

LA HUELLA ECOLÓGICA DE ANDALUCÍA

una herramienta
para medir
la sostenibilidad



LA HUELLA ECOLÓGICA DE ANDALUCÍA

una herramienta
para medir
la sostenibilidad

ELABORADO POR

Consejería de Medio Ambiente
Junta de Andalucía
Av. Manuel Siurot, nº 50
41071 Sevilla
Tel. (34) 955 003 400
sgs.cma@juntadeandalucia.es

DIRECCIÓN

Andrés Sánchez Hernández
Secretaría General de Sostenibilidad

COORDINACIÓN

Laura Moreno Serrano
Manuel Calvo Salazar

REDACCIÓN Y DOCUMENTACIÓN GRÁFICA

Manuel Calvo Salazar

DISEÑO

www.am-dc.com

IMPRESIÓN

Copy Sevilla

LA HUELLA ECOLÓGICA DE ANDALUCÍA

una herramienta
para medir
la sostenibilidad

“A juzgar por las reiteradas manifestaciones de la mayoría de los políticos y administradores del viejo orden, el crecimiento es el principal objetivo de la actividad económica. Ello da que pensar a quien está dispuesto a hacerlo: ¿de modo que andamos con el único objeto de poder seguir andando?. Decepcionante. Así que no podemos llegar a parte alguna, sino tan sólo asegurarnos de que nos queda mucho camino por recorrer. Y, claro está, para entretener tan ingrata andadura, bueno será rodearse de suficientes distracciones que nos hagan olvidar que nos cansamos para descansar al objeto de seguir cansándonos. A esta confusión entre fines y medios, los romanos la llamaban “barbarie”, y “bárbaros” a quienes en ella incurrían”.

“Cuando un sistema económico fomenta la malversación como vía para aumentar su rendimiento aparente es que está tocado de perversidad. Cuando un sistema económico debe crecer para subsistir es que padece neoplasia. Cuando un sistema económico se confunde a sí mismo como la economía es que cae en la barbarie. La ecología - que es la economía de los ecosistemas - ayuda a percatarse de ello. Pero no hace falta ser ecólogo para verlo. Ni necesariamente ecologista. Ni siquiera economista. Basta con un poco de sensata lucidez. La sensata lucidez de la máxima taoísta: “crecer en exceso es decaer”

Ambas citas de Ramón Folch en “Ambiente, emoción y ética”

“Lo que llamamos progreso puede no constituir una garantía de supervivencia”

Howard Odum

Índice

1	Introducción	9
2	La huella ecológica como herramienta	11
3	Metodología para el cálculo de la huella ecológica	13
	3.1 Procedimiento de cálculo.....	14
	3.1.1 Cálculo del consumo y sus categorías	14
	3.1.2 Transformación en superficie productiva	15
	3.1.3 Territorio ocupado	17
	3.1.4 Cálculo de la huella total	18
	3.1.5 Cálculo del territorio ocupado	19
	3.2 Territorio productivo disponible	20
	3.3 Factores de normalización	20
	3.4 Últimas consideraciones sobre la metodología de cálculo.....	21
4	Resultados	23
	4.1 Huella ecológica del 2001.....	23
	4.2 Comparación de las huellas ecológicas de 1996 y de 2001	25
	4.3 La huella ecológica del consumo energético	27
5	Conclusiones	31
	5.1 Mecanismos para la apropiación de territorio productivo	31
	5.2 La huella ecológica en Andalucía	32
	Anexo. Tablas y cálculos de huellas parciales (año 2001)	35
	Fuentes de Información	43
	Bibliografía interesante	45

LA PRESERVACIÓN DE UN MEDIO AMBIENTE SANO Y VIABLE PARECE SER

uno de los mayores retos con que la sociedad del presente y del futuro habrá de enfrentarse, ya que el deterioro de las condiciones ambientales de nuestro planeta es ya una realidad empírica, según las tendencias científicas más influyentes del momento. El paradigma de la sostenibilidad se entiende así como un objetivo perseguido con empeño por parte de todos los estamentos de esas sociedades.

Resulta, pues, un reto de futuro perseguir la tan ansiada sostenibilidad ambiental, reflejo ineludible, en el fondo, de un nuevo paradigma de desarrollo, que prima una concepción más integral, más allá del concepto simplista de crecimiento económico constante, sin más.

Parece que todo lo que gira alrededor de la sostenibilidad supone la consideración conjunta de los aspectos ambientales, económicos y sociales del desarrollo, apreciados, en realidad, como partes de un todo sistémico que caracteriza al viaje humano, en un mundo (Planeta Tierra) que hoy sabemos que es limitado.

La idea del límite en la explotación de los recursos no es baladí en el debate de la sostenibilidad, pues es con esta condición, y bajo las leyes físicas y ecológicas que la caracterizan, con las que el humano debe aprender a vivir si desea la viabilidad, en el medio y largo plazo, de las propias estructuras culturales que utiliza para el progreso de sus sociedades.

Estos requisitos, expresados en primer término por las leyes de la termodinámica, marcan una senda insoslayable para cualquier sistema humano que se pretenda viable. Esta idea simple es pretendidamente ignorada por el paradigma de desarrollo predominante en el mundo actual, basado en el crecimiento constante como único objetivo plausible. Crecimiento que no puede realizarse si no es a costa de la dilapidación incesante de los recursos planetarios mediante procesos productivos que consideran los recursos naturales como bienes libres, exentos de valor monetario por sí mismos. En su adquisición sólo se consideran los costes de extracción y transporte, pero nunca los de su reposición.

El cambio de paradigma que debe significar la consecución de mayores cotas de sostenibilidad supone un reto de increíble magnitud; reto que ha de perseguirse sin perder tiempo, dado que uno de los recursos más limitados en este cambio es precisamente el tiempo disponible para verificarlo.

Los esfuerzos son ya evidentes, aunque no suficientes, desde todos las esferas, utilizando herramientas de todo tipo: desde la educación hasta la gestión, desde la búsqueda de la eficiencia técnica hasta el diseño de métodos administrativos horizontales capaces de la gestión de sistemas en una sociedad compleja; desde la creación y adaptación de nuevos paradigmas científicos de comprensión de la realidad hasta el desarrollo de nuevas metodologías de planificación de procesos. En todos los casos se están ya ensayando medidas a través de planes, campañas, programas, sistemas de gestión, adquisición de conocimientos específicos en la investigación, cambio conceptual en la gestión diaria de sistemas, etc.

En todos estos casos, también, es absolutamente imprescindible el desarrollo de herramientas de medida (indicadores), que puedan arrojar luz ante la evolución de los procesos puestos en marcha. Como se sabe, sólo puede cambiarse lo que puede ser medido; y sólo puede ser medido lo que importa y se incorpora en las agendas políticas.

Parece pues urgente diseñar sistemas de medida a diferentes escalas que puedan aportar información sobre la efectividad de las disposiciones hacia la sostenibilidad que se pongan en marcha y, más aún, de la evolución más o menos sostenible de los sistemas (urbano, territorial, empresa, edificio, sistema de movilidad, etc.) que se pretenden gestionar o cuyo rumbo ha de enderezarse con el concurso de los pertinentes instrumentos de gestión.

EL FIN ÚLTIMO DE ESTE TIPO DE HERRAMIENTAS DE MEDIDA, MÁS ALLÁ

de su simple utilización como indicadores, es el de producir conocimiento como fruto de la estructuración de la información disponible bajo un determinado paraguas conceptual. Esa es la principal virtud de la huella ecológica, puesto que adereza, con la facilidad de su interpretación, producto de su capacidad de síntesis, uno de los objetos principales de toda la metodología de su cálculo: la huella ecológica es considerada un indicador sintético capaz de resumir, con el concurso de un par de números, el nivel de sostenibilidad de un sistema socioeconómico radicado en un territorio dado.

El concepto de huella ecológica es el siguiente:

“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 esta área”.

Como puede concluirse de la lectura de esta definición, la huella ecológica es la expresión inversa de la capacidad de carga, concepto este ampliamente utilizado en la Ecología, pero que, debido a inherentes dificultades culturales, es de muy difícil aplicación para los casos de sociedades humanas complejas.

Así, la huella ecológica (superficie por habitante), en su expresión matemática estricta, no es más que la inversa de la capacidad de carga (habitantes por superficie), por tanto no depende de un ámbito territorial determinado para su cálculo. Éste sólo es necesario para definir el territorio donde reside la población a la que nos estemos refiriendo porque, en realidad, se está midiendo la superficie necesaria para producir los recursos que ésta consume, así como el área necesaria para la absorción de residuos que genera, donde quiera que se encuentre esta área.

La huella ecológica se obtiene, en fin, como resultado del estudio exhaustivo de los flujos materiales y energéticos que nutren a una determinada sociedad (alimentos, productos forestales, energía o suelo ocupado de forma directa), asentada en un territorio; y la conversión de estos flujos a unidades de territorio productivo.

Figura 1



Elaboración propia

En primer lugar, el cálculo de la huella se basa en el principio de que 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.

Se obtiene así un valor, propiamente denominado como huella ecológica, expresado en hectáreas de territorio productivo por habitante y año, que ofrece una idea aproximada del nivel de consumo que ese habitante ejerce para satisfacer sus requerimientos materiales y energéticos. Así, la huella ecológica se expresa en hectáreas anuales por habitante (has/hab) como medida del nivel de consumo de recursos de ese habitante. Como referente comparativo ha de deducirse, también, el número de hectáreas de territorio productivo real oportunamente disponible en ese territorio por cada uno de sus habitantes, obteniendo lo que se denomina "territorio productivo disponible", expresado, asimismo, mediante unidades de hectáreas por habitante y año (has/hab).

