, la primera organización a la que se aplicó esta metodología.

La idea general es elaborar un listado de las principales categorías de productos consumidos por una empresa, existiendo también apartados para los residuos generados y el uso del suelo. Tal y como señalamos a continuación, la huella se expresa tanto en hectáreas, como en toneladas de CO₂¹⁰.

La información necesaria, se obtiene, principalmente, de documentos contables como el balance y la cuenta de pérdidas y ganancias, si bien puede ser necesaria información de otros departamentos de la empresa, que dispongan de información específica de determinados apartados (generación de residuos, 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 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 (Ver la Tabla 2).

Comenzando por las columnas, la hoja de cálculo se divide en 6 grupos, correspondiendo el primero (columna 1) a la descripción de las diferentes categorías de productos consumibles. Estos, están agrupados en cuatro grandes bloques: consumo energético, a su vez distribuido en seis subgrupos¹¹,

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 (columnas 2-6) 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 kwh, el de agua en m³... La segunda columna recoge el valor de los consumos en euros, mientras que la tercera los muestra en toneladas. 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, presente en la cuarta columna del grupo.

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]
	Unidades de consumo [ud./año]	Euros sen IVA [euros/año]	Toneladas [t/año]	Intensidad energética [Gj/t]	Gj [Gj/año]	Natural [t/ha/año]	Energética [Gj/ha/año]	Energía Fósil [Ha*FE]	Tierra Cultivable [Ha*FE]	Pastos [Ha*FE]		
1. ENERGÍA													
1.1 Electricidad													
1.2 Combustibles													
1.3 Materiales													
1.4 Materiales de construcción													
1.5 Servicios													
1.6 Residuos y residuos													
2. USO del SUELO													
3. RECURSOS AGROPECUARIOS y PESQUEROS													
4. RECURSOS FORESTALES													

El tercer grupo de columnas (columnas 7-8) muestra la productividad de cada bien, existiendo dos columnas, la productividad natural, en toneladas por hectárea, y la productividad energética, en gigajulios por hectárea.

El cuarto grupo consta de seis columnas (9-14) que muestran la HE, repartida entre las diferentes superficies en las que se divide la huella, las mismas que en la huella de los países (energía fósil, tierra cultivable, pastos, bosques, superficie construida y mar)^{xii}.

Existe un último grupo (columnas 15-16) que recogen la huella ecológica total o terreno ocupado y la contrahuella, o terreno disponible. El concepto de contrahuella se describirá en apartados posteriores.

Proceso de cálculo

Una vez vista la estructura de la hoja de cálculo, podemos comenzar a ver como se calcula la huella, lo que, al mismo tiempo, nos servirá para entender el significado de algunas de las nuevas columnas, no presentes en la matriz consumos-superficie tradicional. 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... todos ellos son bienes para los que la huella no puede ser calculada por el método tradicional, dividiendo el consumo entre la productividad de la superficie de la que proviene porque, al no ser bióticos, no proceden directamente de ninguna superficie.

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

En el caso de los territorios, se tiene en cuenta el consumo de energía total de los habitantes del país o región estudiado, realizando un ajuste en función 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 gigajulios por tonelada^{xiii}. 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 los períodos en los 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 recursos no bióticos. 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. Considerando que, para cada combustible existen factores estándar que recogen la cantidad de CO₂ que emiten por G_j consumido, es posible realizar la operación inversa, estimando los G_j 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), si no que se actualiza este valor a 5,21 tCO₂/ha/año, de acuerdo a la propuesta del Panel Internacional sobre Cambio Climático (IPCC, 2001)^{xiv}.

La estimación de la huella de la energía se aplica también a los servicios que contrata la organización estudiada y a los residuos que genera, ambos importantes en la huella de las organizaciones. En 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, 96). Este valor se transforma en toneladas considerando el precio de los combustibles, procediendo luego a aplicar la intensidad

energética correspondiente, del mismo modo que se haría al estimar la huella de la energía de cualquier otro recurso no biótico.

En lo tocante a los residuos, 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.

Desde otro punto de vista, una empresa también puede consumir recursos bióticos, como alimentos, madera... En este caso, la estimación de la huella se realiza 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 producto^{xv}. 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 cualquier otro producto. Por lo tanto, la HE de este tipo de bienes tiene las de los componentes señaladas, la "natural" y la "energética".

En relación con las productividades empleadas, es necesario aclarar que se opta por el uso de productividades globales o mundiales, pues, tal y como indica Doménech (2007, 84), *"en el creciente mundo globalizado en el que vivimos, los artículos consumidos por las empresas o corporaciones tienen diversas procedencias, 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 vía productividad, dejando los productos de tierras menos productivas y, por tanto, con mayor huella, a los países pobres.

Finalmente, en las organizaciones se recoge el uso del suelo, 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 huella ecológica, se compara la superficie necesaria para satisfacer las necesidades de los habitantes de un determinado territorio, la propia huella ecológica, con la superficie disponible para satisfacer esas necesidades, surgiendo un déficit o una reserva ecológica dependiendo de cual de las dos superficies fuese mayor.

