

Manuel Calvo Salazar y Fernando Sancho Royo

Universidad de Sevilla

Estimación de la Huella Ecológica de
Andalucía y su aplicación a la
Aglomeración Urbana de Sevilla

Resumen

El presente documento es una síntesis de un estudio de igual nombre financiado por la Dirección General de Ordenación del Territorio de la Consejería de Ordenación del Territorio y Urbanismo de la Junta de Andalucía. Se incluyen aquí las ideas más importantes que soportan al concepto de Huella Ecológica como indicador de sostenibilidad, una breve descripción de la metodología utilizada, las aplicaciones que se han llevado a cabo así como los resultados finales más interesantes. En el trabajo original, en publicación, se realiza una crítica detallada a la metodología propuesta por los autores del indicador y se desarrollan modificaciones concretas en diversos aspectos del mismo. Con ello se construye una base sólida para realizar interpretaciones del funcionamiento de la sociedad en cuanto a sostenibilidad ambiental se refiere.

Índice

- 1.- Introducción y antecedentes.
- 2.- Indicadores de sostenibilidad.
- 3.- La Huella Ecológica.
- 4.- Fuentes de información.
- 5.- Resultados.
- 6.- Metodología modificada.
- 7.- Discusión.
- 8.- Conclusiones
- 9.- La validez de la Huella Ecológica como indicador ambiental y de sostenibilidad.
- 10.- Bibliografía consultada..

1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

Parece lógico afirmar que en un universo limitado no puede darse durante mucho tiempo un proceso de crecimiento ilimitado. No obstante, un análisis histórico de nuestra presencia como humanos en el planeta ofrece pocas dudas: la tendencia característica de la especie humana ha sido crecer y crecer, cada vez más vertiginosamente, tanto en número de individuos, como en la energía y materia que cada uno de esos individuos canaliza a lo largo de su vida.

Esta paradoja no se debilita aunque cada vez sean más numerosas las evidencias de que ese crecimiento ciego y torpe, especialmente desaforado en los mal llamados países desarrollados, está provocando profundas modificaciones en sistemas básicos a escala planetaria: desaparición de extensas masas de bosques, extinción acelerada de especies, muchas de ellas desconocidas; modificación de la composición de la atmósfera y de las aguas superficiales; cambios en el clima; deterioro de la capa de ozono; etc.

Si consideramos al ser humano como un componente más de la Biosfera, totalmente inmerso en ella y absolutamente dependiente de los procesos que en ella tienen lugar, debemos estudiar el comportamiento de los sistemas específicamente humanos sin perder de perspectiva que la relación de éstos con el entorno no se produce de igual a igual, sino que los primeros están englobados y dependen del segundo para su funcionamiento, desarrollo y perdurabilidad en el tiempo y en el espacio.

Este análisis, y las evidencias cada vez más patentes de la degradación que está sufriendo el entorno natural a causa de la presión ejercida por las actividades humanas, provocan la cristalización de una tendencia, académica primero e ideológica después, que cuestiona la propia viabilidad de una sociedad que destruye su entorno porque la naturaleza productivista de su funcionamiento así lo requiere. Esta corriente de pensamiento fue ampliamente difundida en 1972 con la publicación, por parte del MIT, del informe titulado “Los Límites del Crecimiento”.

A partir de este acontecimiento, y como respuesta a las nuevas inquietudes, aparece en 1987 “Nuestro Futuro Común”, donde se sentaban las bases de un concepto objeto de polémica desde entonces, el “Desarrollo Sostenible”. Con el tiempo, han surgido varias formas de interpretar este concepto, para unos sinónimo de crecimiento económico reparador de los daños ambientales y, para otros, de desarrollo integral respetando, acatando e interiorizando los principios fundamentales de la Ecología.

En lo que respecta al presente trabajo, se entiende que el Desarrollo Sostenible “significa preservar el capital natural, requiere que nuestro consumo de recursos

materiales, hídricos y energéticos renovables no supere la capacidad de los sistemas naturales para reponerlos, y que la velocidad a la que consumimos recursos no renovables no supere el ritmo de sustitución de los recursos renovables duraderos. La sostenibilidad ambiental significa asimismo que el ritmo de emisión de contaminantes no supere la capacidad del aire, del agua y del suelo de absorberlos y procesarlos. La sostenibilidad ambiental implica además el mantenimiento de la diversidad biológica, la salud pública y la calidad del aire, el agua y el suelo a niveles suficientes para preservar la vida y el bienestar humanos, así como la flora y la fauna, para siempre” (Carta de Aalborg, 1994).

2. INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD

Según la OCDE, un indicador ambiental es: “un parámetro o el valor resultante de un conjunto de parámetros, que ofrece información [ambiental] sobre un fenómeno, con un significado más amplio que el directamente asociado a la configuración del parámetro”.

Estos indicadores de sostenibilidad vienen a rellenar el hueco importante que existe en la amplia gama de indicadores económicos y sociales que se usan en la actualidad para medir el estado de las sociedades humanas. En realidad proporcionan un conocimiento desde el mundo físico y ecológico del funcionamiento de estas sociedades, fundamental para saber si éstas son o no sostenibles. Muchas veces la adopción del criterio de sostenibilidad implica la inversión del carácter positivo o negativo de indicadores que se venían utilizando hasta ahora.

En general un indicador debe ser útil, científicamente válido, políticamente relevante, fácil de medir, sintético y fácilmente inteligible.

Aunque en los últimos años han sido muchos los indicadores y sistemas de indicadores desarrollados, es necesario indicar que muchos de éstos siguen una estructura conceptual muy parecida lo que les proporciona la posibilidad de cumplir con un esquema de organización similar. Uno de éstos es el definido por la OCDE, comúnmente conocido como el sistema “Presión-Estado-Respuesta”. En él, los indicadores se agrupan: en aquellos que ofrecen información sobre cuál es la situación actual en cuanto a cualquier recurso de referencia (indicadores de **presión**); aquellos que informan sobre cuál es la modificación que se está produciendo en la calidad y la cantidad de los recursos naturales (indicadores de **estado**); y aquellos que comunican si se produce una respuesta por parte de los agentes económicos y sociales para modular la presión sobre los recursos naturales, es decir, ofrecen información sobre el efecto de las

políticas hacia la sostenibilidad que se hayan iniciado (indicadores de **respuesta**). A su vez, estos indicadores pueden ser aglutinados en dos clases que responden a diversos principios de referencia dependiendo del nivel de agregación que alcancen; en general se agrupan en indicadores **parciales** e indicadores **globales**. Cada uno de los indicadores globales puede ser considerado por sí mismo como un sistema de indicadores, siempre que posea un grado lo suficientemente elevado de integración de otros indicadores parciales, produciéndose un efecto sinérgico en cuanto a la información que brindan. Por supuesto, esta agrupación no es exclusiva puesto que hay indicadores que informan sobre el estado actual y que reflejan también respuestas, siempre que se siga un proceso de vigilancia a lo largo del tiempo.