Finalmente, ambos valores se comparan entre sí. Si el territorio requerido supera al disponible, ese modo de vida no es sostenible, ya que está apoyado en mayores requerimientos de los que el territorio dado puede ofrecer de manera físicamente viable.

En el presente trabajo se ha utilizado esta metodología para realizar tres tareas principales:

- ▶ El cálculo de la huella ecológica de Andalucía correspondiente al año 2001, es decir, con la utilización de datos de consumo aparente referentes a este año.
- ▶ Comparación de la huella ecológica de 2001 con la del año 1996. Para esto fue preciso acometer una actualización del cálculo de 1996.
- ▶ Análisis de la huella ecológica correspondiente al consumo energético desde el año 1996 al 2003.

PARA PROCEDER AL CÁLCULO DE LA HUELLA ECOLÓGICA, CUATRO SON las principales premisas:

- Todos los consumos considerados son convertibles a unidades de territorio productivo, pues todas las actividades de apropiación provienen o tienen soporte en cierta ocupación de espacio, que será mayor o menor dependiendo de la tecnología utilizada en cada caso.
- Se necesitan datos, en unidades físicas, de los consumos, lo que constituye una de las mayores carencias con la que ha de enfrentarse esta metodología, dado que la obtención y mantenimiento de las bases de datos de flujos físicos y consumo de recursos naturales primarios no están lo suficientemente sistematizados en el sistema estadístico regional. Y menos mientras más disminuye la escala territorial del cálculo. Esta carencia es especialmente intensa cuando se tienen en cuenta ámbitos territoriales menores a la Provincia.
- Se parte de una estimación del consumo de recursos denominado “consumo aparente”, que se obtiene mediante el cálculo de la producción total, a la que se sustrae la exportación y se añade la importación. Así, no están reflejados los flujos de comercio interior (los que se producen entre diferentes regiones del Estado).
- La unidad de medida es la “hectárea de territorio productivo estándar”, que se obtiene mediante la aplicación de factores denominados de “equivalencia” (que normalizan entre sí diferentes tipos de territorio productivo, es decir, permite sumar, por ejemplo, hectáreas agrícolas con hectáreas de pasto) y de “productividad” (que normaliza las hectáreas propias del territorio andaluz con respecto a las hectáreas de otros lugares del mundo). Ello permite que el resultado de huella ecológica obtenido en el caso andaluz sea directamente comparable con la obtenida en otros lugares del mundo.

3.1 Procedimiento de cálculo

El procedimiento de cálculo utilizado es una síntesis del propuesto por los autores que desarrollaron el indicador: William Rees y Mathis Wackernagel, indicador que han aplicado con éxito en multitud de casos y lugares. Actualmente existe una organización (www.footprintnetwork.com) dedicada a la estandarización de la metodología, la realización de cálculos de huella ecológica en distintos países, el cálculo de factores para dicho cálculo y la promoción general de la Huella Ecológica como indicador sintético de sostenibilidad.

3.1.1 Cálculo del consumo y sus categorías

El consumo de materiales y energía se calcula contabilizando el consumo anual de alimentos, productos forestales, el consumo directo anual de energía y otros materiales, manufacturados o presentados de forma primaria.

Se ha adoptado la fórmula del cálculo del consumo aparente que es:

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

Con esta expresión se consigue calcular el "consumo aparente" para una población dada si se tiene una base estadística adecuada de datos de producción y de comercio exterior, como es el caso de Andalucía. No obstante, es preciso realizar un trabajo de agrupación de productos con respecto a los capítulos de comercio exterior de productos y mercancías para que sean realmente equivalentes con la agrupación que sigue la estadística de producción.

Como consecuencia, se tiene en cuenta el consumo de productos cuyo origen se encuentra fuera del territorio andaluz, a la vez que se desecha la producción local destinada a la exportación, pues la huella ecológica debido a ella será contabilizada, en caso de un cálculo global, allá donde este consumo se produzca.

El cálculo del consumo se aborda en tres ámbitos fundamentales:

- 1) Los productos bióticos (alimentos y productos forestales), expresados en toneladas, en los siguientes campos de consumo:
 - La agricultura: consumos de productos vegetales, así como producción primaria vegetal destinada a preparaciones alimenticias o productos elaborados tales como las conservas, el aceite, el vino o el café.
 - La ganadería: consumos de carne y otros productos animales como la leche, los huevos, la miel o la lana.
 - El sector forestal: consumo de madera, leña o producción primaria destinada a productos manufacturados.
 - La pesca: consumo directo de pescado o preparaciones de pescado o

marisco. Para el cálculo del consumo directo se utilizaron datos procedentes de encuestas de consumo familiar y en la restauración.

- 2) El consumo energético: o huella energética, donde se considera el consumo energético primario exosomático.
 - La energía de origen fósil: consumo de energía primaria procedente de fuentes fósiles (petróleo, carbón y gas natural). También se tiene en cuenta la energía primaria fósil destinada a la producción de energía eléctrica, para lo que se utiliza un factor de eficiencia de las centrales. En todo caso, no se consideran las pérdidas en la distribución de la electricidad.
 - La energía nuclear: consumo de energía primaria de origen nuclear. También se obtiene la energía primaria a base de la utilización de factores de eficiencia de las centrales termonucleares.
 - Las energías renovables: la metodología es dependiente del tipo de energía renovable. En general no se han tenido en cuenta factores de eficiencia, dado que muchas de estas energías poseen una base territorial clara y pueden estar radicadas en superficies ya destinadas a acoger otros usos¹.
 - Los productos industriales objeto de comercio exterior: también se considera un balance de comercio exterior de productos manufacturados ya que éstos “contienen” energía que ha sido utilizada para su producción. A efectos de huella ecológica, se considera que esta energía es siempre de origen fósil.
- 3) El territorio de ocupación directa: territorio destinado a acoger ciudades, procesos de urbanización, explotaciones mineras, embalses o vertederos. Viene dada directamente en unidades de superficie, normalmente en kilómetros cuadrados, por lo que no es necesario tratarlos posteriormente.

3.1.2 Transformación en superficie productiva

Los datos de consumo se obtienen en toneladas o en gigajulios, dependiendo de la categoría, y es necesario transformarlos en unidades de superficie de territorio productivo, normalmente en hectáreas. Para ello se utilizan índices de productividad que expresan las toneladas, o bien los gigajulios, producidos por unidad de superficie (por hectárea) para las diferentes categorías de consumo. En resumen:

$$AA_i = C_i / P_i$$

De donde:

AA: es el área apropiada para la producción en cada categoría (has).

C: es el consumo total (Tm o Gj).

(1) Por ejemplo, los paneles de energía solar térmica se instalan mayormente en edificios (suelo ocupado directamente); los aerogeneradores en zonas agrícolas, de pastos o improductivas; la biomasa se obtiene de residuos agrícolas o en forma de leña o residuos forestales (cuya producción ya se tiene en cuenta en el apartado dedicado al sector forestal); etc.

P: es la productividad (Tm/ha o bien Gj/ha).

i: representa cada categoría de consumo.

Por medio de metodologías específicas para cada una de estas categorías de consumo se obtiene la huella ecológica parcial en cada una de ellas, con datos de consumo primario correspondientes a la anualidad del 2001.

Una síntesis de la metodología con la cual se transforman los consumos respectivos en superficie productiva se resumen en la siguiente tabla.

Tabla 1 Metodología para el cálculo del consumo aparente y para su transformación en territorio productivo (huellas parciales).

Categoría de consumo	Cálculo del consumo aparente	Metodología de transformación en territorio productivo
Agricultura	Producción - exportación + importación	Utilización de factores de rendimiento medio mundial (Tm por hectárea).
Ganadería	Producción - exportación + importación	Utilización de factores de rendimiento medio mundial (Tm por hectárea de pastos).
Forestal	Producción - exportación + importación	Utilización de factores de rendimiento medio mundial (Tm por hectárea).
Pesca	Consumo familiar	Utilización de factores de rendimiento (en Tm por hectárea) de mar biológicamente productivo.
Energía fósil	Datos de consumo directo	Superficie equivalente de bosque para la absorción de CO ₂ .
Energía nuclear	Datos de consumo directo	Superficie para su sustitución mediante combustibles fósiles.
Energía eléctrica importada	Estructura de generación del sistema eléctrico español.	Estimación de las fuentes primarias utilizadas en la generación de la energía eléctrica importada, incluyendo los factores de rendimiento de las centrales.
Energías renovables	Datos de consumo directo.	Dependiente de la tecnología concreta.
Territorio ocupado	Coberturas de satélite.	Cálculo directo con las coberturas de satélite.