Por ello, 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 huella ecológica asume que es positivo disponer de superficie productiva y, por 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 sostenibilidad, un país que no disponga de superficie ecológicamente productiva nunca va a poder ser sostenible, por lo menos de acuerdo con la concepción inicial del indicador, pues sus habitantes deben consumir, aún que sea simplemente para satisfacer sus necesidades vitales.

En caso de las empresas, esta asunción es difícil de mantener, pues muchas no necesitan terrenos donde se produzcan recursos bióticos. Un taller de reparación de coches, una entidad financiera,... realizan actividades sin ningún vínculo directo con este tipo de recursos. Surge entonces el concepto de contrahuella. El punto de partida es que, si bien 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 inversiones en este tipo de superficie reduzcan la huella. De este modo, la huella ecológica fomentaría que el sector privado se involucre en la conservación de los espacios naturales (Doménech, 2007) lo que se considera positivo, en términos de sostenibilidad.

Las superficies de cultivos, pastos, bosques, jardines o, por ejemplo, reservas marinas, que disponga la empresa contribuirán a contrarrestar una parte de la 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, se reducirán también 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 que aquella de la que dispone.

Así, si en la HE de los países es necesario disponer de superficie ecológicamente productiva para no incurrir en déficit ecológico, en la huella de las organizaciones es positivo disponer de contrahuella, pues permite reducir su huella. A igual que la superficie ecológicamente productiva, la contrahuella se multiplica, además de por el factor de emisión correspondiente, por un factor de rendimiento, que pondera la productividad de la contrahuella en relación a los valores globales.

Fortalezas y debilidades

La metodología sigue, en lo fundamental, la filosofía del método desarrollado por Wackernagel y Rees. Es por tanto un método fácilmente asimilable para aquellos investigadores familiarizados con el análisis de huella desarrollado por estos dos autores. En cuanto a su alcance, hablamos de un método completo, que permite añadir nuevos consumos a las categorías de propuestas, incorporando también la generación de residuos. Es, por tanto, un método flexible, que permite su adaptación a las particularidades de cualquier tipo de organización. Igualmente, se expresa en hectáreas y toneladas de CO₂, lo que incrementa su utilidad.

En cuanto 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, tasas de absorción de pastos, cultivos y sistemas acuáticos, además de mejorar la precisión de la huella de los servicios y comidas de empresa.

4. CÁLCULO DE LA HUELLA ECOLÓGICA DE UNA EMPRESA CONSERVERA GALLEGA

4.1 Breve descripción de la empresa

La empresa estudiada, a quien denominamos *Beta* en nuestro estudio, es una Sociedad Anónima que se dedica a la transformación de moluscos. Sus productos principales son el calamar (*Loligo vulgaris*) (73% de la producción) y el mejillón (*Mytilus galloprovincialis*) (22%), elaborando igualmente conservas de berberecho (*Cerastoderma edule*), zamburiña (*Chlamys varia*), navaja (*Ensis arcuatus*), chipirones (*Loligo vulgaris*) y pulpo (*Octopus vulgaris*).

Estos productos son comercializados en distintas preparaciones (escabeche, escabeche picante, salsa vieira, salsa americana, al natural, con ajada, a la marinera, en su tinta, en aceite de oliva...) La empresa posee una nave industrial donde se transforman los diferentes productos comercializados y se sitúan las oficinas, además de diferente espacio para aparcamiento, y jardines. El proceso productivo varía en función de la especie en cuestión, si bien fases como la cocción del producto, el cocinado de las diferentes salsas empleadas (escabeche, salsa de vieira, salsa americana...) ^{xvi}, la esterilización de los envases y su lavado, así como el estuchaje, paletizado y retractilado definen, a grandes rasgos el proceso productivo.

4.2 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 personas que la empresa designó como responsables de la investigación, explicándose los objetivos del estudio y el tipo de datos necesarios. Posteriormente, se elaboró un cuestionario, que trataba de ser una guía, indicando las principales categorías de consumo necesarias para estimar la HEC. No obstante, el cuestionario enviado no era cerrado, pudiendo añadirse las categorías de consumo que se consideraran oportunas. Tal y como señalamos, se solicitó información referida a los ejercicios económicos 2002 y 2007, de modo que es posible comparar la evolución de la HEC de las empresas estudiadas en un período de cinco años.

4.3 Resultados de él estudio

Los principales resultados del estudio se resumen en las siguientes tablas, que recogen la HEC, las emisiones de CO₂, así como las principales ratios relacionadas. Se analiza la HEC en 2002, estudiando posteriormente los principales cambios en 2007.

4.3.1 La HEC en 2002

En 2002 la empresa *Beta* presenta una HEC bruta de 64.956,6 Gha, contando con una contrahuella de 0,8 Gha, por lo que la HEC neta es de 64.955,8 Gha. Produce 2.540,1 toneladas de los diferentes productos que comercializa, lo que significa que para obtener una tonelada de producto de *Beta* son necesarias 25,6 Gha de HEC neta.

Tabla 3. HEC, emisiones de CO₂ y ratios relacionados da empresa *Beta*.