La Agencia Europea de Medio Ambiente ha complementado recientemente este enfoque añadiendo al anterior dos nuevos aspectos como son las tendencias básicas del desarrollo económico y de las fuerzas que lo dirigen: por ejemplo, la generación de energía, el transporte, la industria, la agricultura, etc., y el impacto que tendría la degradación ambiental debida a la presión excesiva sobre los recursos naturales. Este modelo está dividido en cinco elementos (**fuerzas conductoras, presión, estado, impacto y respuesta**), y es conocido con el acrónimo inglés de DPSIR. En la actualidad ha sido asumido por los estados miembros de la Unión Europea y por la OCDE (Eurostat, 1999).

3. LA HUELLA ECOLÓGICA

La Huella Ecológica es, de acuerdo con lo anterior, un indicador de carácter global que puede considerarse a caballo entre los de presión y los de estado.

Encuentra su justificación conceptual en un principio clásico de la ciencia ecológica que mantiene que toda la población alcanza un límite en su crecimiento, expresado en número de individuos, de acuerdo con las características del medio donde se desarrolla. A este límite se le conoce con el nombre de Capacidad de Carga y se le denomina con la letra K. (Begon et al, 1987).

Las características sociales del ser humano le han permitido zafarse constantemente de estos límites, pues le ha sido posible importar recursos procedentes de lugares lejanos mediante procesos de explotación o comerciales. Ello le ha permitido aumentar la entrada de energía exosomática al sistema. A lo largo de la historia, el ser humano ha ido franqueando paulatinamente los límites que le imponía el entorno mientras aumentaban las posibilidades de obtención de energía que invertía en el aumento de la capacidad de carga desarrollando, más y más, las posibilidades

comerciales y tecnológicas y simplificando los sistemas naturales de los que dependía. Por ello, el concepto de Capacidad de Carga no es útil para medir la sostenibilidad de las sociedades humanas.

Para subsanar este problema los autores William Rees y Mathis Wackernagel formalizan otro indicador, la Huella Ecológica, que básicamente consiste en el inverso del concepto de Capacidad de Carga. Así, si ésta se expresa, en número de individuos por hectárea de superficie, el nuevo indicador lo hace en hectáreas necesarias para mantener a un individuo.

La HUELLA ECOLÓGICA es, por consiguiente:

“El área de territorio productivo o ecosistema acuático [entendida como superficie biológicamente productiva] necesaria para producir los recursos utilizados y para asimilar los residuos producidos por una población definida con un nivel de vida específico, donde sea que se encuentre este área”.

La Huella Ecológica, por tanto, pretende medir la superficie necesaria para producir los recursos que una población humana consume, así como el área necesaria para la absorción de los residuos que genera, donde quiera que se encuentre este área. La existencia de comercio, general a todas las sociedades humanas, no invalida el cálculo de la Huella Ecológica pues, tanto las importaciones como las exportaciones quedan contabilizadas en forma de territorio productivo importado o exportado respectivamente. Con ello supera, en su análisis, los procesos de la creciente mundialización de la economía. Se asume que “pedazos de la huella [ecológica] pueden estar esparcidos por todo el mundo” (Rees, 1996). Se trata, en definitiva, de territorializar las exigencias de consumo y emisión de residuos de determinadas poblaciones en sus vertientes física y poblacional adoptando, en último término, a la totalidad del planeta como ámbito para la satisfacción de estas necesidades.

Frente a la crítica de la no consideración del problema del desarrollo tecnológico hay que decir que ésta queda subsanada al incluirse, dentro de la metodología de cálculo, la exigencia del uso de índices de productividad (en Gj/ha o Tm/ha). Estos índices de productividad de las actividades humanas están directamente relacionados con las tecnologías productivas que se estén aplicando. Todo ello confirma que el factor tecnológico está incluido siempre, y por la propia naturaleza del mismo, en el análisis de la Huella Ecológica.

Además, es destacable de estos cálculos la puesta en evidencia de déficits ecológicos, si los hay, de las sociedades. Es obvio que, si una población se caracteriza por consumir más espacio productivo por persona del que posee, es porque lo está importando y está remediando, a costa de los recursos físicos presentes en otros territorios, un déficit ecológico que es persistente allí donde esta población se encuentra mientras no se produzca un avance tecnológico que permita obtener el mismo consumo de recursos básicos autóctonos.

3.1. Metodología de cálculo

La metodología para el cálculo de la Huella Ecológica se basa en la siguiente premisa: ***Todos los consumos, materiales y energéticos, y la absorción de residuos tienen su expresión correspondiente en territorio productivo pues requieren de éste para su producción o eliminación.***

Además se asumen o consideran otros factores como son:

- El proceso de cálculo está impregnado por una tendencia general consistente en contabilizar a la baja o a elegir la opción menos abultada cuando se presentan ocasiones en las que hay que escoger entre dos posibilidades. En realidad, se “peca de prudencia” (Rees, 1996) por lo que, en general, se subestima el impacto del ser humano en el entorno.
- Se admite que las actuales prácticas en los sectores agrícola, forestal y ganadero son sostenibles, es decir, que el modo de las prácticas que hoy se siguen no suponen que se produzcan pérdidas de suelo, por ejemplo por erosión, ni contaminación de ningún tipo. Es obvio que esta afirmación está lejos de ser cierta.
- No se contabilizan ciertas actividades como la contaminación del suelo (difusa o directa), la parte que le corresponde a la población estudiada de la reducción de la capa de ozono, la erosión, etc., pues la estimación del área que ocuparían se hace demasiado complicada o resulta imposible de medir. En realidad sólo se contabilizan la recolección de recursos renovables, la extracción de recursos no renovables, algunos impactos asociados a la absorción de ciertos residuos y el suelo ocupado directamente por construcciones o embalses.
- Se intenta no contabilizar doblemente el mismo territorio. Hay veces en que una misma extensión ofrece dos servicios al mismo tiempo. Por ejemplo, un bosque, además de madera, retiene el suelo evitando así la erosión o produciendo agua. En estos casos se considera siempre el área de mayor extensión.

3.2. Cálculo de la Huella Ecológica

A grandes rasgos el cálculo consiste en cumplimentar una matriz donde se representa el **territorio** necesario (por habitante) para satisfacer sus consumos agrupados en lo referente a la alimentación (agricultura, ganadería y pesca), el sector forestal, el gasto energético (la energía que se gasta en la producción de los bienes de consumo y el resto) y el territorio ocupado directamente. Este territorio productivo se clarifica, a su vez, en seis tipos, asociados a las necesidades antes expresadas.

Los diferentes tipos de territorio productivo que se consideran son:

Territorio para la absorción de CO₂: Es el territorio que se debería reservar para albergar bosques creados expresamente para secuestrar el CO₂ que está continuamente liberándose a la atmósfera, a causa de la quema de combustibles fósiles.