Elaboración propia

3.1.3 Territorio ocupado

Cada una de las anteriores categorías de consumo se satisface con la ocupación y utilización de diferentes tipos de territorio² entre los que se consideran los siguientes:

- Territorio agrícola: es, ecológicamente hablando, la tierra más productiva, pues es donde se concentra la mayor producción de biomasa. En la actualidad casi toda esta superficie está ocupada por cultivos con los que esta alta producción biológica se canaliza a formas directamente consumibles por el ser humano. Hay que destacar la regresión global que se está produciendo de este tipo de territorio debido a los efectos de la erosión, la urbanización, etc. Se estima que se abandonan anualmente en el planeta unos diez millones de hectáreas de superficie agrícola.
- Pastos: es el área utilizada para el pastoreo de ganado. En su inmensa mayoría es significativamente menos productiva que la agrícola.
- 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. En la mayoría de las ocasiones ocupan superficies de alto valor agrícola, por lo que su aumento redundaría con frecuencia en una disminución de la superficie agrícola disponible. Por esta razón, en términos de huella ecológica, el consumo de territorio ocupado directamente se adscribe como territorio agrícola.
- Mar: incluye las zonas marinas de las que es posible detectar una producción biológica razonable. Esta superficie representa en realidad sólo el 8,3 % de la superficie marina y en ellas se produce el 95 % de la producción total de los mares.
- Territorio destinado a la absorción de CO₂: son territorios destinados a la implantación de bosques con el único objetivo de servir para absorber el exceso de CO₂ que se genera con la quema de combustibles fósiles, al objeto de no contribuir a la intensificación del efecto invernadero terrestre³ y al consiguiente cambio climático que se espera. Nótese que el bosque que potencialmente se genere para la absorción de CO₂ ha de estar ajeno a la explotación forestal convencional para que esa absorción sea permanente.

(2) La producción de alimentos vegetales mediante territorio agrícola, el consumo forestal mediante superficie destinada a bosques, etc.

(3) Se han propuesto otras metodologías para el cálculo de la huella ecológica debida a la quema de combustibles fósiles, tales como el cálculo de la superficie agrícola necesaria para producir una cantidad equivalente de energía producida mediante cultivos agrícolas energéticos. Los resultados, no obstante, han arrojado cifras de ocupación de territorio muy similares.

- Territorio reservado para la biodiversidad: uno de los aspectos más polémicos del cálculo de la huella ecológica es el territorio intocado que se reserva para la conservación de la biodiversidad y, en general, para mantener los servicios básicos que reporta la naturaleza y que son difícilmente cuantificables. El famoso ecólogo Eugene Odum ha sugerido que es preciso preservar un tercio de cada tipo de ecosistema para el mantenimiento de la biodiversidad. Por otra parte, la Comisión Brundland propuso, parece que bastante arbitrariamente, la cifra del doce por ciento de la superficie terrestre para este cometido. Para algunos autores, el doce por ciento resulta un valor manifiestamente bajo. En realidad, se sabe poco sobre este aspecto, por lo que aun resulta más difícil proponer una cifra exacta que sea absolutamente satisfactoria. En lo que respecta a este trabajo, se ha empleado la cifra del doce por ciento por ser la más reducida de las que se han sugerido y porque ésta es la manejada en la metodología estándar, utilizada de común acuerdo.

3.1.4 Cálculo de la huella total

A grandes rasgos, el cálculo de la huella total consiste en la elaboración de una matriz en la que se representan el territorio apropiado por habitante para la satis-

Tabla 2 **Matriz de relación entre las categorías de consumo y los tipos de territorio productivo.**

	Cultivos	Pastos	Forestal	Mar productivo	Absorción de CO₂	Territorio utilizado directamente
Agricultura	Huella agrícola					
Ganadería		Huella ganadera				
Forestal			Huella forestal			
Pescado				Huella pesquera		
Bienes de consumo					Huella energética fósil	
Energía					Huella energética fósil y nuclear	Energía solar y eólica
Territorio ocupado						Huella de ocupación directa
Territorio no modificado	12%	12%	12%	12%	12%	12%

Elaboración propia

facción de diversas categorías de consumo, representadas en las filas, que tienen que ver con la alimentación (agricultura, ganadería y pesca), el sector forestal, los bienes de consumo, el consumo energético y el territorio utilizado directamente. A su vez, el territorio apropiado también está subdividido en seis clases, representadas en las columnas.

Como se ha señalado, el resultado es una matriz del tipo representado en la Tabla 2.

En las diferentes celdas se representa el área estimada apropiada, para cada apartado de consumo, por habitante. Como peculiaridad especial de este cálculo es preciso señalar que permite la obtención de indicadores parciales de la huella ecológica de cada una de estas cinco categorías, lo que hace posible separarlas en cuanto a grado de fiabilidad se refiere y permite realizar análisis particularizados por sector lo que, a veces, puede ser más útil para la gestión que el indicador global final.

3.1.5 Cálculo del territorio ocupado

Así pues, el resultado en superficie productiva o huella ecológica parcial que se obtiene es dividido por la población que se está considerando, con lo que se logran valores de consumo de superficie productiva por habitante. O lo que es lo mismo:

$$aa_i = AA_i / N$$

De donde:

AA: es el área apropiada para la producción en cada categoría (has)

aa: es el área apropiada para la producción de cada categoría por habitante (has/hab).

N: es el tamaño poblacional.

Tras aplicar los correspondientes factores de normalización (ver más adelante) pueden sumarse todos estos valores, con lo que se obtiene la huella ecológica total por habitante o, simplemente, la huella ecológica, pues éste es el indicador que se desea calcular:

$$he_N = \sum aa_i$$

Los datos de huella ecológica se presentan, por tanto, en **hectáreas por habitante y año**.

Multiplicando la huella ecológica por el tamaño poblacional se puede obtener la huella ecológica para el total de la población estudiada:

$$HE = N \times he \quad \text{o bien,} \quad HE = \sum he_N$$

3.2 Territorio productivo disponible

El cálculo de la huella ecológica carecería de valor en sí mismo si el resultado obtenido no se comparara con la cantidad de territorio productivo disponible, pues éste es el valor del límite ecológico cuyo consumo no se desea sobrepasar en un horizonte de sostenibilidad.

En el presente trabajo, el territorio productivo disponible en Andalucía se ha calculado utilizando los datos aportados por las coberturas de usos del suelo correspondientes a imágenes de satélite del año 1999. Dicho cálculo también se realiza atendiendo a la existencia de las diferentes categorías de territorio productivo, antes referenciadas. Al resultado ha de sustraerse el 12% de cada una de las categorías, dado que, para sostener el sistema natural y conservar la biodiversidad se considera imprescindible, como ya se apuntó, dejar relativamente "intocado", al menos, el doce por ciento de cada una de ellas.

3.3 Factores de normalización

Antes de la comparación de los resultados de la huella ecológica debida a cada una de las categorías de consumo con respecto al territorio productivo disponible es necesario normalizar estos resultados. Y es que, como se comentó, la unidad de medida de la huella ecológica es la hectárea de superficie productiva estándar, es decir, una unidad que describe una hectárea (hipotética) con productividad igual a la media de las distintas productividades del planeta.

Esta normalización es imprescindible por dos causas fundamentales. Por un lado, porque así pueden sumarse valores correspondientes a diferentes tipos de territorio productivo. Por otro, porque así los resultados son comparables con otros resultados y cálculos efectuados en otros ámbitos, regiones o países. Además de todo ello, también se logra aportar una visión global de los procesos de sostenibilidad.

La normalización se realiza mediante la utilización de dos tipos de factores:

- Factores de equivalencia: que normalizan todos los tipos de territorio productivo entre sí, lo que permite sumar, por ejemplo, hectáreas agrícolas con hectáreas de pasto. El que el factor de equivalencia del territorio agrícola sea de 2,35 significa que, de media, esta clase de territorio es 2,35 veces más productiva que la media de los territorios productivos mundiales. Así, es posible sumar todos los resultados de huellas parciales, obteniendo un número total de huella ecológica por habitante y año.
- Factores de productividad: que normaliza los diferenciales de calidad entre el territorio local disponible con respecto a la media mundial. Por ejemplo, el que el factor de productividad para el territorio agrícola disponible en Anda-

lucía sea de 1,22 quiere decir que el territorio agrícola andaluz es 1,22 veces más productivo que la productividad media que posee el territorio agrícola mundial.

Es evidente que, con esta metodología, las zonas cuyas poblaciones posean un modo de explotación altamente extensivo, debido a la poca calidad de los suelos que ocupan, poseerán huellas ecológicas menores que si ocuparan territorios con calidades excelentes y que permitirían una explotación mucho más intensiva.

No obstante este análisis, y pese a añadir un impulso metodológico importante al procedimiento de cálculo, también impone restricciones a su claridad expositiva, pues lo hace menos claro y entendible por la población en general. Además, también resta valor al uso estrictamente local o regional del indicador.

3.4 Últimas consideraciones sobre la metodología de cálculo

Es necesario, para finalizar la descripción de la metodología, incidir en ciertos aspectos que definen el cálculo de la huella ecológica como son:

- El proceso de cálculo está impregnado por una tendencia general a no contabilizar algunas cuestiones o a elegir la opción menos abultada cuando se presentan ocasiones en las que hay que escoger entre dos posibilidades diferentes. Así, la metodología se encuentra embebida de una intención manifiestamente prudente a la hora de realizar los cálculos o de elegir entre diferentes opciones.
- 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.
- No se contabilizan ciertas actividades o procesos como, por ejemplo, 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 produce pastos y retiene el suelo, evitando así la erosión. En estos casos se considera siempre el área de mayor extensión.

En Andalucía, la dehesa constituye un ejemplo que dificulta enormemente la adscripción de ciertos territorios a una u otra categoría.

- 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 puede ser aprovechada por el ser humano.

BAJO ESTAS PREMISAS Y UTILIZANDO LA DENOMINADA METODOLOGÍA estándar, se abordaron diferentes cálculos de huella ecológica, todos ellos presentados de forma breve a continuación⁴.

4.1 Huella ecológica del 2001

En las siguientes tablas, se resumen los resultados de huellas ecológicas parciales y la huella ecológica total (con datos del 2001), y de territorio productivo por habitante (con datos de las coberturas de 1999).