Concepto	Unidad	2002	2007
HEC bruta	Gha	64.956,6	49.859,2
ContraHuella	Gha	0,8	0,8
HEC neta	Gha	64.955,8	49.858,3
Producción	t	2.540,1	1.776,1
Ratio HEC neta/t producción	Gha/t	25,6	28,1
Emisiones CO ₂ brutas	t	28.651,1	23.176,6
Emisiones CO ₂ netas	t	28.649,5	23.175,1
t CO ₂ netas/t mercancía	t	11,3	13,0

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a la distribución entre las diferentes superficies, la mayoría de la HEC bruta de *Beta* se origina en el consumo de productos que provienen del mar (56.302, 7 Gha, el 86,7% de la HEC), seguida del consumo de energía (6.779,65 Gha, el 10,4% de la PE), sin que el consumo de productos asociados a cualquiera de las restantes superficies supere el 2% de la HEC total, si bien en términos absolutos, la huella asociada al consumo a los productos relacionados con la "superficie cultivable" y "bosque", superan las 500 Gha, 1.267,45 y 594,19 Gha, respectivamente.

Recordemos que hablamos de una empresa conservera, que transforma diferentes moluscos marinos, por lo que las cantidades consumidas de este tipo productos son elevadas, sin que sea extraño que la HEC de los productos que provienen del mar sea alta. A pesar de que en el caso del mejillón, berberecho, zamburiñas y navajas modificamos la productividad que se viene aplicando habitualmente, con la finalidad de tener un valor más preciso^{xvii}, en el caso de los otros productos que transforma la empresa (calamar, chipirón, pulpo y choco) se mantuvo la productividad propuesta para los productos pesqueros (0,029 t/ha), por no existir, por el momento, un dato más fiable. Este valor es sustancialmente más bajo que la mayoría de las productividades que se obtienen para productos obtenidos en tierra^{xviii}, lo que hace que su HEC por tonelada de producto sea muy elevada. De hecho, la HEC asociada al mar de estos cuatro productos alcanza las 55.961,2 Gha, el 86,15% de la HEC total. Es más, el consumo de las 2.720 t de calamar, genera una huella de 54.149,6 Gha, el 83,3% de la HEC total.

Tabla 4. La HEC bruta de *Beta*: tipos de superficies

Tipo de superficie	Gha 2002	%	Gha 2007	%
Energía fósil	6.779,65	10,4%	5.490,16	11,0%
Superficie cultivable	1.267,45	2,0%	949,37	1,9%
Pastos	0,01	0,0%	0,01	0,0%
Bosque	594,19	0,9%	474,74	1,0%
Superficie construida	12,67	0,0%	12,67	0,0%
Mar	56.302,68	86,7%	42.932,20	86,1%
Total	64.956,65	100%	49.854,84	100%

Fuente: Elaboración propia

Si bien en la literatura sobre la HE^{xix} se acepta que la productividad del mar sea más baja que la terrestre, es necesario seguir investigando la validez del factor empleado, pues su valor afecta notablemente a la HE de empresas donde los productos pesqueros sean su mercancía, y no un consumo accesorio, presente, por ejemplo en comidas de empresa.

Profundizando un poco más en el análisis de los componentes principales de la huella de *Beta*, la relacionada con la energía fósil supone 6.779,65 Gha. Una buena parte, 3.260,5 Gha (48,1% de la HEC de la energía) se corresponde con la energía necesaria para obtener los productos pesqueros que transforma. El resto, en lo que se refiere a los principales generadores de HE, se origina en el consumo de diferentes materiales empleados en el proceso productivo (1.869,3 Gha); en el uso de productos cultivados (743,8 Gha), el consumo de electricidad y combustibles (408,7 Gha), mientras que 182,6 Gha provienen de la energía consumida en el reciclaje de residuos y 176,2 Gha del consumo de recursos forestales, sin que la importancia del resto de categorías sea significativa.

Al igual que sucede en el caso de la productividad, debemos destacar la necesidad de elaborar factores de intensidad energética adecuados a los productos pesqueros. Se han realizado algunos cambios en los valores que tradicionalmente se vienen empleando^{xx}, si bien es preciso avanzar en este asunto. No es extraño que, dado que *Beta* consume cantidades importantes de productos del mar, su HEC esté muy influenciada por la huella de esos productos, si bien la aplicación de productividades y factores de intensidad energética más adecuados contribuirán a mejorar la precisión del cálculo realizado.

En cuanto a la energía incorporada en los materiales, incluye la empleada en la producción de maquinaria y grandes equipos precisos para la elaboración y transformación de los productos comercializados. Sin embargo, la mayor parte de esta huella 1.606,5 Gha procede de materiales no amortizables y, concretamente del consumo de los envases y tapas de las conservas (1.599,3 Gha). Debemos tener en cuenta que, aunque el peso medio de cada unidad es bajo (27,69 gr/ud), *Beta* trabaja con una cantidad muy elevada de envases, 30.602.000 unidades en 2002, lo que hace que la huella de este concepto sea elevada.

