



# HUELLA ECOLÓGICA

## - ARDISA -

## ÍNDICE

1.	CONCEPTO DE HUELLA ECOLÓGICA.....	3
2.	CÁLCULO DE LA HUELLA ECOLÓGICA.....	5
3.	DÉFICIT ECOLÓGICO.....	10
4.	RESULTADO Y VALORACIÓN DE LA HUELLA ECOLÓGICA DE ARDISA .....	11

## 1. CONCEPTO DE HUELLA ECOLÓGICA

La huella ecológica es una herramienta para establecer tanto el impacto de las actividades humanas sobre el ecosistema, como las medidas correctoras para paliar dichos impactos.

La huella ecológica convierte la totalidad de los consumos de materiales y energía en hectáreas de terreno productivo (cultivos, pastos, bosques, mar, suelo construido o absorción de CO<sub>2</sub>) dando una idea concisa del impacto de las actividades humanas sobre el medio ambiente. Por lo tanto se trata de un indicador global ya que transforma cualquier tipo de consumo (toneladas, kilowatios, litros, etc.) y de residuo producido, en un único número íntegramente significativo.

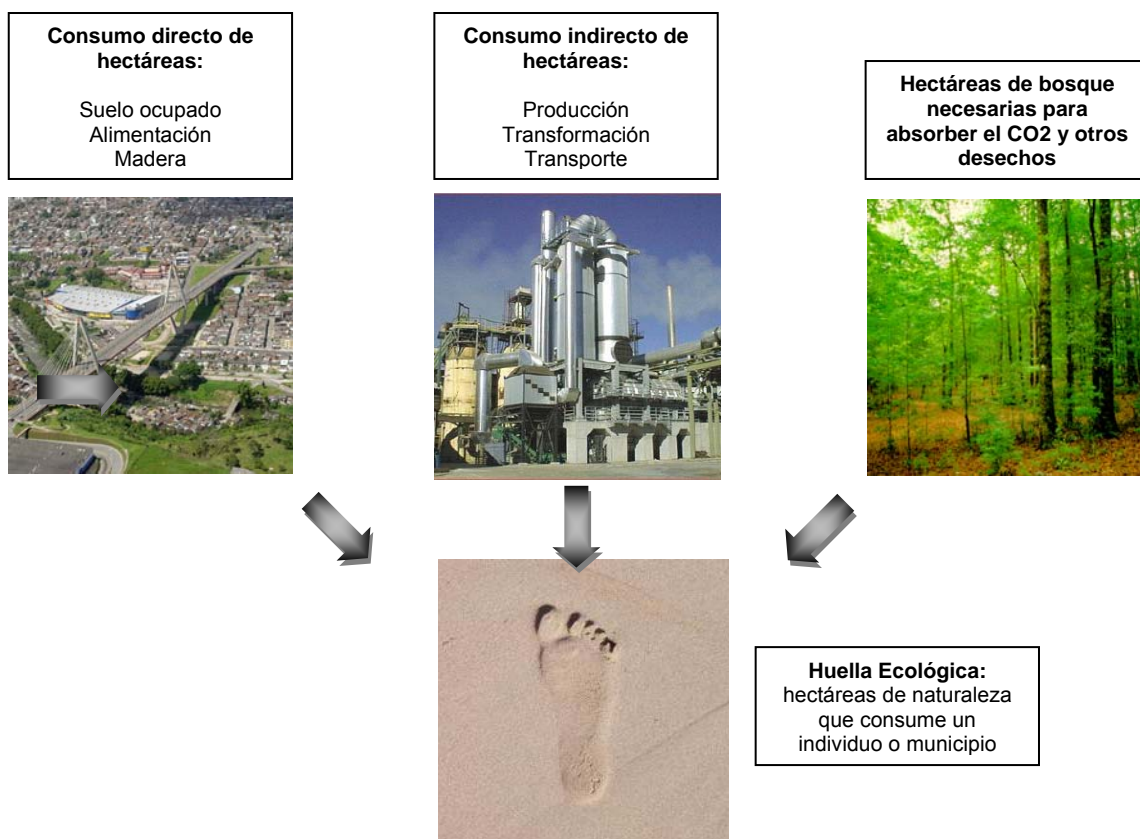


Figura 1. Agentes implicados en la Huella Ecológica.