Tabla 3a Resultados globales de huellas parciales y huella ecológica global.

Categoría de consumo	Huellas parciales (has/hab)	Factor de equivalencia	Huella ecológica (has/hab)
Energía	1,49	1,35	2,01
Ocupado	0,03	2,18	0,07
Agricultura	0,79	2,18	1,73
Ganadería	0,54	0,47	0,25
Forestal	0,11	1,35	0,15
Pesca	1,02	0,35	0,36
TOTAL	3,98		4,57

Elaboración propia

(4) Los datos de los cálculos concretos para cada categoría de consumo se incluyen en un anexo específico al final de la presente publicación.

Tabla 3b Territorio productivo estándar disponible.

Categoría de territorio	Factor de productividad	Factor de equivalencia	Territorio real (has/hab)	Territorio productivo estándar (has/hab)
Absorción de CO ₂	-	1,35	-	-
Ocupado	1,22	2,18	0,03	0,08
Cultivos	1,22	2,18	0,58	1,56
Pastos	1,09	0,47	0,30	0,15
Forestal	0,24	1,35	0,25	0,08
Mar productivo	1,00	0,35	0,37	0,13
TOTAL existente				2,00
TOTAL disponible (menos 12% para biodiversidad)				1,76

Elaboración propia

Nótese que los datos de huella ecológica han sido obtenidos a partir de los datos de las huellas parciales tras aplicarles el factor de equivalencia. No se utilizan aquí factores de productividad pues estos resultados de huellas parciales han sido ya obtenidos con la utilización de factores de rendimientos medios mundiales, tal y como se indicaba en la tabla 1.

Por el contrario, en el procedimiento de normalización de las cifras de territorio productivo disponible sí han debido utilizarse conjuntamente tanto los factores de equivalencia como los de productividad.

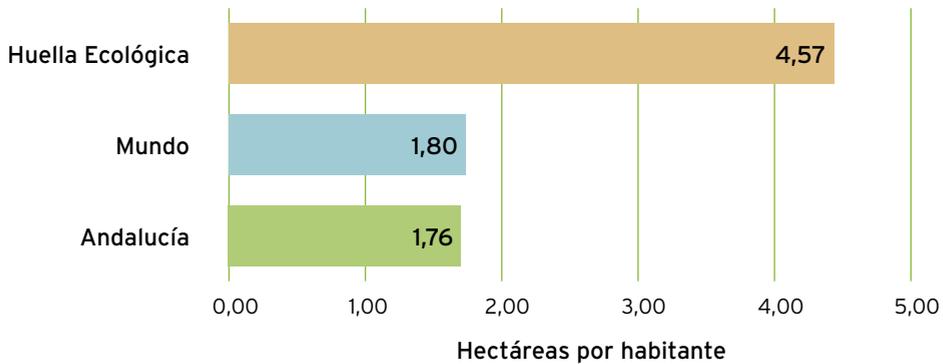
Así pues, y tal y como se observa en la fila correspondiente de la tabla anterior, puede afirmarse que el andaluz medio necesitó, en el 2001, el equivalente a **4,57 hectáreas** de territorio productivo para satisfacer, de forma sostenible, sus consumos anuales. La mayor parte de este territorio requerido corresponde al consumo de productos agrícolas y a los requerimientos del consumo energético. Muy de lejos les siguen el territorio dedicado a pastos o la pesca.

Mientras, el andaluz medio sólo ostenta **1,76 hectáreas** disponibles para satisfacer esas necesidades, lo que permite colegir que el modo de vida del que se disfruta en Andalucía es ampliamente insostenible.

Restando el valor del territorio disponible al de la huella ecológica se tiene una idea del denominado "déficit ecológico", que en Andalucía asciende, por tanto, a unas **2,81 hectáreas**. Es decir: para satisfacer de forma sostenible las demandas anuales del andaluz medio se requerirían más de dos Andalucías y media (una y media de ellas ha de estar vacía de andaluces). Si tenemos en cuenta el territorio productivo disponible por habitante en el mundo (unas **1,8 hectáreas**) podemos comprobar que, si todos los habitantes del mundo consumieran como el andaluz medio, se necesitarían más de dos planetas y medio (de nuevo, uno y medio de ellos ha de estar

vacío). La referencia gráfica de estos requerimientos puede obtenerse al echar un vistazo a la siguiente figura:

Figura 2 Comparación entre la huella ecológica andaluza y el territorio productivo disponible en Andalucía y en el mundo



Elaboración propia

4.2 Comparación de las huellas ecológicas de 1996 y del 2001

Para evaluar de alguna manera la evolución del sistema socioeconómico andaluz en lo que se refiere a su sostenibilidad, resultaba de excepcional interés poder realizar una comparación entre los datos de las huellas ecológicas calculadas en años anteriores con respecto a la situación de 2001. El único precedente disponible de huella ecológica para el ámbito andaluz se encontraba en los datos obtenidos mediante un cálculo realizado con datos de 1996. No obstante, para poder proceder a la comparación hubo que realizar un trabajo de actualización de este primer cálculo, trabajo que se centró:

- En la revisión de los datos de consumo en ese año, ya que se han producido tanto cambios metodológicos en la recopilación estadística de los datos básicos de consumo y producción (sobre todo en el ámbito energético), como consolidación de datos que, en el momento de dicho cálculo, aún eran provisionales.
- En el uso de diferentes factores de equivalencia, debido a cambios en los datos utilizados para su cálculo⁵.

Los resultados de la comparación de las huellas ecológicas se muestran en la siguiente tabla y se representan gráficamente en la siguiente figura:

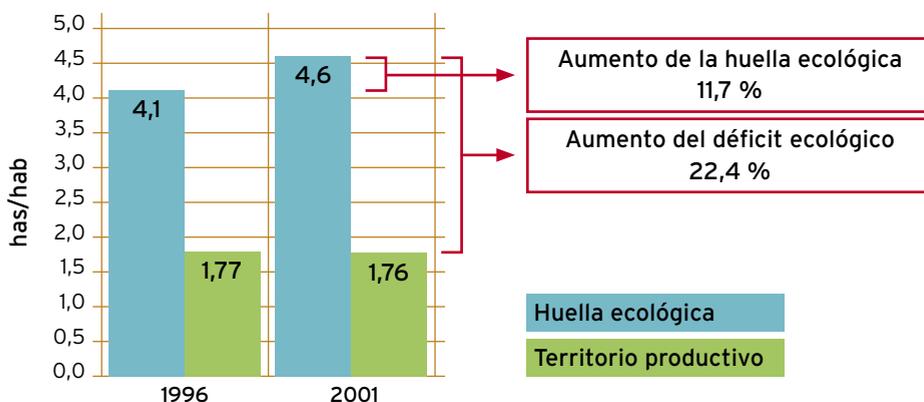
(5) Este hecho corrobora la vitalidad de la metodología de cálculo de la huella ecológica, que ha avanzado sensiblemente en los últimos siete u ocho años. No obstante, dicha metodología está consolidándose, parece que de forma definitiva, hasta tal punto que está siendo considerada como un indicador sintético de valía por parte de instituciones internacionales de prestigio, que van desde el WWF hasta la propia Unión Europea.

Tabla 4 Comparación entre las huellas ecológicas correspondientes al año 1996 y al 2001.

Categoría de consumo	Huellas 1996 (has/hab)	Huellas 2001 (has/hab)	Incremento (%)
Energía	1,610	2,0100	24,62
Suelo ocupado	0,0569	0,0702	23,44
Agricultura	1,7638	1,7274	-2,07
Ganadería	0,2264	0,2533	11,85
Forestal	0,1523	0,1475	-3,12
Pesca ⁶	0,2743	0,3575	30,34
TOTAL	4,0867	4,5659	11,73

Elaboración propia

Figura 3 Huellas ecológicas con respecto al territorio productivo disponible en los años 1996 y 2001.



Elaboración propia

Como no podría ser de otro modo, el incremento de los indicadores parciales refleja la evolución de las pautas de consumo de la sociedad andaluza que se marca, en el ámbito de lo biótico, por el incremento del consumo de productos de origen animal y, en lo que respecta al consumo exosomático, por el claro incremento de la huella debida al consumo de energía.

También se produce un incremento sustancial y relativo de la superficie ocupada directamente mediante procesos de urbanización o la construcción de infraestructuras. Aunque en términos absolutos este incremento no sea excesivamente llamativo, su valor cualitativo es fundamental dado que es en esta pequeña su-

(6) El incremento de la huella de la pesca se debe fundamentalmente a un cambio metodológico en la estimación de los consumos, por lo que su incremento no puede evaluarse en términos de estricta elevación de ese consumo.

perficie donde se realizan, intensivamente, la inmensa mayoría de los procesos de consumo de recursos naturales. Ello remarca la gran importancia futura de las medidas encaminadas a racionalizar los consumos de recursos naturales en los ámbitos urbano y metropolitano.

El resultado global supone un incremento total de más del 11% en un corto periodo de tiempo de tan sólo cinco años (1996-2001), lo que ha hecho aumentar el déficit ecológico en más de un 22% ya que, lógicamente, el territorio disponible por persona es prácticamente constante y sólo disminuye ligeramente debido al leve aumento de la población.

Datos parciales más modernos, relativos a ciertas categorías de consumo, permiten afirmar que es muy probable que estas dinámicas de crecimiento no se hayan detenido en años posteriores al 2001, sino que, muy al contrario, hayan derivado en la elevación sustancial de la huella ecológica de Andalucía, que podría estar ya cercana a las 5 hectáreas por habitante y año.