Es también importante la energía incorporada en la obtención de materias primas auxiliares, empleadas en la realización de salsas, escabeches y otros complementos a los productos principales. La producción de productos cultivables, tomate, pimentón, cebolla, aceite vegetal y especias genera un consumo de energía de 743,8 Gha.

El consumo de electricidad contribuye a la HEC con 122,3 Gha, mientras que los combustibles, principalmente el Gasóleo B empleado en la diferente maquinaria usada en el proceso productivo, genera 286,2 Gha.

En relación a los residuos, *Beta*, produce en 2002, 1.057,4 toneladas de residuos derivados del mejillón (concha, bisco...), 20 toneladas de papel y cartón, 200 toneladas de plásticos y 450 toneladas de residuos sólidos urbanos, reciclados todos ellos. La HEC asociada al consumo de energía empleada en el reciclaje de estos productos alcanza las 182,6ha.

Finalmente, en relación a la energía incorporada al consumo de recursos forestales, la HEC se origina, principalmente, debido al consumo de cajas de cartón (600.000 unidades, con un peso total de 120 t) y estuches (18.000.000 unidades y un peso de 162 t), empleados como contenedores de las latas de conserva.

La HEC de los productos asociados a la "superficie cultivable", 1.267,45 Gha, (Tabla 4), surge debido al empleo de materias primas auxiliares (cebolla, aceite, tomate, pimentón, sal, vino y vinagre y especias) en el preparado de salsas y escabeches incorporadas a las conservas. En relación a la huella de productos procedentes de los bosques, 594,19 Gha, el papel y cartón empleado para obtener de las cajas y estuches que contienen las conservas, es el principal generador de HE.

En lo que se refiere a las emisiones de CO₂ (Tabla 5), la cantidad emitida asciende a 28.651,3 toneladas brutas, sin que prácticamente existan cambios en términos netos (28.649,5 t CO₂), pues la empresa sólo cuenta con una pequeña superficie arbolada (0,1 ha), con capacidad para absorber 1,6 t CO₂. Si relacionamos las emisiones con la producción de *Beta*, obtenemos que cada tonelada de producto implica unas emisiones de 11,3 toneladas netas de CO₂.

Como es habitual, la mayoría de las emisiones (26.342,3 toneladas, el 91,9% de las emisiones) surgen debido al consumo de energía fósil y sólo 2.308,7 toneladas, el 8,1% del total, proceden del consumo de productos de los bosques. Dentro de la energía fósil, el CO₂ emitido en la obtención de los recursos agropecuarios y pesqueros alcanza 15.986 t, seguido de 7.263, t derivadas de la producción de los diferentes materiales; 1.113,6 t proceden de la obtención de los combustibles empleados, 709 t se originan en el reciclaje de residuos generados por *Beta*;

684,7 toneladas en la obtención de productos forestales, mientras que 475 t, son emitidas en la producción de electricidad.

Tabla 5. La HEC de *Beta*: emisiones brutas de CO₂

Tipo de superficie	tCO ₂ 2002	%	tCO ₂ 2007	%
Energía fósil	26.342,3	91,9%	21.332,2	92,0%
Superficie cultivable				
Pastos				
Bosque	2.308,7	8,1%	1.844,6	8,0%
Superficie construida				
Mar				
Total	28.651,05	100%	23.176,63	100%

Fuente: Elaboración propia

Sumando estas emisiones, obtenemos 25.546,6, toneladas de CO₂, el 99,5% de las emisiones originadas por el consumo de energía. Con referencia a las emisiones relacionadas con el consumo de productos cuyo origen son los bosques, asociadas la deforestación, la mayoría de emisiones proceden de dos categorías de consumo: productos básicos de la madera (694,6 toneladas de CO₂), categoría donde se incluyen los *palets*, empleados en el transporte; y papel y cartón (1.467, 3 toneladas de CO₂), emitidas en la producción de cajas y estuches de cartón.

4.3.2 La HEC en 2007

En relación a los resultados de *Beta* en el ejercicio 2007, se observan cambios importantes en la HEC. Tal y como muestra la Tabla 3, la HEC bruta asciende ahora a 49.859,2 Gha, que serían 48.858,3 si restamos las 0,8 Gha de contrahuella. Hay, por lo tanto, una merma respecto al primer año del estudio de 15.097,5 Gha.

No obstante, si relacionamos la HEC con la producción, obtenemos que cada tonelada de producto producido por *Beta*, precisa, en 2007, 28,1 Gha de superficie, valor superior a las 25,6 Gha/t en 2002. Esto se explica porque la producción de 2007, 1.776,1 t, es un 30,07% inferior a la de 2002. Es decir, existe una reducción de la HEC de un 23,24%, compensada por una disminución mayor de la cantidad producida, de modo que la ratio HEC/t producción aumenta. En términos de emisiones de CO₂, en el 2007 existe una caída del 19,1%, lo que significa que las emisiones totales se redujeron en 5.474, 42 t, si bien la cantidad emitida por tonelada de producto aumentó de 11,3 a 13,0 t CO₂/t producto, debido a la reducción de la producción.