Los autores del método, Mathis Wackernagel y William Rees (1990) consideraron aplicar el mismo a varias escalas: individuos, vivienda familiar, ciudades, regiones, naciones y el mundo en su conjunto.

El consumo de un municipio, región o país, se calcula sumando las importaciones a la producción y restando las exportaciones. La ecuación matemática es:

$$\text{Consumo} = \text{Producción} + \text{Importaciones} - \text{Exportaciones}$$

La Huella Ecológica fue definida según sus propios autores como:

*"El área de territorio ecológicamente productivo (cultivos, pastos, bosques o ecosistema acuático) necesaria para producir los recursos utilizados y para asimilar los residuos producidos por una población definida con un nivel de vida específico indefinidamente, donde sea que se encuentre esta área".*

Para calcular la huella ecológica se ha de tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Para producir cualquier producto, independientemente del tipo de tecnología utilizada, necesitamos un flujo de materiales y energía, producidos en última instancia por sistemas ecológicos.
- Se necesitan sistemas ecológicos para reabsorber los residuos generados durante el proceso de producción y el uso de los productos finales.
- Las infraestructuras, viviendas equipamientos, etc. ocupan espacios, reduciendo las superficie de ecosistemas productivos.

Si bien este indicador aglutina múltiples impactos, hay que tener en cuenta entre otros, los siguientes aspectos que subestiman el impacto ambiental real:

- No quedan contabilizados algunos impactos como la contaminación del suelo, la contaminación del agua, la erosión, la contaminación atmosférica (a excepción del CO<sub>2</sub>), etc.
- Se asume que las prácticas en los sectores agrícola, ganadero y forestal son sostenibles, esto es, que la productividad del suelo no disminuye con el tiempo. Obviamente, con el tiempo, la productividad disminuye a causa de la erosión, contaminación, etc.

## 2. CÁLCULO DE LA HUELLA ECOLÓGICA

La metodología de cálculo de la huella ecológica está basada en una estimación de la superficie necesaria para satisfacer los consumos asociados a la alimentación, a los productos forestales, al gasto energético y a la ocupación del terreno. Si se realiza el cálculo para un individuo, la superficie se expresa en *ha/cap/año* o bien, en hectáreas si el cálculo se refiere al conjunto del municipio estudiado.

Para calcular estas superficies, la metodología se basa en dos aspectos básicos:

- Contabilizar el consumo de los diferentes elementos en unidades físicas.
- Transformar éstos consumos en superficie biológica productiva apropiada a través de índices de productividad.

La superficie biológica se clasifica según los tipos de terrenos productivos. Estos son:

### Cultivos:

*Superficies con actividad agrícola y que constituyen la tierra más productiva ecológicamente hablando pues es donde hay una mayor producción neta de biomasa utilizable por las comunidades humanas.*

Los cultivos ocupan la tierra laborable, la más productiva de todas. La FAO estima que hoy en día existen unos 1.300 millones de hectáreas de tierra laborable en todo el planeta; dicha cifra no incluye la tierra cultivable que se emplea en el pastoreo. Utilizando los datos de las cosechas y rendimientos de la FAO para 18 categorías de cultivos, se ha podido determinar el uso de tierras laborables en la producción de cultivos. Estos datos son subestimaciones, dado que al no haber conjuntos de datos coherentes, no se tienen en cuenta otros impactos debidos a las prácticas agropecuarias actuales, entre ellas: daños a largo plazo por erosión de la capa arable; salinización; y contaminación de acuíferos con productos agroquímicos.

#### Pastos:

*Espacios utilizados para el pastoreo de ganado, y en general considerablemente menos productiva que la agrícola.*

Las tierras de pastoreo requieren de praderas. Combinando las áreas de praderas y zonas arboladas (es decir, poco densas) en un tipo de uso de la tierra, y suponiendo que la deforestación aumenta el tamaño de este tipo. En todo el mundo hay 4.600 millones de hectáreas de zonas de praderas y arboladas, incluidas las tierras laborables que se emplean para el pastoreo. Se calcula la demanda de praderas tomando como base los datos de la FAO.