Territorio agrícola: Es, ecológicamente hablando, la tierra más productiva pues en ella es donde se concentra la mayor producción neta de biomasa utilizable por el hombre.

Superficie de Pastos: Es el área utilizada para el pastoreo de ganado. En su inmensa mayoría, es significativamente menos productiva que la agrícola.

Superficie Forestal: Se refiere a la superficie ocupada por bosques ya sean naturales o repoblados, pero siempre que se encuentren en explotación para la producción de productos forestales.

Áreas utilizadas directamente: Incluye las áreas ocupadas por superficies degradadas, embalses y áreas construidas u ocupadas por infraestructuras.

Mar productivo: Incluye las zonas marinas de las que es posible detectar una producción biológica razonable que pueda ser aprovechada por el hombre. Se incluye la extensión de mar u océano como la necesaria para proveer a la población de su consumo de proteínas marinas, es decir, sólo se tiene en cuenta aquella porción de mar cuya producción biológica es aprovechada por el ser humano en la actualidad.

Territorio reservado para la biodiversidad: Uno de los aspectos más polémicos del cálculo de la Huella Ecológica es el territorio productivo intocado que es necesario reservar para la conservación de la biodiversidad y, en general, para mantener los servicios básicos que reporta la naturaleza y que son difícilmente cuantificables. Se supone una reserva del 12% de cada tipo de territorio ya que esta cifra fue propuesta por la comisión redactora del informe “Nuestro Futuro Común”, pese a que, según diversas estimaciones, éste no resulta lo suficientemente elevado.

Como se ha señalado, el resultado es una matriz de este tipo:

		Necesidades de superficie productiva							
Categorías de uso		Absorción CO ₂	Cultivos	Pastos	Bosques	Mar productivo	Ocupado	Huella Ecológica	
	Agricultura								
	Ganadería								
	Pesca								
	Forestal								
	Bienes consumo								
	Energía								
	Ocupado								
	Conservación								
	Huella Ecológica								Huella Ecológica

En las celdas sombreadas se representa el área necesaria para la satisfacción de cada categoría de uso por habitante.

Este área se calcula a partir de los **consumos** producidos en cada categoría (en toneladas de materia o gigajulios de energía). Para internalizar los flujos comerciales en su cálculo se ha adoptado la fórmula:

$$\text{CONSUMO} = \text{PRODUCCIÓN} - \text{EXPORTACIÓN} + \text{IMPORTACIÓN}$$

Para convertir las cifras de consumo en superficie éstas son divididas por los correspondientes **índices de productividad**. Los utilizados a los efectos de este trabajo son los índices de productividad medios mundiales

Al sumar cada uno de los resultados de superficie ocupada por habitante obtenemos un valor final de Huella Ecológica.

3.3. Cálculo del territorio productivo disponible

Al mismo tiempo que son calculados los requerimientos territoriales expresados en la Huella Ecológica, también es necesario calcular cuál es el **territorio productivo disponible por habitante** en el ámbito de estudio, puesto que este será el **valor de referencia** con el que se compararán todos los valores de Huella Ecológica obtenidos. Si éstos son superiores a aquellos, es decir, si se consume más territorio productivo que el realmente disponible, se incurre en un déficit territorial con lo que se rebasa la línea

de la sostenibilidad ambiental. Por consiguiente, aquellas poblaciones cuyos consumos, expresados en términos territoriales, sean superiores al territorio disponible son partícipes de un modo de vida no sostenible.

En este punto, el factor de escala y los principios éticos en los que descansa el indicador adquieren una importancia decisiva. Hay un límite físico que no es imaginable superar; la totalidad del territorio productivo de la Biosfera. El cómo y el cuándo se distribuye ese capital natural es materia que desborda ampliamente las capacidades del indicador.

En la metodología estándar se defiende una única escala de territorio disponible a nivel planetario por habitante, a fin de facilitar comparaciones entre países con tecnologías y hábitos de consumo muy diferentes. Para ello es necesario considerar las productividades locales en relación con las mundiales, así como unos factores de equivalencia entre las distintas categorías de territorios que permitan considerar los procesos de sustitución que pueden producirse entre ellos por su desigual representación en los países.

En este trabajo se ha mantenido esa escala global de referencia, a la vez que se proporcionan variantes regionales, que si bien dificultan la comparación con otros estudios, ofrecen una carga de realidad y significado mucho más claro e indiscutible.

4. FUENTES DE INFORMACIÓN

Es evidente que el éxito de un trabajo como el actual, que pretende medir los consumos de materia y energía de poblaciones enteras, depende directamente de las fuentes estadísticas de donde parten los datos de producción y de comercio de todos los sectores económicos.

Como regla general los datos demandados deben poseer las siguientes características:

- Las cantidades deben venir expresadas en unidades físicas, preferiblemente en unidades de masa o energía. Por la dimensión de los consumos de los que se está hablando, serán la Tonelada, o bien el Gigajulio, las unidades que más se utilicen.
- Deberá disponerse de datos directos de consumo de la mayor parte de las categorías que se consideren, para así reducir al mínimo las estimaciones o aproximaciones, consideradas menos exactas.
- Todas las categorías de consumo deberán tener datos para el mismo periodo de tiempo, es decir, para el mismo año de referencia.

- Obviamente, se debe seguir el mismo criterio para el ámbito territorial al que se refieren los datos.

Sin embargo, no todos los datos poseen estas características. Entre los problemas más comunes se ha encontrado que:

- Muchos de los datos expresan los flujos materiales y energéticos en unidades monetarias, ya sean pesetas o, más comúnmente, miles o millones de pesetas.
- La mayoría de los datos encontrados se sitúan dentro de una horquilla temporal que va desde 1990, para los más antiguos, hasta 1998, para los más modernos.
- El ámbito territorial varía mucho con la naturaleza de los datos. Así, en algunos de ellos, se dispone de base suficiente para referirlos al nivel de municipio y, en otros, hay que contentarse con referirlos a Andalucía o incluso a España.
- En algunas categorías existen problemas de acceso a los datos, bien porque se encuentran deficientemente elaborados o bien porque existe un cierto recelo, por parte de las fuentes, a la hora de desvelarlos.
- La carencia más importante que se ha detectado es la inexistencia de datos sobre comercio interior, es decir, el comercio que se produce entre Andalucía y el resto del Estado o entre la Provincia de Sevilla y el resto de las provincias españolas.