Por lo tanto, la vista de los resultados general recogidos en la Tabla 3 la reducción de la huella de *Beta* puede deberse a los cambios en el volumen de producción, pues una parte de la HEC varía con el nivel de activad.

Esta hipótesis se puede comprobar analizando que componentes de la HEC se reducen y si están relacionados con el nivel de producción de la empresa. En este sentido, la Tabla 6 refleja que la huella de la "energía fósil" se redujo en 1.289,49 Gha, la de la "superficie cultivable" 318,07; la huella de productos relacionados con los "pastos", la más baja, y la asociada con la "superficie construida" no variaron, mientras que la HEC de "bosques" y "mar" se redujeron, respectivamente, 119,45 Gha y 13.370 Gha.

Tabla 6. Cambios en los componentes de la HEC en el período 2002-2007.

Tipo de superficie	Variación (Gha)	Variación 2002-07%
Energía fósil	-1.289,49	-19,02
Superficie cultivable	-318,07	-25,10
Pastos	0,00	-28,07
Bosque	-119,45	-20,10
Terreo construido	0,00	-0,00
Mar	-13.370,48	-23,75
Total	-15.097,5	-23,24

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, la reducción de la HEC se origina en cuatro componentes: “energía fósil”, “superficie cultivable”, “bosque” y “mar”, esta última con una caída de 13.370, 5 Gha, el 88,6% de la reducción total. Tal y como señalamos, la HEC de productos del mar se relaciona con el consumo de las mercancías transformadas por *Beta* (mejillón, berberecho, zamburiña, navajas, calamar, chipirón y pulpo^{xxi}). La Tabla 7 refleja las compras de estos productos en 2002 y 2007 y la HEC de cada uno de ellos.

Tabla 7. Compras y HEC de *Beta* asociadas a productos del mar

	Compras (t)			HEC mar (Gha)		
	2002	2007	Var.(%)	2002	2007	Var. (%)
Mejillón	3.719,0	4.575,0	23,02	28,0	34,4	23,0%
Berberecho	158,8	3,0	-98,11	132,6	2,5	-98,1%
Zamburiña	212,7	266,7	25,39	177,5	222,6	25,4%
Navaja	4,0	0,0	-100,00	3,3	0,0	-100,0%
Calamar	2.720,0	2.061,5	-24,21	54.149,6	41.040,2	-24,2%
Chipirones	10,0	37,0	270,00	199,1	736,6	270,0%
Pulpo	25,0	0,0	-100,00	497,7	0,0	-100,0%
Choco	56,0	45,0	-19,64	1.114,8	895,9	-19,6%
Total	6.905,5	6.988,2	1,20	56.302,7	42.932,2	-23,7%

Fuente: Elaboración propia

A vista de los datos contenidos en la tabla, parecería que no se cumple la hipótesis que tratamos de verificar, pues las compras totales aumentan en 2007, aunque muy ligeramente, por lo que no se puede decir que la reducción de la HEC de estos productos se origine por una caída del consumo total. No obstante, debemos detenernos en lo que ocurre con cada producto, pues se observan diferentes tendencias. En términos de cantidades compradas, en nuestro caso asimiladas a los consumos, sólo se incrementan las compras de dos productos, mejillón y zamburiña, en el primer caso con un notable incremento, 856 toneladas, un 23,02% respecto a la cifra de 2002. Estos dos aumentos compensan las caídas del resto de productos, donde destaca una reducción de 658,5 toneladas de calamar, lo que significa una disminución del 24,21%.

Debemos tener en cuenta que, dados los ajustes realizados en los rendimientos de los productos pesqueros, la HEC por tonelada de consumo varía en función del producto que consideremos. Así, en el caso del mejillón, con un rendimiento de 76,5 t/ha, el consumo de una tonelada implica una HEC de 0,08 Gha, mientras que los calamares, pulpo, chipirones y choco, con una productividad de 0,029 t/ha, tendrían una HEC de 19,9 Gha/t. De ahí que, en la medida en que estos cuatro productos son los que reducen sus consumos, la HEC del “mar” recoja esta tendencia.

De otro modo, la HEC del “mar” cae porque se reducen los consumos de aquellos productos que generan más huella. De hecho, de una reducción total de 15.095,98 Gha, 13.109,4 Gha se corresponden a la reducción de la HEC asociada al consumo de calamar. La disminución de la cantidad de calamar comprado se traduce, como es normal, en una menor producción de las conservas de este producto, que caen un 26,59% en 2007 (de 1.875,5 t a 1.376,8). Esta caída se relaciona con problemas de mercado de este tipo de productos, cuya demanda, tal y como nos indican desde *Beta*, parece estancarse nos últimos años.

En relación a la HEC de productos cuya HEC se asocia a superficie cultivada (Tabla 8), se incluyen en este apartado los consumos de diferentes materias primas empleadas para la elaboración de salsas, escabeches y otros preparados que incorporan las conservas. Sus consumos disminuyen un 12,43%, lo que redundará en una caída de su HEC de un 25,10%^{xxii}. La HEC de estos productos está fuertemente marcada por la evolución del consumo de aceite vegetal, pues es el componente con más importancia en los consumos (50,25% del total de las compras en 2002 y 41,8% en 2007), siendo además el que presenta una HEC más alta por tonelada consumida, debido a la que su productividad, 1,485 t/ha, es de las más bajas, sólo superada por las especias, 1,221 t/ha.