#### Bosques:

*Superficies forestales ya sean naturales o repobladas, pero siempre que se encuentren en explotación.*

Para la extracción de madera se necesitan bosques naturales o de plantación. Según estadísticas actuales de la FAO sobre los usos de la tierra, hay en el mundo entero 3.300 millones de hectáreas de esos tipos de bosques. Estimamos las áreas forestales y productividades usando diversas fuentes. Las cifras correspondientes al consumo de madera en pie y leña proceden de la FAO.

Mar productivo:

*Superficies marinas en las que existe una producción biológica mínima para que pueda ser aprovechada por la sociedad humana.*

Para explotar la pesca se necesitan bancos de pesca productivos. Del área total oceánica, el 8% correspondiente a las costas continentales suministra más de un 95% de la captura marina. Dicha cifra se traduce en 3.200 millones de hectáreas biológicamente productivas de superficie marina. La cifra del “rendimiento sostenible” de la FAO es de 93 millones de toneladas por año. Además, se ha supuesto la existencia de una captura accidental de un 25%.

Terreno construido:

*Considera las áreas urbanizadas u ocupadas por infraestructuras.*

La adecuación de la infraestructura para la vivienda, el transporte, la producción industrial y el aprovechamiento de la energía hidroeléctrica, ocupa tierras edificadas. Dado que la mayor parte de los asentamientos humanos se encuentran en las regiones más fértiles, se supone que las zonas edificadas utilizan tierra cultivable.

Área de absorción de CO<sub>2</sub>:

*Superficies de bosque necesarias para la absorción de la emisión de CO<sub>2</sub> debido al consumo de combustibles fósiles para la producción de energía.*

La quema de combustibles fósiles agrega CO<sub>2</sub> a la atmósfera. Para calcular la huella del CO<sub>2</sub> se estima el área biológicamente productiva que sería necesaria para secuestrar suficiente cantidad de carbono emitido de modo de evitar un aumento del CO<sub>2</sub> en la atmósfera. Al absorber los océanos un CO<sub>2</sub> equivalente a un 35% de las emisiones de la quema de combustibles fósiles, teniendo en cuenta solamente el 65% restante, cifra que se basa en la capacidad anual de secuestrar carbono del promedio de los bosques del mundo. Esta capacidad se estima tomando un promedio ponderado de 26 biomásas forestales importantes, según la FAO.

## Datos utilizados

Respecto a los datos y características locales, se han tomado las producciones y rendimientos del suelo para Aragón (Anuario de Estadística Agraria, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. 2006).

Las cantidades consumidas se han tomado como un 99,36% de las cantidades consumidas medias en España (datos del INE, Encuesta continua de presupuestos familiares), datos referidos al año 2005. El ajuste del 99,36% se ha estimado en función de la proporción entre el gasto medio de un español medio y de un aragonés en el mismo periodo.

Se ha tenido en cuenta las características locales de Ardisa en cuanto a movilidad, ajustando la utilización media española del vehículo privado en función del parque de vehículos censados en el municipio y de los datos aportados a través de las encuestas a la población. La estimación se ha realizado teniendo en cuenta que la mayoría de los desplazamientos se realizan a Ayerbe, Huesca y Zaragoza, tanto por motivos laborales, de ocio o de gestión.

Los residuos urbanos con destino el vertedero de Ejea de los Caballeros, se han tomado como la cantidad de residuos urbanos no recogidos selectivamente generados en Ardisa, que son 576,7 kilogramos *per cápita* y año.

En cuanto a la energía eléctrica y térmica, el consumo doméstico por vivienda de Ardisa ha sido obtenido de la media española (según los datos del Ministerio de Medio Ambiente y de la encuesta ciudadana).

Una vez calculados los consumos medios por habitante de cada producto, se transforman en área apropiada o huella ecológica para cada producto. Ello equivale a calcular la superficie necesaria para satisfacer el consumo medio por habitante de un determinado producto. Para ello se utilizan valores de productividad.