A la luz de esta situación se ha decidido:

- Realizar el cálculo para el año 1996.
- Utilizar en todo momento los ámbitos de la Comunidad Andaluza y el de la Provincia de Sevilla para el cálculo de los consumos. Dado que no existe una batería de datos lo suficientemente completa para el cálculo de la Huella Ecológica en el ámbito municipal, los cálculos realizados para la Aglomeración Urbana de Sevilla se han realizado suponiendo que el consumo de los habitantes de la misma no difiere con el de los habitantes del resto de la provincia.
- Optar por la no inclusión de estadísticas de comercio interior (entre Andalucía o la Provincia de Sevilla y el resto de España) bien porque no son fiables o bien porque simplemente no existen. Esta limitación es la más importante del trabajo ya que supone asumir que lo que Andalucía o la provincia exportan e importan a otras zonas del Estado se compensa en cuanto a Huella Ecológica se refiere. Cabe apuntar, sin embargo, que todos los demás estudios de este tipo que se han llevado a cabo en el resto del mundo adolecen de esta misma carencia.

5. RESULTADOS

5.1. Andalucía

A continuación se realiza un somero recorrido, sector por sector, explicando brevemente la metodología empleada para el cálculo de los consumos en cada uno de ellos, así como la conversión de los mismos en unidades de superficie de territorio productivo ocupado.

- El sector primario: Subsectores agrícola, ganadero, pesquero y forestal:

Agricultura: A los valores de las distintas producciones agrícolas se le han restado los valores de exportación y sumado los valores de importación. Para la conversión a superficie productiva se han utilizado índices de productividad agrícola mundial para los diferentes tipos de cultivos considerados.

Ganadería: El consumo de alimentos de procedencia animal se ha calculado de la misma forma que en el caso de la agricultura. Para convertir estas cifras en territorio productivo ocupado se han utilizado índices de productividad medios mundiales que reflejan las hectáreas de territorio de pasto necesarias por cada kilogramo de carne producida.

Pesca: El consumo se ha obtenido a través de la encuesta de presupuestos familiares en unidades físicas.

Forestal: El proceso seguido es el mismo que en las producciones agrícolas y ganaderas.

- **Bienes de consumo:** Dada la inexistencia de estadísticas en unidades físicas sobre la producción industrial, en este apartado se realiza un balance físico de comercio exterior en toneladas. A estas cifras se le aplican factores de contenido energético por tonelada producida. El resultado es una cantidad de energía asociada a los bienes de consumo exportados o importados. Este balance energético final viaja hasta el análisis del consumo energético en el apartado siguiente, donde posee su propia entrada.
- **El sector energético:** La conversión de energía primaria en superficie productiva depende de cuál sea la fuente energética utilizada (combustibles fósiles, nuclear, hidroeléctrica o renovable en sus diversas expresiones). Sin embargo, la carestía de estadísticas completas sobre consumo de energía primaria, tanto en Andalucía como en la Provincia de Sevilla, obliga a inferir parte de dichos valores a partir de consumo de electricidad. Para ello ha sido necesario “seguir la pista” a la energía eléctrica consumida desde el lugar donde es consumida hasta la central donde ha sido generada. Como consecuencia ha sido imprescindible contar con cifras

porcentuales de participación de cada fuente de energía primaria en la generación de electricidad, y con factores de rendimiento de las centrales térmicas.

- Las cifras de territorio ocupado directamente por las construcciones, las infraestructuras, los vertederos, los embalses, etc, han sido directamente tomadas de las bases estadísticas de usos del suelo correspondientes.

Todos los resultados se muestran en la tabla 1:

Sector	Absorción CO ₂	Cultivos	Pastos	Forestal	Utilizado	Mar	Total
	(has/cap.)						
Alimentación							2,1859
Agricultura		0,8091					
Ganadería			0,4818				
Pesca						0,7837	
Forestal				0,1128			
Energía							1,5060
Fósiles	1,2780						
Nucleares	0,2251						
Hidroeléctricas					0,0029		
Bienes de consumo	0,0526						0,0526
Territorio construido					0,0149		0,0149
RSU, escombreras, etc.					0,0038		0,0038
Embalses					0,0045		0,0045
TOTAL	1,5557	0,8091	0,4818	0,1128	0,0261	0,7837	3,7691
Con el 12% de biodiversidad⁽¹⁾	1,7424	0,9062	0,5396	0,1263	0,0292	0,8778	4,2214

Tabla 1. Matriz de Huella Ecológica de Andalucía en 1996.

Fuente: Elaboración propia . ⁽¹⁾World Commission on Environment and Development, 1987.

Como complemento a estos valores se ha calculado el territorio productivo disponible por habitante en Andalucía.

Tanto los resultados de Huella Ecológica como los de territorio productivo disponible se ponderan mediante la aplicación de los factores adecuados, de forma que se logra expresarlos en una unidad de superficie con referencia mundial, denominada **hectárea de territorio productivo estándar**. Todos ellos, junto con los resultados finales de Huella Ecológica y de territorio productivo disponible, ambos expresados en esta nueva unidad, se muestran en la tabla 2:

<i>Huella Ecológica de Andalucía</i>			<i>Espacio productivo disponible en Andalucía</i>		
Categoría de consumo	<i>En territorio productivo de Andalucía</i> (has/cap.)	<i>En territorio productivo estándar</i> (has/cap.)	Categoría de territorio	<i>Territorio productivo disponible</i> (has/cap.)	<i>Territorio productivo estándar disponible</i> (has/cap.)
Energía	1,5557	2,1780	Absorción CO₂	--	--
Utilizado	0,0261	0,0914	Utilizado	0,02	0,08
Agricultura	0,8091	2,8319	Cultivos	0,57	2,40
Ganadería	0,4818	0,2118	Pastos	0,24	0,12
Forestal	0,1128	0,1579	Forestal	0,23	0,10
Pesca	0,7837	0,0627	Mar productivo	0,54	0,04
			TOTAL existente	1,60	2,75
TOTAL	3,7691	5,5335	TOTAL disponible (-12%)	1,41	2,42

Tabla 2. Tabla comparativa entre el resultado de la Huella Ecológica, expresado en términos de territorio productivo estándar, y el espacio productivo disponible, también expresa en términos de territorio productivo estándar.

Fuentes: Wackernagel et al, 1999 y elaboración propia. ⁽¹⁾Factores de equivalencia calculados en Wackernagel et al, 1999

En esta tabla se utilizan factores de productividad y equivalencia, para referir los resultados a la unidad de medida de la Huella Ecológica, es decir, la hectárea de territorio productivo estándar. Hay que recordar que la existencia de este tipo de territorio es hipotética y que no existe en la realidad. Como tal categoría es solamente un concepto artificial que se define y utiliza con el fin de ponderar los valores de Huella Ecológica obtenidos en el cálculo y las cifras de territorio productivo disponible por habitante. De esa forma, tanto los valores de Huella Ecológica como de territorio productivo disponible se expresan en dos unidades diferentes: por un lado la hectárea de territorio productivo andaluz, primera y tercera columna respectivamente, y por otro la hectárea de territorio productivo estándar, columnas segunda y cuarta.

El déficit ecológico de Andalucía asciende a 3,13 hectáreas por habitante puesto que la Huella Ecológica resultante es de 5,53 hectáreas por habitante mientras que el territorio productivo disponible es de unas 2,4.