4.3 La huella ecológica del consumo energético

Debido a lo concluyente de los datos anteriores, se estimó muy interesante realizar un estudio en profundidad de la evolución de la huella ecológica debida al consumo energético primario, denominada también huella energética. Y no sólo porque, efectivamente, el consumo de energía es uno de los ámbitos con más responsabilidad de la evolución de la huella ecológica total, sino también porque ello brindaba una oportunidad de explorar, aunque fuera parcialmente, cual es la situación de sostenibilidad ambiental tras el año 2001.

A esta intención ayudó la posibilidad de disponer de datos consolidados del consumo anual de energía primaria en Andalucía desde el año 1996 al 2003. Como de costumbre, hubo de realizarse, aquí también, una estimación de la energía primaria utilizada para la generación de la electricidad que anualmente importa Andalucía, utilizando datos de la estructura de generación del sistema eléctrico español para cada uno de los años del cálculo.

Los resultados se muestran en la tabla nº 5⁷.

En efecto, la huella energética parece haber sufrido un imparable incremento, de más del 30%, en sólo siete años, lo que denota la deriva insostenible del consumo energético primario tanto en sus niveles absolutos como en la forma en que se

(7) No se incluyen los consumos energéticos debido al saldo exterior de productos manufacturados, por ello el dato de huella ecológica de 2001 es algo menor al mostrado en la primera columna de la tabla nº 3. Debido a las intenciones comparativas de este cálculo, estos datos de huella energética no se encuentran normalizados con factores de equivalencia.

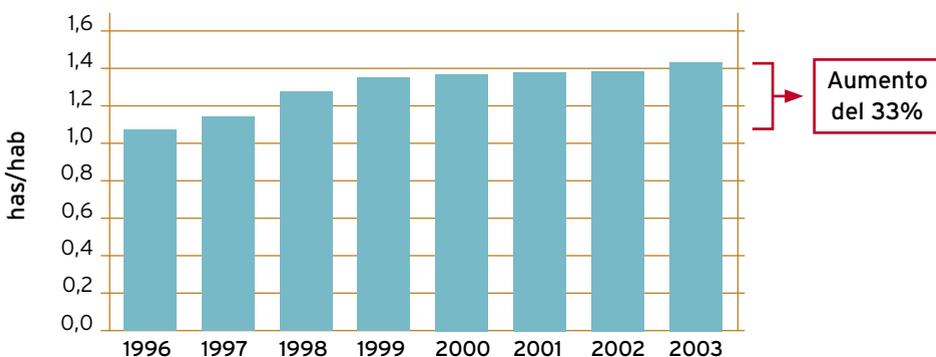
Tabla 5 Huellas energéticas desde el año 1996 al 2003 y su incremento (índice 1996=100) a lo largo de este periodo.

Año	Consumo de energía primaria (GJ/habitante)	Huella energética (has/hab)	Índice 100
1996	77,80	1,048	100,0
1997	83,48	1,106	105,5
1998	91,02	1,236	117,9
1999	94,74	1,313	125,2
2000	96,42	1,332	127,0
2001	98,24	1,340	127,8
2002	98,93	1,340	127,8
2003	103,66	1,394	132,9

Elaboración propia

realiza (estructura de su consumo o cesta energética). La evolución de esa huella energética se representa, gráficamente, en la figura 4.

Figura 4 Evolución de la huella energética en el periodo 1996-2003.



Elaboración propia

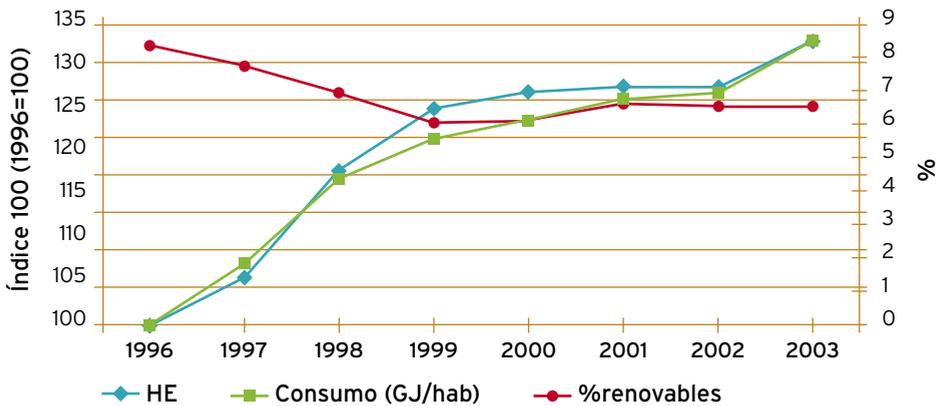
Únicamente entre los años 2001 y 2002 el incremento de la huella energética logró frenarse debido, por una parte, al aumento de la producción mediante fuentes renovables y, por otra parte, a la ralentización en el incremento del consumo energético primario por habitante en esos años.

No obstante, en cuanto al acrecentamiento de la producción energética con fuentes renovables sufrió una desaceleración⁸ y se incrementó el consumo energético por habitante, lo que ocurrió en 2003, el valor de la huella energética experimentó, de nuevo, una notable elevación.

(8) Aunque en términos absolutos la utilización de energías renovables no deja de crecer, su participación, en %, en el total del sistema energético no crece con la misma alegría e incluso disminuye en algunos años. Esa realidad es la que hace que los inmensos esfuerzos en su desarrollo se vean manifiestamente compensados por el incremento global del consumo energético.

En la siguiente figura se muestran conjuntamente estas tres dinámicas con lo que se puede observar el comportamiento agregado de todas ellas. Efectivamente, el incremento de huella energética sufre una notable ralentización durante los años de amplio desarrollo de energías renovables pero, sobre todo, por la interrupción que sufre el incremento del consumo energético por habitante. La ralentización de la producción con renovables, que se mantuvo globalmente estancada desde el año 2001, y la recuperación de niveles altos de incremento del consumo energético, hicieron que la huella energética sufriera otra vez un nuevo incremento.

Figura 5 Evolución conjunta de la participación de las energías renovables en el sistema energético andaluz, del consumo energético por habitante y de la huella energética.



Elaboración propia y "Datos energéticos de Andalucía, 2003" (SODEAN).

Nótese como en ningún momento del periodo analizado las dinámicas son totalmente satisfactorias, en el sentido de que ni la participación de las energías renovables se ve ampliada significativamente (en % del total del consumo energético) ni el consumo global disminuye, lo que provoca que la huella tampoco pueda evolucionar a la baja.

En definitiva, parece que la huella energética es una consecuencia directa del incremento constante en el consumo de combustibles fósiles, esencialmente debido a la utilización de carburantes derivados del petróleo, para el transporte, y de gas natural y carbón, para la generación de electricidad, tal y como demuestran los datos disponibles de la estructura del consumo de energía primaria y energía final. El incremento del consumo es, pues, el factor explicativo más importante de esta situación.

Este aumento también hace de la huella energética la principal contribuyente a las cifras de huella ecológica total dado que, en 1996, este honor le correspondía a la huella agrícola que ha pasado, en la huella ecológica de 2001, a ser su segunda causa explicativa.

5.1 Mecanismos para la apropiación de territorio productivo

El nivel de consumo de recursos con que se sostiene la sociedad andaluza es, pues, físicamente insostenible y sólo es posible mantenerlo, básicamente, mediante dos mecanismos esenciales:

- ▶ **Apropiación internacional de recursos:** a través de los mecanismos del mercado internacional es posible la importación de recursos de otros lugares del planeta. Es decir, en Andalucía se consume más de lo disponible porque en otros lugares del mundo se consume menos de lo que se posee. Este patrón es habitual en los resultados de huella ecológica pertenecientes a todo el mundo “desarrollado” por lo que se incurre en una suerte de deuda ecológica con los países exportadores⁹.

De hecho, un simple vistazo a las cifras de los precios internacionales de mercado de los recursos primarios (materias primas) basta para comprobarlo. En efecto, es sorprendente que, a precios constantes (descontada la inflación) y excepto en honrosas excepciones, estos precios no hayan hecho otra cosa que disminuir en las últimas décadas. En términos de huella ecológica puede afirmarse que la importación de territorio productivo extra para satisfacer las necesidades propias es cada día más barata para los países y regiones consumidores.

- ▶ **Dilapidación del capital natural:** el capital natural produce rentas y ofrece servicios. Mediante su explotación el humano es capaz de obtener rentas naturales en beneficio propio. Si los niveles de consumo aumentan por encima de un umbral, que es lo que está sucediendo en la actualidad, se consumen las rentas naturales y también parte del capital. Con el tiempo, las rentas disminuyen porque también lo hace el capital inicial disponible. Durante un

(9) Es muy curioso que el signo de esta deuda ecológica, de cariz físico, sea contrario a aquél correspondiente a la deuda externa, de naturaleza financiera. Muchos autores proponen una conexión directa entre ambas deudas, en la que el carácter del sentido opuesto entre ellas se alimenta mutuamente.

periodo de tiempo, cuyo tamaño se antoja demasiado breve, se pueden mantener unos consumos elevados, por encima de las rentas producidas, porque se está, literalmente, dilapidando un capital natural terrestre muchas veces irrecuperable (recursos naturales y servicios ambientales).

En el contexto de estos dos procesos de incorporación de territorio productivo pueden entenderse muchos de los grandes problemas ambientales y socioeconómicos que aquejan a la humanidad.