Un elemento complementario es el análisis del conjunto de actividades humanas y las demandas de superficie (huellas ecológicas) asociadas a cada una de ellas. Para ello se pueden establecer las categorías generales de la Tabla 1. La consideración de estas categorías de actividades permite analizar la huella ecológica a partir de los sectores demandantes de superficies, pudiendo evaluar así en que ámbitos puede ser más prioritario incidir.

<b>Actividades</b>	<b>Descripción de la superficie</b>
<b>Alimentación</b>	Superficies necesarias para la producción de alimentación vegetal o animal, incluyendo los costes energéticos asociados a su producción.
<b>Vivienda y servicios</b>	Superficies demandadas por el sector doméstico y servicios, sea en forma de energía o terrenos ocupados.
<b>Movilidad y Transportes</b>	Superficies asociadas al consumo energético y terrenos ocupados por infraestructuras de comunicación y transporte.
<b>Bienes de consumo</b>	Superficies necesarias para la producción de bienes de consumo, sea en forma de energía y materias primas para su producción, o bien terrenos directamente ocupados para la actividad industrial.

Tabla 1. Tipología de actividades vinculadas a la huella ecológica.

### 3. DÉFICIT ECOLÓGICO

Estimado ya el valor de la huella ecológica, los autores de la metodología calculan las superficies reales de cada tipología de terreno productivo (cultivos, pastos, bosques, mar y terreno urbanizado) disponibles en el ámbito de estudio. La suma de todos ellos es la Capacidad de Carga Local y está expresada en hectáreas por habitante.

La comparación entre los valores de la huella ecológica y la capacidad de carga local permite conocer el nivel de autosuficiencia del ámbito de estudio. Tal y como se indica en la Tabla 2, si el valor de la huella ecológica está por encima de la capacidad de carga local, la región presenta un déficit ecológico. Si, por el contrario, la capacidad de carga es igual o mayor a la huella ecológica, la región es autosuficiente, siempre teniendo en consideración las limitaciones del indicador.

Huella ecológica	>	Capacidad de carga	<b>Déficit ecológico</b>
Huella ecológica	≤	Capacidad de carga	<b>Autosuficiente</b>

Tabla 2. Comparación entre la Huella Ecológica y la Capacidad de Carga.

Por tanto, el déficit ecológico indica que una región no es autosuficiente, ya que consume más recursos de los que dispone. Este hecho nos indica que el municipio se está apropiando de superficies fuera de su territorio, o bien, que está hipotecando y haciendo uso de superficies de las futuras generaciones.

En el marco de la sostenibilidad, el objetivo final de una sociedad tendría que ser el de disponer de una huella ecológica que no sobrepasara su capacidad de carga, y por tanto, que el déficit ecológico fuera cero.

#### 4. RESULTADO Y VALORACIÓN DE LA HUELLA ECOLÓGICA DE ARDISA

El resultado del cálculo de la Huella Ecológica de Ardisa es de:

**5,02 Ha/cap/año**

La huella ecológica ha sido obtenida utilizando la metodología propuesta por Mathis Wackernagel y William Rees en 1990. Esta metodología se ha transformado levemente atendiendo a las características del municipio de Ardisa.

Los datos utilizados para el cálculo de la huella ecológica han sido los obtenidos en la Auditoría Ambiental del municipio. En las situaciones en las que faltaban datos, se han utilizado valores autonómicos de Aragón y nacionales.

Los datos parciales obtenidos durante el cálculo de la huella, comparados con la capacidad de carga de las superficies del término municipal de Ardisa son:

<b>Superficie</b>	<b>Huella ecológica</b>	<b>Capacidad de carga</b>
Absorción de CO <sub>2</sub>	2,25	13,61
Tierra cultivada	0,94	9,75
Pastos	1,02	7,81
Bosques	0,21	0,79
Terreno construido	0,18	0,54
Mar productivo	0,41	0,00
Total	5,02	32,51
Total corregido	<b>5,02</b>	<b>28,61</b>

Tabla 3. Comparativa entre Huella Ecológica y Capacidad de Carga. Ardisa.

Elaboración propia.

Por lo tanto la Huella Ecológica de cada uno de los habitantes del municipio de Ardisa es de 5,02 Ha/cap/año, es decir, que para continuar con su calidad de vida, un vecino de Ardisa necesita 5,02 hectáreas de territorio. Además se puede decir que éste dispone de 32,51 Ha/año para satisfacer sus necesidades.

Se puede concluir que Ardisa es un municipio que desarrolla sus actividades de manera autosuficiente. Pero desglosando por tipo de superficie, se puede comprobar que existe un tipo de superficie en la que la huella ecológica supera a la capacidad de carga. Es obvio ya que el municipio no tiene mar, por lo que el municipio precisa de hectáreas de mar de otro lugar para satisfacer sus necesidades de alimentos procedentes del mar.

Siguiendo las conclusiones de la metodología de Rees y Wackernagel, lo correcto sería permitir un 12% del territorio para la conservación de la biodiversidad, así que la capacidad de carga del municipio se reduce a 28,61 gha/cap (hectáreas mundiales corregidas *per cápita*). Por lo tanto se puede decir que no existe déficit ecológico en Ardisa sino que se ha obtenido superávit. Es decir, los habitantes de Ardisa viven y realizan sus actividades mediante un modelo sostenible a nivel local.

En la siguiente tabla se muestran los valores de la huella ecológica, de la capacidad de carga y del superávit ecológico:

<b>Huella ecológica, capacidad de carga y superávit ecológico</b>	
Huella ecológica	5,02 gha/cap
Capacidad de carga	28,61 gha/cap
Superávit ecológico	23,59 gha/cap
Superávit ecológico total <sup>1</sup>	1.981,56 Ha
Población que podría soportar Ardisa	394 habitantes nuevos

Tabla 4. Huella ecológica, capacidad de carga y superávit ecológico. Ardisa.

Elaboración propia.

<sup>1</sup> Fuente: N° de habitantes 2008. IAEST.  
F-024-05

El superávit ecológico es de 23,59 gha/cap ya que el municipio tiene un sobrante de superficie 1.981,56 hectáreas, que podrían servir para satisfacer las necesidades de nuevos habitantes.

En el caso de una llegada de inmigrantes al municipio, esas hectáreas sobrantes podrían alojar 394 nuevas personas con un nivel de vida idéntico a los habitantes del municipio. Estos junto con los 84 habitantes existentes del municipio, suman 478 personas que podrían convivir Ardisa de forma sostenible.

Sin embargo, si se contrasta este valor con las de capacidad de carga mundial, este desarrollo no es sostenible ya que se estima que la capacidad de carga disponible mundial es de 1,90 gha/cap. Es por ello que cada habitante del municipio, además de las 1,90 gha de superficie biológicamente productiva de las que dispone en el planeta, necesita 3,12 gha adicionales para alcanzar las 5,02 gha de su huella ecológica.

En el siguiente gráfico se comparan las huellas ecológicas de diversos países y municipios del mundo:

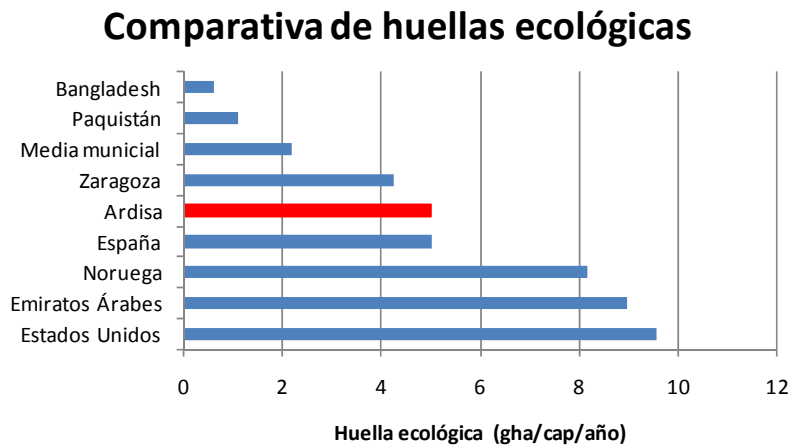


Figura 2. Comparativa de huellas ecológicas.

Fuente: Global Footprint Network. Elaboración propia.

### Análisis de las superficies requeridas

Por otro lado es muy significativo analizar las superficies requeridas por los habitantes de Ardisa para satisfacer sus necesidades reflejadas en el dato de la huella ecológica. A continuación se muestran los porcentajes de superficies para el municipio:

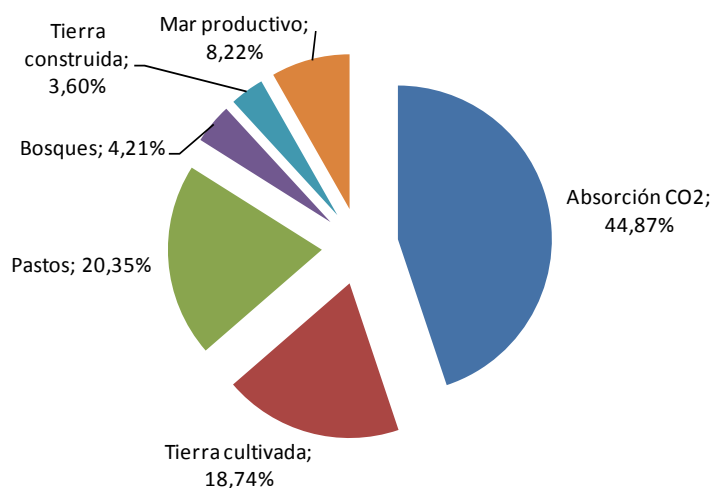


Figura 3. Porcentajes de superficie utilizada. Ardisa.  
Elaboración propia.

Analizando los datos se puede observar en la figura anterior, que casi la mitad del terreno de la huella ecológica de Ardisa es necesario para la absorción de CO<sub>2</sub>. Esta superficie abarca 2,25 gha/cap, lo que supone un 44,87% de la huella ecológica.

Por debajo del porcentaje de superficie de absorción de CO<sub>2</sub> se encuentra la asociada a los pastos con un 1,02 gha/cap. Los pastos representan el 20,35% de la superficie y las tierras cultivadas un 18,74%. Estas dos superficies, junto con el mar productivo, son para la obtención de alimentos. El global de las tres supone un 47,31% del territorio necesitado del término municipal.

Por último, tanto la superficie de tierra construida y la de bosques son las que menos territorio necesitan, 3,60% y 4,21% respectivamente.

### Análisis de las actividades

Otra forma de analizar la huella ecológica es la de tener en cuenta el porcentaje de las actividades llevadas a cabo por los habitantes. A continuación se muestran una figura representativa sobre este análisis:

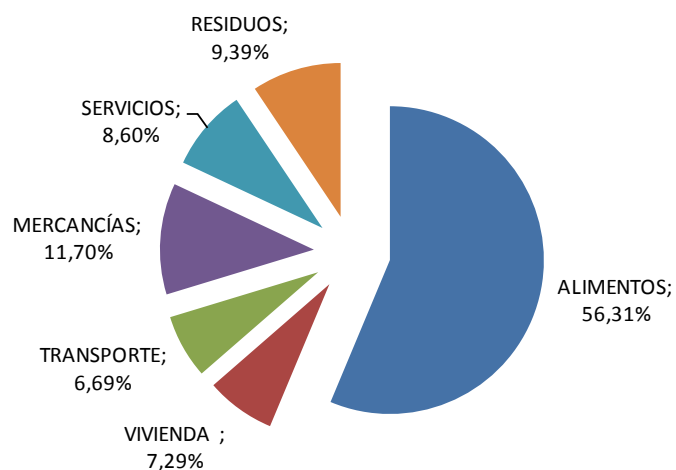


Figura 4. Huella ecológica según los porcentajes de las actividades. Ardisa.

Elaboración propia.

El mayor porcentaje de actividad de la huella ecológica de Ardisa es el relacionado con la producción de alimentos, con un 56,31% del total. Por el contrario, la actividad relacionada con el transporte ocupa un 6,69% del total de la huella ecológica del municipio.