5.2. Provincia de Sevilla

Al igual que en Andalucía, se ha calculado la Huella Ecológica en la Provincia de Sevilla ya que éste es el ámbito lo más cercano posible a la Aglomeración Urbana de Sevilla en el que es posible disfrutar de una base estadística física lo suficientemente sólida y fiable.

Para ello se ha seguido también la metodología estándar, cuyo proceso de cálculo se ha explicado con anterioridad.

La única diferencia añadida al proceso lo ha sido en el sector energético dada la diferente procedencia de los datos de consumo. En este caso ha sido necesario estimar la estructura de generación eléctrica de la Compañía Sevillana de Electricidad S.A. para poder disponer de los consumos energéticos primarios, y así calcular la huella energética.

Los resultados de Huella Ecológica se muestran en la tabla 3:

Sector	Absorción CO ₂	Cultivos	Pastos	Forestal	Utilizado	Mar	Total
	(has/cap.)						
Alimentación							2,7636
Agricultura		1,0904					
Ganadería			0,6604				
Pesca						0,9623	
Forestal				0,0505			
Energía							0,9051
Fósiles	0,7283						
Nucleares	0,1764						
Hidroeléctricas					0,0004		
Bienes de consumo	0,2087						0,2087
Territorio construido					0,0154		0,0154
RSU, escombreras, etc.					0,0029		0,0029
Embalses					0,0022		0,0022
TOTAL	1,1133	1,0904	0,6604	0,0505	0,0209	0,9623	3,8979
Con el 12% de biodiversidad⁽¹⁾	1,2469	1,2213	0,7397	0,0565	0,0234	1,0778	4,3656

Tabla 3. Matriz de Huella Ecológica en la Provincia de Sevilla en 1996.

Fuente: Elaboración propia. ⁽¹⁾World Commission on Environment and Development, 1987.

Tras la ponderación con respecto a la unidad de referencia estándar los resultados finales quedan de este modo (tabla 4):

<i>Huella Ecológica de la Provincia de Sevilla</i>			<i>Espacio productivo disponible en la provincia</i>		
Categoría Consumo	<i>Territorio productivo provincial</i> (has/cap.)	<i>Territorio productivo estándar</i> (has/cap.)	Categoría territorio	<i>Territorio productivo disponible</i> (has/cap.)	<i>Territorio productivo estándar disponible</i> (has/cap.)
Energía	1,1133	1,5587	Absorción CO₂	--	--
Utilizado	0,0209	0,0732	Utilizado	0,02	0,10
Agricultura	1,0904	3,8165	Cultivos	0,53	2,71
Ganadería	0,6604	0,2903	Pastos	0,15	0,16
Forestal	0,0505	0,0707	Forestal	0,09	0,04
Pesca	0,9623	0,0770	Mar productivo	0,54	0,04
			TOTAL existente	1,33	3,06
TOTAL	3,8979	5,8863	TOTAL disponible (-12%)	1,17	2,69

Tabla 4. Tabla comparativa entre el resultado de Huella Ecológica, expresado en términos de espacio productivo medio mundial con productividad biológica media, y el espacio productivo disponible, también expresado en los mismos términos, en la Provincia de Sevilla en 1996.

Fuentes: Wackernagel et al, 1999 y elaboración propia. ⁽¹⁾Factores de equivalencia calculados en Wackernagel et al, 1999.

El déficit ecológico de la Provincia de Sevilla asciende a 3,19 hectáreas por habitante puesto que la Huella Ecológica resultante es de 5,88 hectáreas por habitante mientras que el territorio productivo disponible es de unas 2,69.

5.3. Aglomeración Urbana de Sevilla

Para el cálculo de la Huella Ecológica de la Aglomeración Urbana de Sevilla, y dada la carencia de una base estadística completa, se extrapolan los resultados obtenidos en la Provincia de Sevilla. Ello significa suponer que el habitante medio de dicha aglomeración consume los mismos recursos que el habitante medio de la Provincia de Sevilla. Con esta salvedad, se confirma que la Huella Ecológica de la Aglomeración Urbana supera en **once veces** el territorio productivo disponible en la misma, entendido en este territorio la totalidad de los términos municipales de las 22 poblaciones que en la actualidad están comprendidas en la AUS.

6. METODOLOGÍA MODIFICADA

Con la intención manifiesta de acercar la metodología de cálculo a nuestro ámbito de estudio, se han realizado una serie de modificaciones a la metodología estándar. Esta metodología modificada ha sido aplicada en el ámbito de la Provincia de Sevilla.

Las principales modificaciones incluidas tienen que ver con:

- La aplicación de índices de productividad medios locales en lugar de los mundiales.
- La conversión de la energía consumida de forma directa mediante el método de la producción de biocombustibles.
- La consideración de la huella debida a la energía nuclear únicamente como espacio ocupado por las instalaciones correspondientes.
- La no aplicación de factores de ponderación con lo que los resultados finales, tanto de Huella Ecológica como de espacio productivo disponible, vienen expresados en hectáreas de territorio productivo local.

Un resumen de las modificaciones incluidas se muestra en la tabla 5:

	Metodología estándar	Metodología modificada
Huella agrícola	Índices de productividad medios mundiales	Índices de productividad medios locales
Huella ganadera	Índices de productividad medios mundiales	Índices de productividad medios locales
Huella forestal	Índices de productividad medios mundiales	Índices de productividad medios locales
Huella energética	Absorción de CO ₂	Biocombustibles / superficie ocupada
Superficie ocupada (Huella Ecológica)	Ponderación	Resultados finales
Territorio productivo disponible	Ponderación	Resultados finales
Resultados de Huella Ecológica	Resultados finales	---
Unidad de medida	Hectáreas de territorio productivo estándar	Hectáreas de territorio productivo local

Tabla 5. Diferencias metodológicas entre la metodología estándar y la metodología modificada

Los resultados obtenidos mediante la aplicación de la metodología modificada en la Provincia de Sevilla se muestran en la tabla 6:

Como se observa, la Huella Ecológica es sensiblemente menor que el valor obtenido en la metodología estándar, pero ha de tenerse en cuenta que el valor de territorio productivo disponible también es menor, en concreto 1,17 hectáreas por habitante, con lo que el déficit territorial final es del mismo orden.

Estos resultados son igualmente aplicados a la Aglomeración Urbana de Sevilla. La conclusión, en esta ocasión, es que la Huella Ecológica de la misma es casi veinticuatro veces superior al territorio productivo disponible por habitante.