El cambio climático, la pérdida de biodiversidad, la erosión,... son fiel reflejo de un Capital Natural que se deprecia en un mundo donde cada vez la riqueza se encuentra acumulada en menos manos. Parece que el desigual reparto mundial de recursos y de posibilidades socioeconómicas de los pueblos son ampliamente insostenibles, es decir, imposibles de mantener en el medio plazo.

En estas condiciones la huella ecológica se convierte en un instrumento de indudable valía, dado que permite que las sociedades posean un referente claro de lo que poseen, lo que reciben y lo que ofrecen a cambio por servicios y recursos.

5.2 La huella ecológica en Andalucía

Mediante la utilización de la huella ecológica, es posible medir el nivel de sostenibilidad de sociedades enteras. Así pues, es posible comprobar que Andalucía, o los niveles de consumo de recursos de la sociedad andaluza, está lejos de ser sostenible.

De ese modo, la evolución de la huella ecológica en los últimos años arroja un resultado nada halagüeño, pues su comparación con el cálculo actualizado que se realizó con datos correspondientes a 1996 aclara que se ha producido, en esos cinco años, un incremento de la huella superior al 11%. Y ello pese a los incuestionables esfuerzos que, desde todos los ámbitos, se están realizando para poner freno a tal evolución.

Esto indica que existen corrientes de fondo en las que es preciso intervenir teniendo en cuenta, además, que gran parte de la indeseable evolución de la huella ecológica se debe al incesante incremento del consumo energético y del territorio urbanizado y ocupado por infraestructuras.

Con la tabla 6 se comparan resultados de huella ecológica en diferentes países con el obtenido para el caso andaluz (datos del 2001).

Es evidente que existen países con huellas ecológicas muy superiores (EEUU), pero también es evidente que existen países más avanzados que han comenzado a tomarse en serio la pertinencia de estrategias encaminadas a alcanzar mayores

Tabla 6 Huellas ecológicas y territorio productivo disponible en diversos lugares del mundo.

País o región	Huella Ecológica (has/hab)	Territorio disponible (has/hab)
Andalucía	4,6	1,8
España	4,8	1,6
Alemania	4,8	1,9
Oeste de Europa	5,1	2,1
EEUU	9,5	4,9
Argentina	2,6	6,7
India	0,8	0,4
China	1,5	0,8
Mundo	2,2	1,8

Elaboración propia y "Living Planet Report" (WWF)

cotas de sostenibilidad. Sorprende, en este sentido, el caso alemán, cuya huella ecológica por habitante es ya prácticamente igual que la española¹⁰. Así parecen corroborarlo los datos de evolución positiva de los niveles de eficiencia de ciertas economías europeas en términos de PIB por unidad de energía consumida; muy al contrario de la evolución de este factor de la economía española y, en concreto, de la andaluza, pues ambas son más intensivas en el uso de la energía, es decir, cada vez hacen menos con más.

Por tanto, en cuanto a sostenibilidad, la estrategia de desarrollo seguida en Andalucía podría ser ampliamente insostenible, lo que socavaría su validez e idoneidad en el medio plazo.

Así pues, urgen actuaciones que incidan integralmente en los procesos que repercuten en menores cotas de sostenibilidad, redoblando los esfuerzos en todos los campos. Ello quiere decir que la sostenibilidad ambiental, en sí, debe ser integrada en todas las políticas que lleven a cabo todas las administraciones y también en las agendas de los demás agentes que componen nuestra sociedad, desde lo individual (pautas de consumo y vida, cambio de valores, etc.) a lo colectivo (sistemas de transporte o generación eléctrica, modelos urbanos, estructuras administrativas y de participación, modelos de gestión de recursos, desarrollos legislativos, etc.).

La huella ecológica también permite inferir la importancia que poseen las políticas encaminadas a la conservación del capital natural. Es preciso intensificar las políticas ya iniciadas de conservación de espacios intentando ampliar su escala

(10) En realidad, parece que la española es ya algo superior a la alemana. En la tabla aparecen de igual valor debido al redondeo a una única cifra decimal.

para extenderlas de forma generalizada al resto del territorio. En ese sentido, la mejora ambiental y paisajística de las zonas ajenas a las políticas de protección (esencialmente las áreas agrícolas) deben incorporar, en lo posible, medidas de protección de sus recursos esenciales como son su biodiversidad y el suelo.

Un indudable adelanto, en este sentido, parece ser la emergencia de nuevas políticas aplicadas a la gestión de un recurso tan importante como es el agua. Cabe esperar que este cambio se extienda a la gestión de la totalidad de recursos y territorios.

La ordenación del territorio orientada a la mejora de los procesos de sostenibilidad podría ser también una herramienta clave en todo este asunto, porque de ella dependen los modelos territoriales que son, a la vez, causa y consecuencia de un modelo de explotación y consumo de recursos.

Urge, asimismo, el desarrollo tanto de bases estadísticas como de metodologías de conocimiento y evaluación para poder valorar el resultado de las políticas que vayan a ser aplicadas o que se estén ya aplicando. Es urgente la incorporación, por parte del sistema estadístico regional, de los componentes de información física que permiten la evaluación de la sostenibilidad física del territorio, así como el desarrollo de metodologías sectoriales de evaluación de aspectos interesantes para comprender las pautas de comportamiento del sistema socioeconómico desde el punto de vista de la sostenibilidad.

Por último, cabe recordar que la apuesta por la sostenibilidad fuerte como política troncal significa apostar, además de por la viabilidad física de los sistemas humanos, por estrategias de competitividad a medio y largo plazo. Cabría responder a la pregunta: ¿Alguien piensa que una sociedad, como la andaluza, dependiente energéticamente del exterior en más de un 90% de su consumo, podrá ser competitiva en un futuro, energéticamente muy incierto, que se antoja cada día más cercano?. La denominada "segunda modernización de Andalucía" debe ser, en fin, la apuesta por la sostenibilidad.

La sostenibilidad podría ser el tren que estamos perdiendo.

Tablas y cálculos de huellas parciales
(año 2001)

ANEXO

Síntesis del cálculo de la huella ecológica parcial debida al consumo aparente de productos agrícolas.

Cultivo	Producción - Exportación			Importación			Consumo		
	Prod-exp (Tm)	Rendimiento (Tm/ha)	Superficie (has)	Importación (Tm)	Rendimiento (Tm/has)	Superficie (ha)	Consumo (Tm)	Total superficie (has)	Huella (has/hab)
Cereales grano	2.028.018,240	3,114	651.258,266	1.121.004,320	3,114	359.988,542	3.149.022,560	1.011.246,808	0,1366
Prepar. de cereales	17.337,01	Incluido en cereales	-	13.259,55	3,114	4.258,044	30.596,560	4.258,044	0,0006
Desperdicios y alimentos para animales	27.483,24	Incluido en cereales	-	528.464,15	3,114	169.705,893	555.947,390	169.705,893	0,0229
Hortalizas	3.005.021,940	16,709	179.844,511	41.246,750	16,709	2.468,535	3.046.268,690	182.313,046	0,0246
Preparaciones legumbres y hortalizas	195.206,98	Incluido en hortalizas	-	14.028,83	16,709	839,597	209.235,810	839,597	0,0001
Leguminosas grano	-980,070	0,790	-1.240,595	140.940,870	0,790	178.406,165	139.960,800	177.165,570	0,0239
Tubérculos	2.554.504,710	12,990	196.651,633	122.373,540	12,990	9.420,596	2.676.878,250	206.072,229	0,0278
Cultivos industriales	305.187,700	0,694	439.751,729	451,110	0,694	650,014	305.638,810	440.401,744	0,0595
Cultivos oleaginosos	318.331,950	0,508	626.637,697	159.927,000	0,508	314.816,929	478.258,950	941.454,626	0,1272
Cultivos forrajeros	660.897,960	2,752	240.151,875	735,610	2,752	267,300	661.633,570	240.419,175	0,0325
Cítricos	935.087,540	14,245	65.643,211	10.004,390	14,245	702,309	945.091,930	66.345,520	0,0090
No cítricos	-307.809,060	8,954	-34.376,710	39.701,020	8,954	4.433,887	-268.108,040	-29.942,823	-0,0040
Preparaciones de frutas	47.615,250	Incluido en no cítricos	-	5.144,890	8,954	574,591	52.760,140	574,591	0,0001
Olivar	4.410.892,630	1,858	2.374.000,339	40.127,580	1,858	21.597,191	4.451.020,210	2.395.597,530	0,3236
Viñedo	273.416,310	8,286	32.997,382	1.270,850	8,286	153,373	274.687,160	33.150,755	0,0045
Café/té	-1.561,520	0,798	-1.956,792	18.234,080	0,798	22.849,724	16.672,560	20.892,932	0,0028
Gomas, resinas y jugos	-56.980	1,000	-56,980	239,030	1,000	239,030	182,050	182,050	0,0000
Azúcares	-133.707,300	4,957	-26.973,432	163.277,100	4,957	32.938,693	29.569,800	5.965,261	0,0008
TOTAL	14.047.244,050		4.742.332,135	2.420.430,670		1.124.310,413	16.755.317,200	5.866.642,548	0,7924

Elaboración propia

Síntesis del cálculo de la huella ecológica parcial debida al consumo aparente de productos animales (carnes, derivados y pescados).