Tabla 8. Compras y HEC de productos de la empresa *Beta* que tienen como origen la superficie cultivada

	Compras (t)			HEC mar (Gha)		
	2002	2007	Var.(%)	2002	2007	Var. (%)
Vinagre y vino	87,0	92,0	5,75%	8,5	9,0	5,75%
Tomate	335,2	377,5	12,62%	26,5	30,5	15,28%
Cebolla	318,0	315,0	-0,94%	40,5	40,8	0,59%
Pimiento (de pimentón)	45,0	19,0	-57,78%	5,6	2,4	-56,99%
Aceite vegetal	795,0	580,0	-27,04%	1.183,3	863,3	-27,04%
Espicias	1,80	1,8	-0,28%	2,84	3,23	13,78%
Total	1.582,0	1.385,3	-12,43%	1.267,3	949,3	-25,10%

Fuente: Elaboración propia

De ahí que, la reducción de 318 Gha que experimenta la HEC de los productos asociados a la “superficie cultivable”, 320 Gha, se deban a la caída del consumo de aceite, sumando el resto de los productos un incremento de 2 Gha. Al igual que el resto de productos cultivados, el consumo de aceite está relacionado directamente con la producción de *Beta*, por lo que la reducción de su consumo se debe a la disminución de la producción de alguno de los productos que emplean aceite^{xxiii}.

En lo que se refiere a los productos asignados al tipo de superficie “bosques”, la reducción de su HEC se debe a un menor consumo de “productos básicos de la madera”, 10,8 toneladas menos, lo que representa una disminución de 11,3 Gha; además de papel y cartón, con un menor consumo de 73,6 toneladas o 97,3 Gha, y agua, 10.933 m3 menos, con una repercusión en la huella de 9,7 Gha.

En los dos primeros casos, la relación con el nivel de actividad de la empresa es clara, pues, tal y como indicamos estamos a hablar de *palets*, empleados en la distribución del producto y cajas y estuches de cartón, que contienen la mercancía producida. El consumo de agua está también relacionado con el nivel de actividad, si bien podría haber algún tipo de medida de ahorro que, con la información disponible desconocemos.

En cuanto a la reducción de la HEC asociada a la energía fósil, la mayoría de los cambios se relacionan también con los productos del mar. Recordemos que la HEC de este tipo de productos tiene dos componentes diferenciadas. La componente energética refleja la superficie necesaria para absorber las emisiones generadas en el consumo de energía necesario para obtener el bien en cuestión. La otra parte de la PE, incluida en la subhuella “mar”, refleja la superficie marítima precisa para obtener los productos consumidos.

Tabla 9. Distribución de la HEC asociada a la energía en 2002 y 2007.

Producto	HEC energía fósil (Gha)		Var. (Gha)	Var. (%)
	2002	2007		
Electricidad	122,26	87,95	-34,32	-28,1
Combustibles	286,59	193,70	-92,90	-32,4
Materiales	1.869,27	1.546,98	-322,29	-17,2
Materiales de construcción	9,64	9,78	0,14	1,5
Servicios	18,59	15,16	-3,42	-18,4
Residuos	182,60	182,60	0,00	0,0
Productos mar	3.260,47	2.653,46	-607,01	-18,6
Productos agrícolas	743,78	591,30	-152,48	-20,5
Rec forestales	176,21	133,53	-42,68	-24,2
Sal	109,46	75,49	-33,97	-31,0
Servicio de restaurante	0,77	0,20	-0,56	-72,7
Total	6.779,65	5.490,16	-1.289,49	-19,0

Fuente: Elaboración propia

La HEC asociada al consumo de energía es proporcional a los diferentes consumos realizados por *Beta*, por lo que, desde que el consumo de productos del mar es muy elevado, la energía incorporada alcanza valores altos, suponiendo el 48% del total, en los dos años estudiados, si bien experimenta una caída en 2007 de 607,01 Gha, un 18,6% de la HEC de 2002. Tal y como señalamos, esta reducción se relaciona con una menor producción de determinados productos, principalmente los calamares.

La segunda categoría de consumos con una HEC de la energía más elevada (en torno al 28% del total en los ejercicios estudiados) son los materiales consumidos. En este caso, se produce un descenso de 332,29 Gha, originado por un menor consumo, 182,8 toneladas menos en 2007, de los envases y tapas de las conservas, lo que supone una caída de su huella de 345,1 Gha. Igualmente, los consumos de materiales que aumentan, principalmente, las amortizaciones de la maquinaria industrial, no están necesariamente relacionados directamente con el nivel de actividad de la empresa, por lo que la caída de la HEC de la energía asociada al consumo de materiales está relacionada con la menor producción de conservas, lo que repercute en menores compras de latas y tapas.