Sector	Cultivos	Pastos	Forestal	Utilizado	Mar	Total
	(has/cap.)					
Alimentación						2,0847
Agricultura	0,7457					
Ganadería		0,2736				
Pesca					0,9623	
Forestal			0,1030			
Energía						0,6215
Fósiles	0,6208					
Nucleares				0,0003		
Hidroeléctricas				0,0004		
Bienes de consumo	0,1852					0,1852
Territorio construido				0,0154		0,0154
RSU, escombreras,...				0,0029		0,0029
Embalses				0,0022		0,0022
TOTAL	1,5518	0,2736	0,1030	0,0212	0,9623	2,9119
Con el 12% de biodiversidad⁽¹⁾	1,7380	0,3065	0,1154	0,0237	1,0778	3,2613

Tabla 6. Matriz Huella Ecológica en la Provincia de Sevilla en 1996, utilizando la metodología modificada.

Fuentes: Elaboración propia. ⁽¹⁾ World Commission on Environment and Development (1987).

7. DISCUSIÓN

Para completar el análisis de la Huella Ecológica es necesario comparar los resultados de las Huellas Ecológicas obtenidas con aquellos de territorio productivo disponible. Así, para el caso andaluz los resultados son:

	Unidad	Metodología estándar
Huella Ecológica⁽¹⁾	has/cap.	5,53
Territorio andaluz disponible	has/cap.	2,42
Déficit andaluz absoluto	has/cap.	-3,11
Territorio mundial disponible	has/cap.	1,90
Déficit mundial absoluto	has/cap.	-3,63
Relación huella/territorio andaluz	tanto por uno	2,29
Relación huella/territorio mundial	tanto por uno	2,91

Tabla 7: Déficits ambientales obtenidos en Andalucía con la aplicación de la metodología estándar.

Fuente: Elaboración propia. ⁽¹⁾No está incluido el 12% de territorio necesario para la conservación de la biodiversidad y los equilibrios naturales.

Para la Provincia de Sevilla, se muestran los déficits al aplicar tanto la metodología estándar como la metodología modificada. Todo ello se muestra en la tabla 8:

	Unidad	Metodología estándar	Metodología Modificada
Huella Ecológica⁽¹⁾	has/cap.	5,89	2.91
Territorio provincial disponible	has/cap.	2,69	1,17
Déficit provincial absoluto	has/cap.	-3,20	-1,74
Territorio mundial disponible	has/cap.	1,90	1,90
Déficit mundial absoluto	has/cap.	-3,99	-1,01
Relación huella/territorio	tanto por uno	2,19	2,49
Relación huella/territorio	tanto por uno	3,10	1,53

Tabla 8. Déficit ambientales obtenidos utilizando ambas metodologías.

Fuente: Elaboración propia ¹⁾No está incluido el 12% de territorio para la conservación de la biodiversidad y los equilibrios naturales

En ambos casos, los déficits son amplios. Así, si por ejemplo todos los habitantes del mundo consumieran la misma cantidad de recursos que el andaluz medio, harían falta tres planetas Tierra para mantener dichos consumos de forma sostenible.

8. CONCLUSIONES

Con los datos obtenidos a lo largo del trabajo es posible analizar, en el marco de razonamiento propuesto por la Huella Ecológica, el efecto que sobre el medio ambiente tiene el mantenimiento constante de los flujos físicos que la población andaluza y provincial necesitan.

Como se ha visto, el nivel de la sostenibilidad ambiental se encuentra ampliamente rebasado por el consumo de recursos materiales y energéticos. Pero, si esta conclusión es cierta, ¿Cómo es posible que este flujo de recursos se siga produciendo?.

La respuesta es doble:

Por un lado la depreciación constante del Capital Natural: el capital natural es la reserva natural que genera el flujo de recursos naturales que circulan a través de la economía humana.

Desde luego, y teniendo en cuenta que las sociedades humanas son subsistemas inmersos en el interior de la Biosfera, el sistema económico humano es absolutamente dependiente para su funcionamiento de un flujo continuo de recursos naturales hacia sí y, por tanto, depende únicamente del capital natural para obtenerlos. Como conclusión: el humano es, en primer término, fundamentalmente dependiente de los flujos físicos,

en forma de recursos naturales, y de los servicios naturales que genera el capital natural o, lo que es lo mismo, es dependiente de las rentas que genera dicho capital.

En el momento actual es posible afirmar que los flujos de recursos que se están produciendo son producto, no sólo de la producción de rentas biológicas, sino también de la depreciación del mismo capital natural.

Ello ha llevado a algunos economistas a afirmar que, hoy en día y en el futuro, el principal factor limitante del desarrollo humano, entendido en la más amplia concepción del término, no es la disponibilidad de capital de origen humano, sino la creciente escasez de capital natural.

Por otro lado, los países que poseen grandes Huellas Ecológicas se están beneficiando de un trasvase constante de territorio productivo desde países donde esta Huella Ecológica es mucho más reducida. Así, se puede afirmar que los primeros han contraído con los segundos una Deuda Ecológica en concepto de sustracción de recursos y oferta de servicios ambientales que, además, aumenta día a día.

El análisis de la Huella Ecológica permite discernir de forma clara esta situación dado que todos los cálculos realizados en el mundo revelan que los países enriquecidos poseen déficits elevados, por lo que les es necesario importar espacio productivo de otras partes, a veces en unas cantidades tales que les resultaría imposible hacerlo si ese territorio productivo recibiera una valoración adecuada. El mecanismo del libre comercio y el mercado global, auspiciado por las entidades financieras internacionales (OMC, FMI y BM), asegura que los precios de las mercancías, y por tanto del espacio productivo necesario para generarlas, se mantengan lo suficientemente bajos como para poder adquirir este espacio productivo de forma fácil.

9. LA VALIDEZ DE LA HUELLA ECOLÓGICA COMO INDICADOR AMBIENTAL Y DE SOSTENIBILIDAD.

Con la Huella Ecológica se tiene la posibilidad de realizar un análisis de los flujos físicos que se producen y la incidencia que sobre los recursos naturales implica su existencia. Con ello se consigue una herramienta objetiva que indica qué acciones o decisiones, en diversos campos, serán beneficiosas o perjudiciales desde el punto de vista de la sostenibilidad ambiental. El hecho de que todos estos flujos tengan su expresión en la misma unidad, territorio productivo por habitante, permite compararlos entre ellos y posibilita, al mismo tiempo, que la huella en sí sea una potente arma de

comunicación para transmitir la importancia y la urgencia de aminorar la presión sobre los recursos naturales con el objetivo de alcanzar la sostenibilidad.

No obstante, y pese a disponerse de una metodología de cálculo más o menos clara, falta, en general, un buen sustrato estadístico básico. En ciertos aspectos del cálculo se hace necesaria la elaboración de estimaciones que restan robustez al resultado final. Como consecuencia éste debe ser entendido como indicador de una tendencia más que como el valor numérico exacto de una presión determinada. El hecho de que la metodología esté impregnada continuamente por una valoración a la baja de los impactos y del consumo de territorio productivo refuerza esta afirmación.

Con el resultado de este trabajo se puede afirmar que la situación es preocupante dado que la tendencia del desarrollo, entendido como crecimiento continuo de la producción de bienes y servicios, es doble: explotar cada vez con más intensidad el capital natural y mantener un flujo físico desigual entre poblaciones humanas.

Por la novedad del indicador, es necesario realizar un trabajo importante en el diseño y puesta en marcha de un aparato estadístico que, en primer lugar, permita la configuración de una base estadística basada en los aspectos físicos del funcionamiento de la producción y del consumo y, en segundo lugar, posibilite el desarrollo de metodologías para el cálculo de indicadores ambientales tanto parciales como sintéticos. Lo primero es fundamental para que lo segundo se pueda llevar a cabo. Quizás esta es una de las conclusiones más importantes que emanan de este trabajo.

Bien es cierto también que no sólo es necesaria la configuración de una nueva estadística física, sino también un cambio de rumbo en la consideración de alguna de las existentes. Desde el punto de vista ambiental, y el análisis de la Huella Ecológica lo corrobora, carece de fundamento el seguir valorando como positivas las tendencias de algunos de los indicadores de “desarrollo” al uso, siempre que uno de los criterios de la actuación en la gestión general del sistema sea alcanzar la sostenibilidad ambiental.

En esta línea, la estimación positiva de los incrementos de indicadores tales como el consumo energético por habitante, el consumo de electricidad por habitante, el número de automóviles vendidos o el crecimiento del consumo privado de bienes y servicios debe llegar a su fin. Una bajada en los valores de estos indicadores es una buena noticia desde el punto de vista de la sostenibilidad. Muchas veces es sólo cuestión de mirar los números de forma diferente.

El carácter sintético y de tendencia del indicador Huella Ecológica lo hace especialmente apropiado para investigar aspectos de sostenibilidad física y ambiental de

políticas, planes y programas. En su aplicación se pueden detectar los factores, criterios o actuaciones más costosos desde una consideración ambiental, así como valorar las posibles alternativas con una expresión concreta de las mejoras conseguidas.

10.- BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

AVELLANEDA, P. G.. Lima: Cuando la Sostenibilidad no es sólo una Cuestión Medioambiental. **Ecología Política**. nº 16. Barcelona. 1999.

BEGON, M.; HARPER, J.L.; TOWNSEND, C.R. **Ecology: Individuals, Populations and Communities**. Blackwell Scientific Publications. Oxford. 1987.

BERMEJO & NEBREDÁ. Instrumentos para la Sostenibilidad Local. **Cuadernos Bakeaz** nº 26. Bakeaz: Centro de Documentación y Estudios para la Paz. Bilbao. 1998.

BETTINI V.. **Elementos de Ecología Urbana**. Edición de Manuel Peinado Lorca. Editorial Trotta. Madrid. 1998.

BROWN, L. R. Alimentar a 9.000 Millones de Personas. **La Situación del Mundo 1999**. Edición española del informe anual del Worldwatch Institute. ICARIA-FUHEM. Madrid. 1999.

COMISIÓN EUROPEA. **Carta de las Ciudades Europeas Hacia la Sostenibilidad: la Carta de Aalborg**. Campaña Europea de Ciudades y Poblaciones Sostenibles. Aalborg (Dinamarca). 1994.

COMISIÓN EUROPEA. Towards a local sustainability profile: European common indicators. Technical report. Comisión Europea. Luxemburgo. 2000.

CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE. **Informe de Medio Ambiente 1996**. Sevilla. 1997.

CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE. **Cartografía y Estadística de Usos y Coberturas Vegetales del Suelo en Andalucía. Evolución 1976-1991**. Sevilla. 1995.

Consejería de Agricultura y Pesca. **Anuario de Estadísticas Agrarias y Pesqueras 1996**. Sevilla 1998

CUADRAT, J.M.; PITA M^a F. **Climatología**. Ediciones Cátedra. Madrid. 1997.

DALY, H.E. **Elements of Environmental Macroeconomics**. En R. Constanza. Ecological Economics. Columbia University Press. 1991.

DALY, H.E. **Operationalizing Sustainable Development by Investing in Natural Capital**. En Investing in Natural Capital: The Ecological Economics Approach to Sustainability. Island Press. Washington, D.C.. 1994.

EHRlich P.R. **Recent Developments in Environmental Sciences**. Discurso con motivo del premio H.P. Heineken Prize for Sciences. Holanda. 1998

EHRlich P.R.; EHRlich A. H. **La Explosión Demográfica**. Salvat Editores. Barcelona. 1993.

EUROPEAN ENVIRONMENTAL AGENCY. **Environmental indicators: Typology and overview**. Technical Report N° 25. Copenhagen. 1999.

EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY. **Europe's Environment: the Dobris Assessment**. Earthscan. Londres. 1995.

EUROSTAT. **Towards environmental pressure indicators for the EU**. Comisión Europea. Bruselas. 1999.

FOLKE C.; HAMMER M.; COSTANZA R.; JANSsON A.M. **Investing in Natural Capital-Why, What, and How?**. En Investing in Natural Capital: The Ecological Economics Approach to Sustainability. Island Press. Washington, D.C.. 1994.

FULLANA P. & RIERADEVALL J. Análisis del Ciclo de Vida del Producto-ACV (I). Nueva Herramienta de Gestión Ambiental. **Innovación Química**. 1995

GEORGESCU-ROEGEN, N. La Dégredation entropique et la destineeé prométhéenme de la technologie humaine. **Entropie**, número extraordinario. 1982.

GIRARDET, H. **Reducing London's Ecological Footprint. Creating a Sustainable London**. Londres. 1996

GONZÁLEZ BERNÁLDEZ, F.. **Ecología y Paisaje**. H. Blume Ediciones. Madrid. 1981.

HOLDREN J.P.; DAILY G.C.; EHRlich P.R. **The Meaning of Sustainability: Biogeophysicl Aspects**. Banco Mundial. Washington D.C.. 1995.

INSTITUTO PARA LA DIVERSIFICACIÓN Y EL AHORRO DE LA ENERGÍA. Ministerio de Industria, Comercio y Turismo. **Guía de la Energía**. Madrid. 1993.

INSTITUTO DE ESTADÍSTICA DE ANDALUCÍA. **Sistema de Información Municipal de Andalucía**. Edición en CD-ROM. Sevilla. 1997.

INSTITUTO DE ESTADÍSTICA DE ANDALUCÍA. **Comercio Exterior en Andalucía 1995**. Sevilla

INSTITUTO DE ESTADÍSTICA DE ANDALUCÍA. **Comercio Exterior de Andalucía con el resto del Mundo en 1996**. <http://www.iea.junta-andalucia.es>

INSTITUTO DE ESTADÍSTICA DE ANDALUCÍA. **Comercio Exterior de la Provincia de Sevilla con el resto del Mundo en 1996**. <http://www.iea.junta-andalucia.es>

INSTITUTO DE ESTADÍSTICA DE ANDALUCÍA. **Anuario de Estadística de Andalucía 1996**. Sevilla

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA. **Encuesta de Presupuestos Familiares 1991: Consumo de alimentos en unidades físicas**. Madrid. 1994.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA. **Encuesta de Presupuestos familiares 1995**. Madrid. 1996.

JACOB, M. **La Economía Verde: Medio Ambiente Desarrollo Sostenible y la Política del Futuro**. ICARIA-FUHEM. Barcelona. 1991.

MARGALEF, R. **Ecología**. Editorial Omega. Barcelona. 1991.

MARTÍNEZ ALIER, J. Deuda Ecológica y Deuda Externa. **Ecología Política**, nº 14. Barcelona. 1997.

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGÍA. Dirección General de la Energía. Madrid 1999. <http://www.miner.es>

MYERS, N. **Ultimate Security. The Environmental Basis of Political Stability**. Island Press. Washington D.C.. 1996.

NAREDO, J.M. **La Economía en Evolución. Historia y Perspectivas de las Categorías Básicas del Pensamiento Económico**. Siglo XXI de España Editores. Madrid. 1996.

NAREDO, J.M. **Fundamentos de la Economía Ecológica**. De la Economía Ambiental a la Economía Ecológica. Serie de artículos compilados por Federico Aguilera Klink y Vicent Alcántara. Colección Economía Crítica. ICARIA:FUHEM, D.L. Barcelona. 1994.

NAREDO, J.M. Sobre el Origen, el Uso y el Contenido del Término Sostenible. **Biblioteca: Ciudades para un futuro más sostenible**. <http://habitat.aq.upm.es>. Escuela Superior de Arquitectura de Madrid. Madrid. 1998

NORTON, B.G. Sustainability, Human Welfare and Ecosystem Health. **Ecological Economics**, vol. 14, nº2. Nueva York. 1992.

ODUM, E.P. **Ecología**. Interamericana. Méjico D.F.. 1972.

ONISTO L.J; KRAUSE E.; WACKERNAGEL M. **How big is Toronto's Ecological Footprint?**. Centre for Sustainable Studies and City of Toronto. Toronto. Canadá. 1998

OPPELT G. J.L. **Zootecnia Especial**. EUITA Cortijo de Cuarto. Sevilla. 1998.

PASSET, R.. **La doble Dimensión Energética e Informativa del Hecho Económico**. Artículo incluido en: **De la Economía Ambiental a la Economía**

Ecológica. Edición de Federico Aguilera y Vicent Alcántara. ICARIA-FUHEM. Barcelona. 1994.

PASSET, R. **Principios de Bioeconomía**. Fundación Argentaria. Madrid. 1996.

Pauly D. & Christensen V.. Primary production required to sustain global fisheries. **Nature**. Vol 374. [lugar]. 1995.

PRAT A.; RELEA F. **La Petjada Ecològica de Barcelona: Una Aproximació. Comissió de Medi Ambient i Serveis Urbans**. Ajuntament de Barcelona. Barcelona. 1998.

RING, I.. Evolutionary Strategies in Environmental Policy. **Ecological Economics**. Nueva York. 1997.

REES, W. Indicadores Territoriales de Sustentabilidad. **Ecología Política**. Nº 12. Barcelona. 1996.

REES, W.; WACKERNAGEL, M. **Our ecological footprint?. Reducing Human Impact on the Earth**. New Society Publishers. Gabriola Island. 1996

SEVILLANA DE ELECTRICIDAD S.A. **Informe Anual 1996**. Sevilla. 1997

SOCIEDAD PARA EL DESARROLLO ENERGÉTICO DE ANDALUCÍA. **Plan Energético de Andalucía 1994-2000**. Sevilla. 1994.

SOLOW, R. **An Almost Practical Step Towards Sustainability**. Conferencia pronunciada con motivo del 40 aniversario de Resources for the Future. 1992.

THE WORLD CONSERVATION UNION, United Nations Environment Programme and the World Wide Fund for Nature. **Caring for the Earth: A Strategy for Living Sustainably**. Glund. Suiza. 1991.

ULRICH, E.W.; LOVINS L.H.; LOVINS A.B. **Factor 4: Duplicar el bienestar con la mitad de los recursos naturales** (informe al Club de Roma). Galaxia Gutenberg/Círculo de Lectores. Barcelona. 1997.

UNICEF. Noticias Unicef. **Revista del Comité Español del Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia**. Madrid. 2000.

VALLENTYNE, J.R.. **Introducción a la Limnología: Los lagos y el hombre**. Ediciones Omega S.A.. Barcelona. 1978.

VITOUSEK, P.; EHRLICH, A.H.; MATSON P. Human Appropriation of the Products of Photosynthesis. **BioScience**. Nº 36. 1986.

WACKERNAGEL, M. **Ecological Footprint and Appropriated Carrying Capacity: A Tool for Planning Toward Sustainability**. Tesis doctoral. The University of British Columbia. 1994.

WACKERNAGEL, M. ¿Ciudades Sostenibles?. **Ecología Política**. N° 12. Barcelona. 1996.

WACKERNAGEL, M. The Ecological Footprint of Santiago de Chile. **Local Environment**, Vol3, n°1. 1998. Tabla de Cálculos en <http://www.iclei.org/iclei/santiago.htm>

WACKERNAGEL, M. **La Huella Ecológica del Mundo 1960-1997**. Trabajo inédito facilitado por el autor.

WACKERNAGEL, M. **Cálculo de la Productividad Forestal y de la Absorción de CO₂ por Parte de los Bosques a partir de datos del International Panel of Climate Change (IPCC)**. Tabla facilitada por el autor. 1999.

WACKERNAGEL, M.; ONISTO L.; CALLEJAS A.L.; LÓPEZ I.S.; MÉNDEZ J.; SUÁREZ A.I.; SUÁREZ M^a.G.. **Ecological Footprint of Nations: How Much Nature Do They Use? How Much Nature Do They Have?**. Centro de Estudios para la Sustentabilidad. Xalapa (Méjico). International Council for Local Environmental Initiatives (ICLEI). 1997.

WACKERNAGEL, M.; LEWAN, L.; BORGSTROÖM C.H.. Evaluating the Use of Natural Capital with the Ecological Footprint: Applications in Sweden and Subregions. Artículo aceptado por la revista “**Ambio**”. Copia facilitada por los autores. Tabla de cálculos en <http://www.darwin.biol.lu.se/zoofysiol/Lewan/footprint.html>

WCED (World Commission on Environment and Development). **Our Common Future**. Oxford University Press. Oxford. 1987.

WORLD RESOURCES INSTITUTE. **World Resources 1999**. <http://www.wri.org/>

YOUNG, J.E.; SACHS A. La Creación de una Economía de Materiales Sostenible. **La Situación del Mundo 1994**. Edición española del informe anual del Worldwatch Institute. EMECÉ editores- CIP/FUHEM. Barcelona. 1995.