Tipo de ganado	Producción - Exportación			Importación			Consumo		
	Prod-exp (Tm)	Productividad (Kg/ha)	Superficie (has)	Importación (Tm)	Productividad (Kg/ha)	Superficie (has)	Consumo (Tm)	Superficie total (has)	Huella (has/hab)
Bovino	29.416,718	32	919.272,441	1.374,240	32	42.945,000	30.790,958	962.217,441	0,1300
Ovino y caprino	8.731,704	72	121.273,663	25,900	72	359,722	8.757,604	121.633,385	0,0164
Equino	168,140	764	220,078	0,260	764	0,340	168,400	220,419	0,0000
Prepar. de carne	1.445,760	Incluido en bovino	-	3.546,790	32	110.837,188	4.992,550	110.837,188	0,0150
Porcino	264.306,035	764	345.950,308	9.780,180	764	12.801,283	274.086,215	358.751,590	0,0485
Aves	345.731,550	764	452.528,207	2.165,030	764	2.833,809	347.896,580	455.362,016	0,0615
Conejos	636,900	764	833,639	0,000	764	0,000	636,900	833,639	0,0001
Leche (kl)	866.983,850	458	1.892.977,838	15.423,010	458	33.674,694	882.406,860	1.926.652,533	0,2602
Huevos (kdoc)	122.995,990	573	Incluido en aves	852,140	573	1.487,155	953,900	1.664,147	0,0002
Lana	1.473,700	43	34.272,093	747,520	43	17.384,186	2.221,220	51.656,279	0,0070
Miel	5.029,661	Incluidos en el 12%	-	-	-	-	-	-	-
Cera	458,269	Incluidos en el 12%	-	-	-	-	-	-	-
						TOTAL	1.552.911,187	3.989.829,235	0,5389

Consumo (Kg/cap)	Productividad (Kg/ha)	Superficie (has/hab)	Superficie total (has)	Huella (has/hab)
35,751	35	1,021	7.562.857,143	1,0215

Elaboración propia

Síntesis del cálculo de la huella ecológica parcial debida al consumo aparente de productos forestales.

	Producción (m3)	Exportación (Tm)	Importación (Tm)	Consumo (Tm)	Factor de conversión (a madera bruta)	Consumo corregido (Tm)	Huella Ecológica
Madera bruta	809,445,340	10,938,560	698,924,260	1,497,431,040	1,000	1,497,431,040	0,1016
leña	12,548,817	715,900	1,456,880	13,289,797	0,530	7,043,592	0,0005
Manufacturas	Incluidas en madera bruta	Incluidas en madera bruta					
Paneles, tableros y manufacturas		12,082,050	36,530,560	24,448,510	2,250	55,009,148	0,0037
Madera cortada		1,978,960	371,530	-1,607,430	1,500	-2,411,145	-0,0002
papel		15,670,540	5,404,060	-10,266,480	0,800	-8,213,184	-0,0006
Corcho (Tm)	72,167,000	16,622,400	5,777,320	61,321,920	1,000	61,321,920	0,0042
				Consumo total (Tm)		1,610,181,371	
						1,990	
						809,136,367	
						0,1093	

Elaboración propia

Balace de comercio exterior de productos industriales y requerimientos energéticos para su fabricación.

Energía primaria	2001	Ktep	Gj	Fuente de energía	Gj	Gj/hab	Fact de emisión (kg CO ₂ /Gj)	Productividad (Gj/ha)	Emisiones de CO ₂ (Tm)	Superficie (ha)	Huella (has/hab)
Carbón	primaria	3.005,20	125.617.360,00	Carbón	165.544.720,00	22,36	26	55	4.304.162,72	3.009.904,00	0,41
	electricidad	955,20	39.927.360,00								
Petróleo	primaria	8.915,60	372.672.080,00	Petróleo	384.187.980,00	51,89	20	71	7.683.759,60	5.411.098,31	0,73
	electricidad	227,20	9.496.960,00								
	elect importada	48,30	2.018.940,00								
Gas natural	primario	2.105,10	87.993.180,00	Gas natural	92.612.080,00	12,51	15,3	93	1.416.964,82	995.828,82	0,13
	electricidad	110,50	4.618.900,00								
Nuclear	electricidad	892,55	37.308.397,40	Nuclear	37.308.397,40	5,04	20	71	746.167,95	525.470,39	0,07
Eólica	primaria	31,10	1.299.980,00	Eólica	2.449.480,00	0,33		18,750		130,64	0,00
	importada	27,50	1.149.500,00								
Biomasa	primaria	794,00	33.189.200,00	Biomasa	33.322.960,00	4,50				Incluido en otros sectores	
	importada	3,20	133.760,00								
hidráulica	primaria	79,80	3.335.640,00	Hidroeléctrica	11.122.980,00	1,50		1.000		11.122,98	0,00
	importada	186,30	7.787.340,00								
Solar	primaria	13,10	547.580,00	Solar	631.180,00	0,09				Incluido en otros sectores	
	importada	2,00	83.600,00								
Residuos	importada	4,50	188.100,00	Residuos	188.100,00	0,03				Incluido en otros sectores	
	balance com ext		76.789.867,08	Petróleo	76.789.867,08	10,37	20	71	1.535.797,34	1.081.547,42	0,15
Total		17.401,15	727.367.877,40	Total	804.157.744,48	108,61			15.686.852,43	11.035.102,56	1,49

Elaboración propia

Síntesis del cálculo de la huella ecológica parcial debida al consumo de energía primaria.

INDUSTRIA	Importación - exportación			Energía contenida en los bienes	
	Exportación (Tm)	Importación (Tm)	Saldo Imp-Exp (Tm)	Productividad (Gj/Tm)	Energía consumida (Gj)
Industrias alimentarias	495.952,23	792.741,69	296.789,46	10	2.967.894,600
Productos básicos					40.353.366,830
Madera	7.322,47	3.011,80	-4.310,67	10	-43.106,700
Corcho	15.919,59	5.442,44	-10.477,15	5	-52.385,750
Celulosa, papel y cartón	221.097,96	97.781,71	-123.316,25	5	-616.581,250
Vidrio	20.376,33	66.306,79	45.930,46	2	91.860,920
Minerales metálicos	684.018,05	1.046.891,18	362.873,13	1	362.873,130
Minerales no metálicos	3.241.295,64	3.794.879,47	553.583,83	1	553.583,830
Metalurgia de hierro y acero	735.076,45	1.533.572,68	798.496,23	50	39.924.811,500
Plástico en forma primaria	56.986,21	83.448,44	26.462,23	5	132.311,150
Productos químicos					31.195.289,600
Inorgánicos	253.588,19	217.196,75	-36.391,44	40	-1.455.657,600
Orgánicos	493.746,77	747.929,87	254.183,10	40	10.167.324,000
Tintes y colorantes	77.726,42	37.243,12	-40.483,30	40	-1.619.332,000
Productos farmacéuticos	108,96	299,53	190,57	200	38.114,000
Otros productos químicos	175.754,20	777.375,23	601.621,03	40	24.064.841,200
Productos manufacturados					4.426.445,250
Tabaco	3.720,33	30.084,66	26.364,33	35	922.751,550
Caucho	958,75	9.884,13	8.925,38	50	446.269,000
Madera	7.454,44	224.160,35	216.705,91	15	3.250.588,650
Corcho	702,81	334,88	-367,93	15	-5.518,950
Papel y cartón	93.979,56	125.690,26	31.710,70	35	1.109.874,500
Textiles	46.038,72	24.830,33	-21.208,39	20	-424.167,800
Productos metálicos	159.560,00	150.592,22	-8.967,78	60	-538.066,800
Productos no metálicos	124.055,39	72.581,67	-51.473,72	10	-514.737,200
Plástico en forma no primaria	42.302,20	35.129,91	-7.172,29	50	-358.614,500
Productos industriales					-2.214.090,200
Maquinaria de combustión interna	632,80	3.759,75	3.126,95	100	312.695,000
Turbinas	2,30	995,97	993,67	100	99.367,000
Máquinas tractoras	4,71	350,27	345,56	100	34.556,000
Maquinaria para transformación de metales	272,25	5.607,73	5.335,48	100	533.548,000
Calefacción, refrigeración, bombas y motores	5.354,43	9.991,23	4.636,80	100	463.680,000
Otra maquinaria	13.612,26	25.223,20	11.610,94	100	1.161.094,000
Material de oficina e informática	567,30	3.117,34	2.550,04	300	765.012,000
Aparatos de sonido y telecomunicaciones	2.675,43	3.025,55	350,12	140	49.016,800
Aparatos y accesorios eléctricos	13.548,96	7.820,58	-5.728,38	100	-572.838,000
Material de transporte	124.308,46	74.051,81	-50.256,65	100	-5.025.665,000
Productos manufacturados diversos					60.961,000
Instrumentos de precisión	2.583,66	3.347,08	763,42	100	76.342,000
Joyería y bisutería	584,92	533,65	-51,27	300	-15.381,000
Otros	505.321,92	157.557,10	-347.764,82	-	-
				TOTAL	76.789.867,080

Elaboración propia

Evolución de la huella energética y otros indicadores clave.

Año	Huella ecológica	Índice 100	GJ/habitante	Índice 100	% Renovables
1996	1,05	100,00	77,80	100,00	8,35
1997	1,11	105,52	83,48	107,29	7,77
1998	1,24	117,87	91,02	116,99	6,92
1999	1,31	125,21	94,74	121,77	6,06
2000	1,33	127,03	96,42	123,93	6,11
2001	1,34	127,83	98,24	126,27	6,61
2002	1,34	127,85	98,93	127,16	6,57
2003	1,39	132,93	103,66	133,23	6,53

Elaboración propia

Fuentes de información

Se han incluido en este apartado todas las fuentes de información de las que se obtuvo algún dato o información relevante, por cantidad o por calidad, a la hora de realizar el cálculo.