Finalmente cabe destacar también que un menor consumo de materias primas auxiliares (tomate, pimiento, cebolla...), influye en una menor huella energética de estos productos agrícolas, cuya huella en este concepto, la tercera más importante, se reduce en 152,48 Gha. Por lo tanto, el análisis detallado de las componentes de la HEC de la energía muestra que su caída está claramente relacionada con un menor nivel de actividad de *Beta*, sin que la información existente nos permita pensar que hubo algún tipo de avance en términos de eficiencia en el consumo.

5. CONSIDERACIONES FINALES

Las empresas, al igual que los ciudadanos, son consumidoras de recursos y generadoras de residuos, por lo que existen los elementos necesarios para calcular una HE, siendo perfectamente factible obtener una HEC.

En esta investigación empleamos el método denominado MCCC para calcular la HEC de una empresa conservera en Galicia, en dos años diferentes, 2002 y 2007, expresándola en hectáreas estandarizadas (Gha) y toneladas de CO₂. Nuestro trabajo trata de detectar aquellas áreas que generan una mayor huella, además de estudiar la evolución del indicador en el período considerado. De este modo, se pretende ofrecer información relevante para la gestión medioambiental de la empresa.

Los resultados obtenidos muestran una huella generada principalmente por el consumo de productos del mar, lo que no debe sorprendernos, considerando la naturaleza de la empresa, que adquiere grandes cantidades de este tipo de productos para ser transformados. Es destacable que el método de cálculo tiende a sobreestimar la huella de estos productos, al aplicar productividades bajas e intensidades energéticas elevadas, en ausencia de estimaciones más precisas de estos parámetros para productos específicos.

Igualmente, este trabajo permite detectar la relevancia de ciertos consumos, cuyo impacto es quizás, a priori menos esperado. En este sentido, la huella de las materias primas auxiliares, empleadas en la elaboración de salsas, escabeches y otros complementos a los productos principales, el papel y cartón necesario para la fabricación de estuches y embalajes que contienen las conservas, además de los propios envases, es relevante y debe ser tenida en cuenta a la hora de tomar decisiones que mejoren la situación medioambiental de la empresa.

En lo que se refiere a la evolución del indicador en el período considerado, se observa una reducción, si bien el análisis realizado explica como este descenso se debe a un menor nivel de actividad de la empresa en 2007, lo que redundará en menores consumos de determinados productos con una HEC por unidad elevada.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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, 149-160.
- Carballo Penela, A., García Negro, M.C. (2009) "La huella ecológica de una explotación mejillonera". Revista Luna Azul (en revisión).
- Doménech, J.L. (2004a): "Huella ecológica portuaria y desarrollo sostenible". *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*. 22-26 Nov., 2004. Madrid.
- Doménech, J.L., (2007): *Huella ecológica y desarrollo sostenible*. AENOR Ediciones, Madrid.
- Ibañez Etxebarúa, N., (2001): *La huella ecológica de Donostia-San Sebastián*. <<http://www.agenda21donostia.com/cas/corporativa/docs/huellaeco.pdf>> (último acceso, septiembre, 2006).
- IPCC, International Panel on Climate Change, (2001): *IPCC Working Group I: THE scientific basis* IPCC. (http://www.grida.no/CLIMATE/IPCC_TAR/wg1/index.htm; último acceso, junio, 2008).
- Lenzen, M., Lundie, S., Bransgrove, 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.
- 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. and Patterson M., (2003): *Ecological Footprints of New Zealand and its Regions*. New Zealand: Ministry for the Environment. (<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*. Vol. 21, pp. 231-246.
- 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. (http://www.mediambient.bcn.es/cas/down/masu6_1.pdf (Último acceso, noviembre 2005).
- Simmons C., Chambers N., (1998): "Footprinting UK Households: "How big is your ecological garden?" *Local Environment* Vol.3, No.3
- Simmons, Lewis and Barrett., (2000): "Two feet-two approaches: a component-based model of ecological footprinting," *Ecological Economics*, vol.32, pp. 75-380, 2000.
- 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, March 2000*.

<http://greatchange.org/ng-footprint-ef_household_evaluation.xls> (último acceso, noviembre, 2005).

- Wackernagel, M. Monfreda, C. (2004): "Ecological footprints and energy". *Encyclopedia of energy* 2, pp. 1-11.
- 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*, New Society Publishers, Philadelphia.
- Wackernagel, M., Silverstein, J., (2000): "Big things first: focusing on the scale imperative with the ecological footprint". *Ecological Economics*. Vol. 32, pp. 391-394.
- Wiedmann T., Barret, J., Lenzen M. (2007): "Companies on the Scale: Comparing and Benchmarking the Footprints of Businesses". *International Ecological Footprint Conference*, 8-10 Mayo 2007, Cardiff (UK). (http://www.brass.cf.ac.uk/uploads/Wiedmann_et_al_P36.pdf; último acceso, septiembre, 2007)
- Wiedmann, T. and 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*, 4-5 September 2006, Trinity College Dublin, Ireland.
- Wiedmann, T., Minx, J. (2007): *A definition of carbon footprint*. Durham: ISA UK Research Report 07-01: (http://www.isa-research.co.uk/docs/ISA-UK_Report_07-01_carbon_footprint.pdf) (último acceso, abril, 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.

¹ Wackernagel y Rees (1996, 51-52); Rees (2000). la forma de la definición se ha modificado, precisando algunas cuestiones. En la actualidad, Global Footprint Network (GFN), organismo en el que participa Wackernagel y que, entre otras cosas, trata de avanzar en la estandarización de la metodología de cálculo y en la difusión del indicador, define la huella ecológica como "una medida de cuanta superficie biológicamente productiva, incluyendo agua y tierra, necesita un individuo, población o actividad para producir todos los recursos que consume y absorber los deshechos que genera, empleando la tecnología y las prácticas de gestión existentes". De este modo, se manifiesta explícitamente en la definición la posibilidad de aplicar la huella a realidades diferentes de poblaciones,

² Si la HE es menor que la superficie disponible, existiría una reserva o superávit ecológico.

³ En la actualidad existen otras alternativas metodológicas para estimar la HE de países y regiones. La aproximación de los componentes (Simmons y Chambers, 1998; Simmons et al., 2000) o el cálculo de la HE empleando técnicas input-output (Bicknell et al. 1998; Lenzen y Murray 2001; McDonald y Patterson, 2003; o Wiedmann et al., 2006) son las que han conseguido mayor difusión.

⁴ Esta sería una explicación general del método de cálculo. No obstante, se han ido añadiendo más elementos que los que hemos mencionado, como factores de equivalencia y rendimiento, dando lugar al cálculo de la HE expresado en hectáreas estandarizadas (Gha); diferenciación entre productos primarios y secundarios...

⁵ 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 1986.

⁶ Estas superficies son incluidas frecuentemente en la sección de la superficie construida, y no en la huella de la energía.

⁷ Si bien este ajuste es coherente con los objetivos de la huella, orientados a estimar el impacto de los habitantes de un territorio, lo cierto es que puede fomentar comportamientos no deseados. Tanto Ibáñez (2001) como Mayor (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 medioambientales de la producción de energía. Igualmente, la huella sería menor si se importan bienes con un contenido energético más bajo.

⁸ En Wiedmann y Minx (2007) se puede encontrar abundante información sobre la huella del carbono.

⁹ Al igual que en la estimación de la HE de habitantes de territorios, la "aproximación de los componentes" y las análisis input-output (Wiedmann et al., 2007; Wiedmann y Lenzen, 2006) se emplean igualmente para el cálculo de la HE corporativa.

¹⁰ El cálculo de las hectáreas estandarizadas se realiza empleando factores de equivalencia y rendimiento, del mismo modo que en la versión tradicional del indicador.

¹¹ Los subgrupos son electricidad, combustibles, materiales, materiales de construcción, servicios y deshechos.

^{xii} Por motivos de espacio, la Tabla 3 sólo recoge los tres primeros tipos de superficie.

^{xiii} Estos factores de intensidad energética serían del mismo tipo que los empleados en el cálculo de la huella de países, para determinar la cantidad de energía incorporada a los flujos comerciales.

^{xiv} 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.

^{xv} 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 cultivos, al igual que se haría en la huella de un país o región.

^{xvi} En esta fase del proceso productivo se añaden diferentes materiales auxiliares como cebolla, tomate, pimentón, sal, aceite, vinagre y vino.

^{xvii} Las productividades empleadas que se modificaron fueron 76,5 t/ha en el caso del mejillón (JACUMAR; <http://www.mapa.es/es/pesca/pags/jacumar/jacumar.htm>) y 40,2 t/ha para berberecho, zamburiña y navaja (Planes de Explotación Marisquera de la Cofradía de Muros).

^{xviii} Por ejemplo, la productividad media de los cuatro alimentos obtenidos en tierra (tomate, cebolla, pimiento y vino/ vinagre) que consume *Beta* es de 22,5 t/ha, substancialmente diferente de las 0,029 t/ha aplicadas a los productos del mar.

^{xix} Ver Wackernagel y Rees (1996) o Wackernagel et. al (2005).

^{xx} Se aplica una intensidad energética de 5,23 GJ/t en el caso del mejillón, zamburiña y berberecho (Carballo Penela y García Negro, 2009) y 53,77 GJ/t en el resto de los casos (Grupo de Trabajo interuniversitario sobre mejora de la huella ecológica corporativa).

^{xxi} La HE de los productos del mar incluye también el consumo de choco, derivado del uso de tinta de choco (*Sepia elegans*) para distintas salsas y preparaciones.

^{xxii} Es importante destacar que en ausencia de cambios en las productividades, la HE es proporcional a la cantidad consumida. En el caso de tomate, cebolla, pimiento y especias, se actualizaron los rendimientos de la hoja de cálculo, aplicando el del año correspondiente, por lo que esta proporcionalidad no existe.

^{xxiii} Recordemos que *Beta* comercializa una amplia gama de productos en diferentes preparaciones, variando la proporción de aceite y demás materias primas auxiliares en función del producto concreto.