- Consejería de Medio Ambiente. **Cartografía y Estadística de Usos y Coberturas Vegetales del Suelo en Andalucía. Evolución 1976-1991.** Sevilla. 1995
- Consejería de Medio Ambiente. **Cartografía de Usos y coberturas vegetales. Años 1995 y 1999.** Información digital.
- Consejería de Medio Ambiente. **Informe de Medio Ambiente.** Varios años.
- Consejería de Agricultura y Pesca. **Anuario de Estadísticas Agrarias y Pesqueras 2001.** Sevilla. <http://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca>
- FAOSTAT. <http://faostat.fao.org/>
- Global Footprint Network. **Huella ecológica del Mundo.** Edición académica. Oakland. EEUU. 2004.
- Global Footprint Network. **Huella ecológica de Hungría.** Edición académica. Oakland. EEUU. 2004.
- Instituto de Estadística de Andalucía. **Sistema de Información Multiterritorial de Andalucía.** Sevilla. <http://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadistica>
- Instituto de Estadística de Andalucía. **Comercio Exterior de Andalucía con el resto del Mundo en 2001.** <http://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadistica>
- Instituto de Estadística de Andalucía. **Anuario de Estadística de Andalucía.** Varios años. Sevilla.
- Ministerio de Agricultura y pesca. **Encuesta de consumo de alimentos en la familia y en la restauración.** Varios años. Madrid.

- Ministerio de Medio Ambiente. **Perfil Ambiental de España 2004**. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid. 2005.
- Oppelt G. J.L. **Zootecnia Especial**. EUITA Cortijo de Cuarto. Sevilla. 1998.
- Red Eléctrica Española. **Informes de Operación del Sistema Eléctrico**. Años 1996, 1997, 1998, 1999, 2000. <http://www.ree.es>
- Red Eléctrica Española. **El Sistema Eléctrico Español**. Informes de los años 2001, 2002, 2003. <http://www.ree.es>
- Sociedad para el Desarrollo Energético de Andalucía. **Datos energéticos de Andalucía 2003**. Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa. Junta de Andalucía. Sevilla 2004.
- Sociedad para el Desarrollo Energético de Andalucía. **Plan Energético de Andalucía 2003-2006, con proyección al 2010**. Sevilla. 2001.
- Wackernagel, M. La Huella Ecológica del Mundo 1960 - 2001. Living Planet Report. WWF. <http://www.panda.org/livingplanet/lpr04/ecofoot.cfm>

Bibliografía interesante

El texto del presente trabajo no contiene citas. Pese a ello, sí se revisaron o utilizaron ideas y datos contenidos en diferentes trabajos y publicaciones que a continuación se enumeran.

Además, también se han incluido en esta relación obras o estudios que se consideran interesantes, al objeto de que el lector pueda profundizar en los temas de sostenibilidad, como paradigma general de desarrollo, y también en aspectos concretos que la conciernen.

- Arvill, R.. **Man and Environment: Crisis and the Atrategy of Choice**. Penguin Books. Gran Bretaña. 1970.
- 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 & Nebreda. 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.
- Bifani, P. **Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible**. 4ª ed. Rev. IEPALA. UAM Ediciones. Madrid. 1999.
- Calvo, M; Sancho F.. **Estimación de la huella ecológica de Andalucía y aplicación a la Aglomeración Urbana de Sevilla**. DG de Ordenación del Territorio y Urbanismo. Consejería de Obras Públicas y Transportes. Junta de Andalucía. Sevilla. 2001.
- Calvo, M; Moreno, L (coord).. **Introducción a la Sostenibilidad en Andalucía**. Consejería de Medio Ambiente. Sevilla. 2005.
- Castro, J.M. **Indicadores de Desarrollo Sostenible Urbano. Una aplicación para Andalucía**. Instituto de Estadística de Andalucía. Sevilla. 2004.
- Chambers, N.; Simmons C.; Wackernagel, M. **Sharing Nature Interest: ecological footprints as an indicator of sustainability**. Earthscan. Londres. 2000
- Comisión Europea. **Carta de las Ciudades Europeas Hacia la Sostenibilidad: la Carta de Aalborg**. Campaña Europea de Ciudades y Poblaciones Sostenibles. Aalborg (Dinamarca). 1994.

- Comité hábitat España. **Biblioteca CF+S: ciudades para un futuro más sostenible.** <http://habitat.aq.upm.es>
- 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.
- Estevan, A. **La enfermedad del transporte.** Inédito. 2004.
- Estevan A., Naredo JM.. **Ideas y Propuestas para una Nueva Cultura del Agua en España.** Bakeaz. Bilbao. 2004
- Eurostat. **Towards environmental pressure indicators for the EU.** Comisión Europea. Bruselas. 1999.
- Folch R.. **Ambiente, Emoción y Ética: actitudes ante la cultura de la sostenibilidad.** Ariel. Barcelona 1998.
- Folch R.. **Diccionario de Socioecología.** Planeta. Barcelona. 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.
- Georgescu-Roegen, N. La Dégradation entropique et la destineeé prométhéenne de la technologie humaine. **Entropie**, número extraordinario. 1982.
- Girardet, H. **Reducing London´s Ecological Footprint. Creating a Sustainable London.** Londres. 1996.
- Global Footprint Network. **Europe 2005: the ecological footprint.** WWF. Bruselas. 2005.
- González Bernáldez, F.. **Ecología y Paisaje.** H. Blume Ediciones. Madrid. 1981.
- Holdren J.P.; Daily G.C.; Ehrlich P.R.. **The Meaning of Sustainability: Biogeophysical Aspects.** Banco Mundial. Washington D.C.. 1995.
- ICLEI. **The Hannover Call of European Municipal leaders at the turn of the 21st Century.** Campaña Europea de Ciudades y Poblaciones Sostenibles. Hannover (Alemania). 2000.
- Jiménez Beltrán, D.. **Los indicadores ambientales como instrumento al servicio de la política ambiental y para el desarrollo sostenible, y de participación y control público. Avances y perspectivas.** Conferencia de apertura de las II Jornadas de Estadística Pública: Estadística y Medio Ambiente. Instituto de Estadística de Andalucía y Consejería de Medio Ambiente. Sanlúcar de Barrameda. 1999.
- Manteiga, L.. **Los indicadores ambientales como instrumentos para el desarrollo de la política ambiental y su integración en otras políticas.** Ponencia para las II Jornadas de Estadística Pública: Estadística y Medio Ambiente. Ins-

tituto de Estadística de Andalucía y Consejería de Medio Ambiente. Sanlúcar de Barrameda. 1999.

- Margalef, R. **Ecología**. Editorial Omega. Barcelona. 1991.
- Martínez Alier, J.. Deuda Ecológica y Deuda Externa. **Ecología Política**, nº 14. Barcelona. 1997.
- Millennium Ecosystem Assessment. **Ecosystems and Human well-being**. <http://www.millenniumassessment.org>
- Ministerio de Medio Ambiente. **Perfil Ambiental de España 2004**. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid. 2005.
- 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, JM; Parra F (coord). **Situación diferencial de los recursos naturales españoles**. Economía VS Naturaleza. Lanzarote. 2002
- 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
- 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.
- 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
- Riechmann, J. **Un Mundo Vulnerable. Ensayos sobre Ecología, Ética y Tecnología**. Catarata. Madrid. 2000.
- Sancho, F & Calvo, M. **Definición de Criterios Ambientales. Bases y Estra-**

tegias de la Sostenibilidad. Trabajo incluido en el Documento de Avance del nuevo PGM de Sevilla. Sevilla. 2001.

- Sarmiento, G.. **Los Ecosistemas y la Ecosfera.** Editorial Blume. Barcelona. 1984.
- Tamames R.. **Introducción a la Economía Española.** Biblioteca Temática Alianza. Madrid. 1994.
- 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.
- Vitousek, P.; Ehrlich, A.H.; Matson P.. Human Appropriation of the Products of Photosynthesis. **BioScience.** Nº 36. 1986.
- Wackernagel, M.. ¿Ciudades Sostenibles?. **Ecología Política.** Nº 12. Barcelona. 1996.
- 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.. The Ecological Footprint of Santiago de Chile. **Local Environment,** Vol3, nº1. 1998. Tabla de Cálculos en <http://www.iclei.org/iclei/santiago.htm>
- Wackernagel, M.. **Ecological Footprint and Appropriated Carrying Capacity: A Tool for Planning Toward Sustainability.** Tesis doctoral. The University of British Columbia. 1994.
- Wackernagel, M.; Lewan, L.; Borgstroöm C.H.. Evaluating the Use of Natural Capital with the Ecological Footprint: Applications in Sweden and Subregions. **Ambio.** Copia facilitada por los autores. Tabla de cálculos en <http://www.darwin.biol.lu.se/zoofysiol/Lewan/footprint.html>
- 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. **La Huella Ecológica del Mundo 1960 - 2001.** Living Planet Report. WWF. <http://www.panda.org/livingplanet/lpr04/ecofoot.cfm>
- WCED (World Commission on Environment and Development). **Our Common Future.** Oxford University Press. Oxford. 1987.
- World Resources Institute. **World Resources 2002-2004.** <http://www.wri.org/>
- Worldwatch Institute. **La situación del Mundo.** Varios años. Edición española en ICARIA Editorial. Barcelona.



JUNTA DE ANDALUCÍA
CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE