

Oficina de Calidad Ambiental y Sostenibilidad

Vicerrectorado de Patrimonio e Infraestructuras

2014

# La Huella Ecológica de la Universidad de Valladolid



**Universidad de Valladolid**  
Vicerrectorado de  
Patrimonio e Infraestructuras



Oficina de CALIDAD  
de AMBIENTAL  
Y SOSTENIBILIDAD

## Redactores

---

**EVA HERNÁNDEZ GALLEGO • CRISTINA CANO HERRADOR**

*Oficina de Calidad Ambiental y Sostenibilidad*

**ADRIANA CORREA GUIMARAES**

*Departamento de Ingeniería Agrícola y Forestal*

**Universidad de Valladolid**

© Los Autores, Valladolid 2015  
Oficina de Calidad Ambiental y Sostenibilidad  
Vicerrectorado de Patrimonio e Infraestructuras  
Universidad de Valladolid

The logo of the University of Valladolid (UVa), consisting of the letters 'UVa' in white on a red square background.

Ed Rector Tejerina. Pza Santa Cruz, 6.  
47002 Valladolid. Tel. 983 18 4937/4978  
[oficina.calidad.ambiental@uva.es](mailto:oficina.calidad.ambiental@uva.es)

## ÍNDICE

---

<b>LA HUELLA ECOLÓGICA EN LA UNIVERSIDAD DE VALLADOLID .....</b>	<b>5</b>
<b>¿QUÉ ES LA HUELLA ECOLÓGICA? .....</b>	<b>5</b>
<b>METODOLOGÍA DE CÁLCULO .....</b>	<b>8</b>
Límites de la organización .....	8
Límites operativos .....	9
<b>CÁLCULO DE EMISIONES DE CO<sub>2</sub> .....</b>	<b>12</b>
Alcance 1: Emisiones directas.....	13
<i>Movilidad asociada a la UVa.....</i>	13
<i>Emisiones asociadas a la generación de residuos.....</i>	13
<i>Emisiones asociadas a la generación de calor y frío.....</i>	14
Alcance 2: Emisiones indirectas de la generación de electricidad.....	14
Alcance 3: Otras emisiones indirectas.....	14
<i>Construcción de edificios.....</i>	14
<i>Consumo de agua .....</i>	15
<i>Movilidad de vehículos no propios.....</i>	15
<i>Consumo de papel .....</i>	17
<b>CÁLCULO DE HUELLA ECOLÓGICA.....</b>	<b>20</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>21</b>
Consumo de energía .....	22
Construcción de edificios.....	23
Movilidad.....	23
Consumo de agua .....	25
Gestión de residuos .....	25
Consumo de papel .....	26
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>26</b>



## LA HUELLA DE ECOLÓGICA EN LA UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

### ¿QUÉ ES LA HUELLA ECOLÓGICA?

---

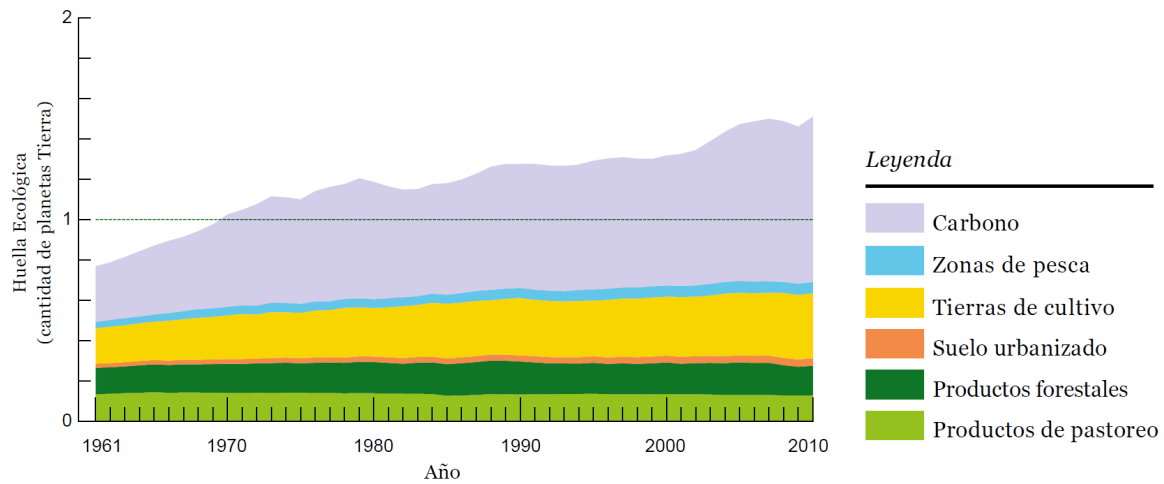
Durante más de 40 años, la presión de la humanidad sobre la naturaleza ha excedido lo que el Planeta puede reponer. Necesitaríamos la capacidad regenerativa de 1,5 planetas Tierra para brindar los servicios ecológicos que usamos cada año. El “exceso ecológico” es posible, por ahora, porque podemos talar árboles a mayor velocidad que el tiempo que requieren para madurar, pescar más peces que los que los océanos pueden reponer, o emitir más carbono a la atmósfera del que los bosques y océanos pueden absorber. Las consecuencias son una reducción de la cantidad de recursos y la acumulación de desechos a tasas mayores que las que se pueden absorber o reciclar. Tal es el caso de las crecientes concentraciones de carbono en la atmósfera.

La Huella Ecológica suma todos los bienes y servicios ecológicos que demanda la humanidad y que compiten por el espacio. Incluye la tierra biológicamente productiva (o biocapacidad) necesaria para los cultivos, las tierras de pastoreo y las tierras urbanizadas; zonas pesqueras y bosques productivos. También incluye el área de bosque requerida para absorber las emisiones adicionales de dióxido de carbono que los océanos no pueden absorber. Tanto la biocapacidad como la Huella Ecológica se expresan en una misma unidad: hectáreas globales (hag).

El carbono emitido en la quema de combustibles fósiles ha sido el componente dominante de la Huella Ecológica de la humanidad durante más de medio siglo, y continúa aumentando. Así, en 1961, el carbono representaba el 36 % de nuestra Huella Ecológica total, mientras que en 2010 alcanzó el 53%.

Los avances tecnológicos, los insumos agrícolas y el riego han disparado los rendimientos promedio por hectárea de las zonas productivas, especialmente de las tierras agrícolas, aumentando la biocapacidad total del Planeta de 9.900 a 12.000 millones de hectáreas globales (hag), entre 1961 y 2010. Sin embargo, durante el mismo período, la población humana mundial aumentó de 3.100 millones a casi 7.000 millones de habitantes, reduciendo la biocapacidad per cápita disponible de 3,2 hag a 1,7 hag. Entretanto, la Huella Ecológica per cápita aumentó de 2,5 a 2,7 hag per cápita, de tal manera que aunque la biocapacidad ha aumentado globalmente, hay menos para repartir. Ante la proyección de que la población mundial alcanzará los 9.600 millones de personas en 2050 y los 11.000 millones en 2100, la biocapacidad disponible para cada uno de nosotros se reducirá aún más, y será un reto cada vez mayor mantener los aumentos de biocapacidad ante la degradación del suelo, la escasez de agua dulce y el aumento en los costes de la energía.

En 2010, la Huella Ecológica global de la humanidad fue 18.100 millones de hag, es decir, 2,6 hag per cápita, mientras que la biocapacidad total de la Tierra fue 12.000 millones de hag, es decir, 1,7 hag per cápita (Figura 1).

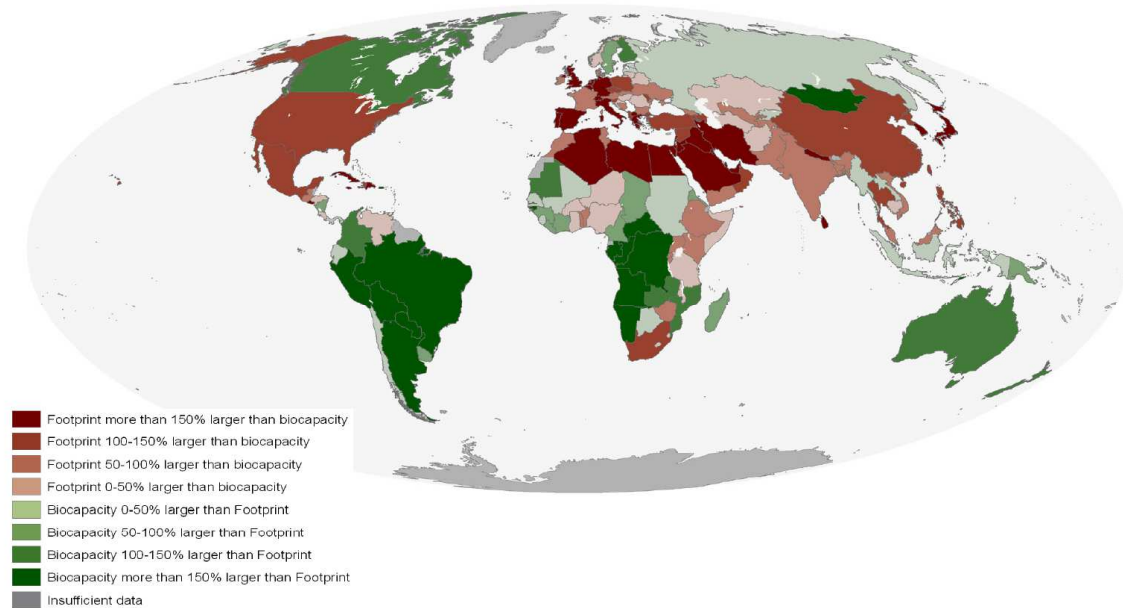


**Figura 1.** Componentes de la Huella ecológica.  
Global Footprint Network, 2014.

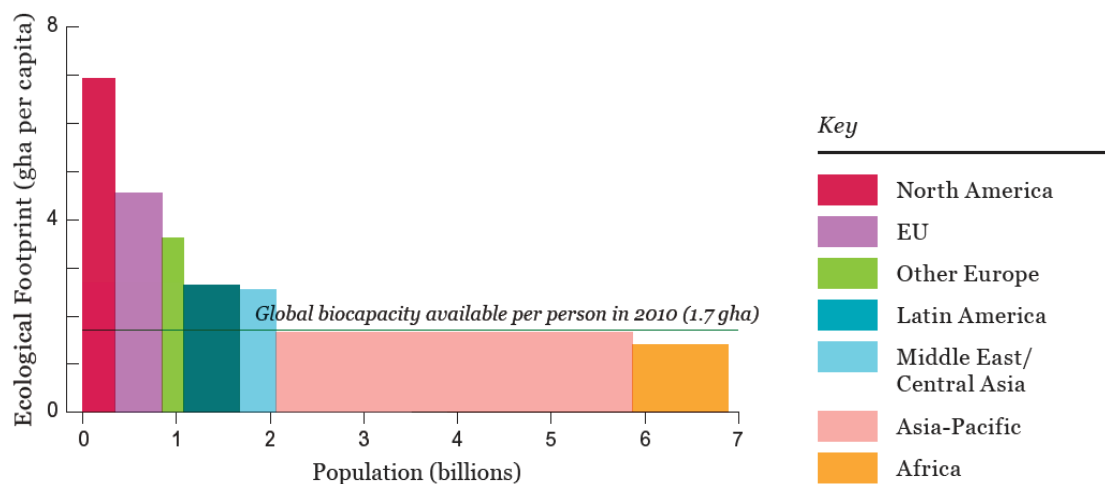
La Huella de Carbono se define como la cantidad de emisiones directas e indirectas de gases de efecto invernadero de un producto o servicio a lo largo de su ciclo de vida, y se mide en emisiones de CO<sub>2</sub> equivalentes, mientras que la Huella Ecológica mide la demanda de la humanidad sobre la biosfera, en términos del área de tierra y mar biológicamente productiva requerida para proporcionar los recursos que utilizamos y para absorber nuestros residuos. La Huella de Carbono se ha convertido en uno de los indicadores ambientales más utilizados, sobre todo en su referencia al Cambio Climático, siendo el indicador más utilizado para medir el potencial de calentamiento global.

La Huella Ecológica de un país está determinada por su población, por el volumen de consumo del ciudadano promedio y por la intensidad en el uso de recursos para proveer los bienes y servicios consumidos. Incluye el área requerida para suplir el consumo de las personas a partir de las tierras agropecuarias (alimentos, concentrados para animales, fibra y aceites), de las praderas (pastoreo de animales para la producción de carne y leche, cueros y lana), de las zonas pesqueras (peces y mariscos) y de los bosques (madera, fibras y pulpas provenientes de la madera, y leña para combustible). También estima el área requerida para absorber el CO<sub>2</sub> liberado cuando se queman los combustibles fósiles, menos la cantidad secuestrada por los océanos. Se incorpora también el componente de los asentamientos humanos como al área utilizada para la infraestructura de ese país. Por su parte, la biocapacidad de un país es función del número y del tipo de hectáreas biológicamente productivas dentro de sus fronteras, y de sus rendimientos promedio. Un manejo más intensivo de los recursos agrícolas puede aumentar los rendimientos productivos, pero si se utilizan recursos adicionales este manejo también puede hacer aumentar la huella.

Los países con déficit ecológico usan más biocapacidad de la que controlan dentro de sus propios territorios. Los países con crédito ecológico tienen huellas inferiores a su propia biocapacidad. El mapa incluido en la Figura 2 muestra los países que tienen deuda ecológica y cuáles tienen crédito, donde el color indica la huella en relación a su biocapacidad, mientras que la Figura 3 representa la Huella Ecológica per cápita por cada región geográfica del mundo.



**Figura 2. Países deudores y países con crédito ecológico.**  
Ecological footprint atlas, 2010.



**Figura 3. Huella Ecológica per cápita por cada región geográfica.**  
Informe planeta vivo, 2014.

Por su parte, el desarrollo experimentado por los Campus Universitarios en los últimos años ha provocado un importante incremento de los consumos energéticos de las instalaciones de sus edificios, ya sean de alumbrado, ACS, calefacción o aire acondicionado.

La institución universitaria es una de las que mejor puede estimular el ahorro energético entre su colectivo, dando ejemplo por medio de las actuaciones que acometa en este sentido en los centros de consumo que dependan de ella.

Por su gran potencial pedagógico y de seguimiento de su actividad, como ocurre en cualquier organización con alta responsabilidad corporativa, la Universidad de Valladolid

(UVa) ha decidido calcular la Huella de Carbono de las actividades que realiza. Las ventajas de este proceso de cálculo son:

- Es un indicador fácil de comprender, ya que la Huella de Carbono mide las emisiones de CO<sub>2</sub> equivalentes de un proceso o sistema, por lo que resulta sencillo asociar que a menor Huella de Carbono, menor será el potencial de calentamiento global.
- Se puede aplicar, tanto a diferentes tipos de organizaciones, como a ciudadanos particulares.
- Permite hacer comparaciones entre organizaciones, productos, etc.
- La reducción de la Huella de Carbono suele implicar reducción de uso de energía, aumento de eficiencia, mejor gestión de recursos y mejor gestión de residuos, por tanto es un indicador bastante completo.

La principal debilidad del cálculo de la Huella de Carbono es que no tiene en cuenta otros posibles problemas ambientales, como la acidificación de los suelos, la emisión de otras sustancias contaminantes, ecotoxicidad, por citar algunos de los más frecuentes.

## METODOLOGÍA DE CÁLCULO

Hay diferentes metodologías de cálculo de la Huella de Carbono, entre las cuales están:

- Análisis del Ciclo de Vida (ISO 14.040 e ISO 14.044).
- PAS 2050: 2011.
- GHG Protocol.
- ISO 14.064: 2012.
- ISO TS 14.067: 2013. Huella de carbono de producto.

### Límites de la organización

Los límites de este estudio se enmarcarán el Campus de Valladolid, considerándose los edificios recogidos en la Tabla 1.

**Tabla 1.**  
*Edificios de la Universidad de Valladolid en el campus de Valladolid.*

Apartamentos Cardenal Mendoza
Aulario Miguel Delibes
Aulario Río Esgueva
Biblioteca Reina Sofía
Casa del Estudiante
Centro de Idiomas
Colegio Mayor Santa Cruz Femenino
Colegio Mayor Santa Cruz masculino
Edificio Residencia Alfonso VIII
Edificio I+D



Edificio IBGM
Edificio IOBA
Edificio Quifima
Edificio Mantenimiento
Edificio Rector Tejerina y Santa Cruz 5
ETS Arquitectura
ETS Informática
Escuela de Ingenierías Industriales - sede Mergelina
Escuela de Ingenierías Industriales - sede Mendizábal
Escuela Ingenierías Industriales - sede Paseo del Cauce
ETS Telecomunicaciones
Facultad de Ciencias
Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales
Facultad de Comercio
Facultad de Derecho
Facultad de Educación y Trabajo Social
Facultad de Filosofía y Letras
Gimnasio UVa
Guardería
Facultad de Medicina
Facultad de Enfermería
Palacio de Santa Cruz
Polideportivo Fuente la Mora
Polideportivo Ruiz Hernández
Publicaciones - Palacio Zúñiga
Residencia Reyes Católicos

### Límites operativos

Las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) asociadas a una actividad se pueden clasificar según se trate de emisiones directas o emisiones indirectas. En concreto, se pueden definir tres alcances según las emisiones a las que nos referimos:

- Alcance 1: Emisiones directas. Incluye las emisiones directas que proceden de fuentes que posee o controla el sujeto que genera la actividad. Por ejemplo, este grupo incluye las emisiones de la combustión de calderas y de vehículos, que el propio sujeto posee o controla.
- Alcance 2: Emisiones indirectas de la generación de electricidad y de calor. Comprende las emisiones derivadas del consumo de electricidad y de calor, vapor o frío. Las emisiones de la electricidad y el calor, vapor o frío adquiridos se producen físicamente en la instalación donde la electricidad o el calor son generados. Estas instalaciones productoras son diferentes de la organización de la cual se estiman las emisiones.
- Alcance 3: Otras emisiones indirectas. Incluye el resto de emisiones indirectas. Las emisiones de este alcance son consecuencia de las actividades del sujeto, pero provienen de fuentes que no son poseídas o controladas por el sujeto. Algunos ejemplos de actividades de alcance 3 son la extracción y producción de materiales adquiridos, los viajes de trabajo, el transporte de materias primas, de combustibles y

de productos (por ejemplo, actividades logísticas) o la utilización de productos o servicios ofrecidos por otros.

En nuestros cálculos de la Huella de Carbono de la Universidad de Valladolid, abarcaremos el alcance 1, 2 y 3, incluyendo los siguientes cálculos:

- Alcance 1: Movilidad con vehículos propios, generación de residuos peligrosos, y producción de calor y frío en nuestras instalaciones.
- Alcance 2: Consumo de electricidad.
- Alcance 3: Consumos asociados a la construcción de edificios, consumo de agua, transporte realizado por personal y alumnos de la UVa, y consumos de papel.

Para el cálculo de la Huella de Carbono, consideraremos a la UVa como un sistema integrado, con unos inputs de consumo (Tabla 2) de recursos naturales (agua, materiales (construcción), combustibles (energía eléctrica, energía calorífica, combustibles destinados a movilidad)), y unos outputs, salidas, de emisiones y residuos.

**Tabla 2.**  
*Recursos empleados en la UVa.*

Consumo de recursos
Energía eléctrica
Energía calorífica
Agua
Combustibles debidos a la movilidad
Recursos para la construcción de los edificios
Papel
Productos químicos

El impacto asociado al consumo de recursos naturales y a la producción de residuos se determina a partir de las emisiones de CO<sub>2</sub> relativas a cada consumo o tipo de residuo producido. Para el cálculo de las emisiones de CO<sub>2</sub> se emplean factores de emisión, obtenidos de diversas fuentes, que se irán detallando a lo largo del texto.

Estos factores se aplican teniendo en cuenta que existen dos situaciones en cuanto al cálculo de los impactos ambientales:

- Cálculo directo a partir de los consumos. En algunos casos las emisiones se obtienen multiplicando los consumos por los factores de emisión. Esto sucede para los siguientes consumos: agua, consumos asociados a la construcción de edificios, energía eléctrica, energía calorífica, combustibles utilizados por parte de los vehículos propiedad de la Universidad, consumo de papel por parte de personal docente e investigador (PDI) y personal de administración y servicios (PAS) y producción de residuos.
- Determinación indirecta de los consumos a partir de datos estadísticos extraídos de encuestas. En estos casos no existen registros de cifras de consumo y producción de residuos, por lo que los datos se han obtenido a partir de encuestas. Esto sucede en concreto para el análisis de movilidad (hábitos de transporte) de toda la comunidad universitaria y para el caso de consumo de papel por parte de los estudiantes.

En este estudio se calcula el área de bosque castellano-leonés requerida para absorber el CO<sub>2</sub> producido por el consumo de recursos y la producción de residuos mencionados anteriormente. A partir de la cantidad de CO<sub>2</sub> emitida a la atmósfera, dividiendo por la capacidad de fijación de la masa forestal castellano-leonesa, se obtiene la superficie de bosque requerida. A esta cantidad de bosque se sumará directamente también el espacio ocupado por los edificios universitarios.

La fijación media de carbono para un terreno forestal castellano-leonés, es, según datos de la Junta de Castilla y León de 4.04 ton/ha/año. Así teniendo en cuenta las explicaciones anteriores, la Huella Ecológica se calcula aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{Huella Ecológica (ha/año)} = \left( \frac{\text{Emisiones (ton CO}_2\text{)}}{\text{C.Fijado} \left( \frac{\text{ton-CO}_2}{\text{ha}} \right)} \right) + \text{Superficie de edificios} \left( \frac{\text{ha}}{\text{año}} \right)$$

Para poder comparar resultados de Huella Ecológica obtenidos a partir de áreas con diferentes características, se deben expresar siguiendo una única medida común, hectárea global (hag), que se define como una hectárea con la capacidad mundial promedio de producir recursos y absorber residuos. Para expresar los resultados en esta unidad de medida se deben normalizar los diferentes tipos de áreas para diferenciar productividad marítima y terrestre. Los factores de equivalencia traducen un tipo específico de terreno (prados o bosques, por ejemplo) en la unidad universal para el área productiva (hag). Estos factores de equivalencia están basados en medidas de la productividad del terreno en función de sus usos y de los años.

En la Tabla 3 aparecen reflejados diferentes factores de equivalencia. En el caso de la UVa se empleará el correspondiente a los bosques, ya que en el estudio se asume que las emisiones producidas por la Universidad son asimilados por este tipo de superficie, dado que la comunidad de Castilla y León cuenta con una gran superficie de bosque.

**Tabla 3.**

Factores de equivalencia según categoría de superficie productiva. Global Footprint Network (2014) y Análisis de la Huella Ecológica en España (2008).

CATEGORÍA DE TERRENO PRODUCTIVO	FACTOR DE EQUIVALENCIA
Cultivos	2,18
Pastos	0,49
Bosques	1,37
Mar productivo	1,37
Superficie artificializada	2,18
Área de absorción de CO <sub>2</sub>	0,36

## CÁLCULO DE EMISIONES DE CO<sub>2</sub>

---

### Cálculo directo

Se aplica un cálculo directo en los casos en que tengamos los datos de consumos conocidos, por lo que habrá que transformar los consumos a emisiones equivalentes de CO<sub>2</sub>, mediante los factores de conversión correspondientes, y coherentes en unidades. Si obtenemos consumos y factores de conversión en unidades diferentes transformaremos uno de los dos factores para encontrar resultados coherentes en unidades. Finalmente, todos los cálculos de emisiones de CO<sub>2</sub> deben tener las mismas unidades.

Para escoger los factores de conversión, se dará prioridad a los factores locales frente a los globales, en algunos casos, los factores de conversión serán de elaboración propia, suministrados por las empresas de servicios contratados por la UVa, resultados de estudios, o de bibliografía.

En general, una vez que se conocen los factores de emisión y se dispone de los datos de consumo, únicamente hay que multiplicar por el correspondiente factor de emisión para conocer las emisiones asociadas.

### Cálculo indirecto

Como comentamos anteriormente, para obtener datos relacionados con transporte y hábitos de consumo de papel de los estudiantes, los consumos se evalúan a partir de encuestas, es lo que llamamos cálculo indirecto. Una vez obtenidos los datos se aplican directamente los factores de emisión.

Para el estudio de huella es necesario de disponer de datos relativos a la totalidad de la Universidad por lo que se emplean los factores de extrapolación sobre los valores obtenidos a partir de encuestas realizadas a una cantidad estadísticamente representativa de miembros de la Universidad. El cálculo del tamaño muestral se realizará con la siguiente fórmula, para un muestreo aleatorio simple, con un nivel de confianza del 95%, y un error de estimación del 5%:

$$n = \frac{N \times Z_{\alpha}^2 \times p \times q}{e^2(N - 1) + Z_{\alpha}^2 \times p \times q}$$

siendo:

- n = tamaño de la muestra. (número de entrevistas a realizar).
- N = tamaño de la población.
- α = el nivel de confianza elegido. Tomaremos 95%.
- Z<sub>α</sub> = el valor de Z (siendo Z una variable normal centrada y reducida) que deja fuera del intervalo ±Z<sub>α</sub> una proporción α de los individuos.
- p = proporción en que la variable estudiada se da en la población. En nuestro caso 0.5.
- q = 1 - p.
- e = error de la estimación. Para nuestro caso, tomaremos 5%.

Una vez diseñada la muestra y realizadas las encuestas, calcularemos el valor medio de las respuestas, y lo multiplicaremos por el total de la población.

## Alcance 1: Emisiones directas

### Movilidad asociada a la UVa

La Universidad de Valladolid cuenta con 9 vehículos propios en el Campus de Valladolid, todos ellos diésel, que consumieron en el 2014 un total de 7247.7 litros de gasoil.

Si aplicamos el factor de conversión para gasoil tendremos emisiones asociadas a la movilidad de la UVa con vehículos propios:

Consumo (litros)	Factor de emisión gasoil (kgCO <sub>2</sub> / litro gasoil)
7247.7	2.79

Emisiones asociadas a vehículos propios= 2.79 X 7247.7 = 20221 kgCO<sub>2</sub>

### Emisiones asociadas a la generación de residuos

Se contabilizan en este apartado las emisiones consecuencia de la gestión de residuos, incorporando la contabilización de los residuos peligrosos generados en 2014 y los factores de conversión asociados.

Tipo de residuo	Cantidad 2014 (kg)	Factor de conversión (kgCO <sub>2</sub> /kg residuo)
Disolvente no halogenado	1961	0.0158
Disolvente halogenado	116	0.0158
Disoluciones ácidas	366	0.0108
Disoluciones básicas	631	0.0108
Envases	901	0.00418
Material contaminado	62	0.003
Licores madre	786	0.0108
Hidrocarburos	298	0.0554
Biosanitarios	916	0.08

Tipo de residuo	Emisiones asociadas de CO <sub>2</sub> (kg)
Disolvente no halogenado	31
Disolvente halogenado	2
Disoluciones ácidas	4
Disoluciones básicas	7
Envases	3.8
Material contaminado	0.2
Licores madre	8.5
Hidrocarburos	16.5
Biosanitarios	73.3
<b>TOTAL</b>	<b>146.3</b>

Emisiones asociadas a generación de residuos = 146.3 kg CO<sub>2</sub>

### Emisiones asociadas a la generación de calor y frío

Incluimos los consumos energéticos que se han utilizado directamente en la UVA, que son el gas natural y el gasóleo.

Consumo total (kWh) gas natural	Factor de conversión (kgCO <sub>2</sub> /kWh)
16252794	0.252

Emisiones asociadas a consumo de gas natural=  $16252794 \times 0.252 = 4095704$  kg CO<sub>2</sub>

Consumo total (m <sup>3</sup> ) gasóleo	Factor de conversión (kgCO <sub>2</sub> /kWh)
421.9	0.311

Conversión  $421.9 \text{ m}^3 \times 10100 \text{ kWh/m}^3 = 4261190$  kWh

Emisiones asociadas a consumo de gasóleo=  $4261190 \times 0.311 = 1325230$  kg CO<sub>2</sub>

### Alcance 2: Emisiones indirectas de la generación de electricidad

Incluimos aquí todos los consumos de electricidad del 2014 en el Campus de Valladolid, obtenidos por cálculo directo:

Consumo total (kWh) electricidad	Factor de conversión (kgCO <sub>2</sub> /kWh)
16685257	0.399

Emisiones asociadas a consumo de electricidad =  $6657418$  kg CO<sub>2</sub>

### Alcance 3: Otras emisiones indirectas

#### Construcción de edificios

La Universidad de Valladolid tiene dos tipos de edificios, dado que es una institución con más de 8 siglos de antigüedad: Los edificios históricos, que son patrimonio artístico y cultural, y que se han adaptado para el uso académico y administrativo de la Universidad, y aquellos cuya construcción planificada y llevada a cabo para el desarrollo de la actividad docente e investigadora en sí y considerados de reciente construcción. La consideración a estos tipos de edificios será diferente, puesto que los edificios históricos han tenido una vida útil de siglos, y unos materiales de construcción que no son extrapolables mediante el estudio MIES que es de donde obtendremos el factor de conversión. Por tanto, consideraremos en el presente cálculo el resto de edificios, a los que aproximaremos en media una vida útil de 30 años.

La superficie total construida de todos los edificios construidos en el Campus de Valladolid es de  $316582 \text{ m}^2$ .

El factor de emisión estimado, en este caso según el Informe MIES, para un edificio universitario, a partir de las emisiones de dióxido de carbono debidas a la construcción de la estructura, cubiertas, pavimentos, paredes, sistemas de iluminación, instalaciones, revestimientos y pinturas será de 521 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>.

Por tanto, las emisiones asociadas a construcción serán:

Factor de conversión
521 kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>

Superficie: 316582 m <sup>2</sup>
Emisiones asociadas a la construcción: 5497974 kgCO <sub>2</sub> /año

### Consumo de agua

El agua consumida en el Campus de Valladolid es suministrada por la empresa Aguas de Valladolid. Para calcular las emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas a estos consumo utilizaremos los datos aportados por la propia compañía suministradora, que ha obtenido su factor de conversión: 0,12 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>procesado, siendo “m<sup>3</sup> de agua procesado” los m<sup>3</sup> de agua potabilizados + m<sup>3</sup> de agua depurados; ya que la organización consume energía eléctrica y gas natural tanto en potabilizar como en depurar.

Factor de conversión: 0,12 kg CO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>
Consumo: 103933 m <sup>3</sup>
Emisiones asociadas al consumo de agua: 12472 kg CO <sub>2</sub>

### Movilidad de vehículos no propios

La mayor parte de las emisiones de CO<sub>2</sub> se derivan de la movilidad *in itinere*, por desplazamientos a los lugares de trabajo y estudio, tanto de trabajadores como alumnos de la Universidad, en sus vehículos propios.

Ante la imposibilidad de conocer estos datos de desplazamiento directamente, se procedió a un cálculo indirecto de los mismos. Para ello se realizó un estudio que concluyó con la redacción del Informe de Movilidad de la Universidad de Valladolid. La metodología fue a partir de encuestas.

Se realizaron entrevistas a un total de 688 estudiantes, con un muestreo aleatorio estratificado, 20 puntos de muestreo y un error muestral de ±2.0%, para un nivel de confianza de 95.5% y p=q.

Para el caso de los trabajadores, se realizaron 159 entrevistas, con un muestro aleatorio simple, en 20 centros de la Universidad y con un error muestral también de ±2.0%, para un nivel de confianza de 95.5% y p=q,

A efectos de calcular las emisiones generadas por los desplazamientos hacia la Universidad, se establecieron 5 zonas de desplazamiento hacia los principales edificios universitarios, incorporando en cada uno de ellos las macrozonas del PIMUVA (Plan Integral de Movilidad Urbana de la ciudad de Valladolid) siguientes, para de esta manera conocer el número de desplazamientos y kilómetros recorridos desde cada radio de kilómetros:

- Zona A (incluye las macrozonas 2,3,4,5,6,15,15 y 16): Estimamos que se recorren como media 1.3 km en cada desplazamiento.
- Zona B (incluye las macrozonas 1,7,8,13,17,24 y 25): Estimamos que se recorren como media 3.3 km en cada desplazamiento.
- Zona C (incluye las macrozonas 9,10,11,12,18 y 19): Estimamos que se recorren como media 5 km en cada desplazamiento.
- Zona D (incluye las macrozonas 20 y 21): Estimamos que se recorren como media 6.7 km en cada desplazamiento.
- Zona E (incluye las macrozonas 22 y 26): Estimamos que se recorren como media 10 km en cada desplazamiento.

Se han calculado los kilómetros recorridos totales en función de las zonas de las que provengan las personas que se desplazan, teniendo en cuenta si el coche es gasoil o gasolina, y si es compartido, en cuyo caso supondremos un índice de ocupación de dos personas. También se tiene en cuenta si se utiliza motocicleta o autobús.

El resultado final de los calculados realizados es el siguiente:

Tipo de desplazamiento	Distancia (km/día)	Consumo de combustible (litros/día)
Coche solo gasolina	24215.9	2058.3
Coche solo gasoil	22353.2	1341.2
Coche compartido gasolina	3718.2	316.1
Coche compartido gasoil	3432.2	205.9
Moto	2248.4	101.2
Bus	43521.2	783.4

Factores de conversión	kgCO <sub>2</sub> /litro
Gasolina	2.38
Diesel	2.61
GLP	1.63
Biodiesel	2.61
Mix autobuses AUVASA*	1.94

\* El factor de conversión para los autobuses municipales de Valladolid han sido calculados teniendo en cuenta que la empresa AUVASA tiene un 68.67% de vehículos movidos con GLP y un 31.33% movidos con biodiesel.

Tipo de desplazamiento	Emisiones asociadas de CO <sub>2</sub> (kg/día)
Coche solo gasolina	4898.9
Coche solo gasoil	3500.5
Coche compartido gasolina	752.2
Coche compartido gasoil	537.5
Moto	240.8
Bus	1519.8
<b>TOTAL</b>	<b>11449.6</b>

Emisiones asociadas al transporte indirecto = 4179115 kg CO<sub>2</sub>

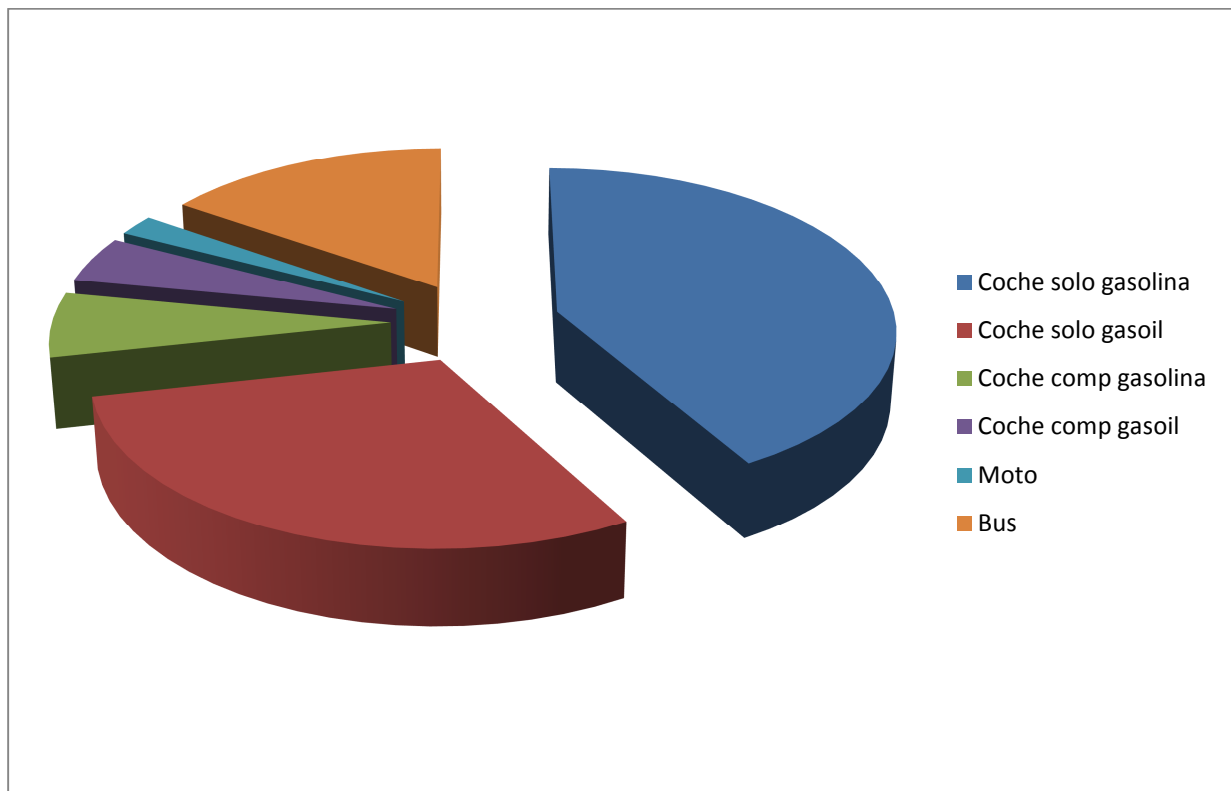


Por tanto, la UVa tiene unas emisiones de CO<sub>2</sub> diarias de 11449.6 kg/día de CO<sub>2</sub>, y unas emisiones anuales de 4179115 kg CO<sub>2</sub>.

En la Figura 4 se muestra la distribución de la contribución de emisiones de CO<sub>2</sub> entre los distintos medios de transporte empleados por los miembros de la comunidad universitaria de la UVa.

**Figura 4.**

Contribución en emisiones de CO<sub>2</sub> de los diferentes medios de transporte utilizados.



### Consumo de papel

Para calcular el consumo de papel en la Universidad, hemos hecho un cálculo indirecto, a través de encuestas, siguiendo el procedimiento descrito con anterioridad en este mismo documento. Los valores correspondientes a las encuestas realizadas entre el personal (PDI y PAS) de la Universidad son:

$N = 3185$

$Z_{\alpha} = 1.96$

$\alpha = 95\%$

$p = q = 0.5$

$e = 5\%$

$n = 3185 * 1.96^2 * 0.25 / (0.05^2 * 3184 + 1.96^2 * 0.25) = 342.90$  personas

El tamaño muestral es de 343 personas.

Para el caso de alumnos los valores resultantes son:

$$N = 18862$$

$$N = 18862 * 1.962 * 0.25 / (0.052 * 18862 + 1.962 * 0.25) = 376.51 \text{ personas}$$

El tamaño muestral es de 377 personas.

Al final se realizaron 487 encuestas a personal universitario y 380 a alumnos.

El procedimiento de cálculo pasa por determinar el consumo medio de papel por persona en la muestra, el cual multiplicaremos por el valor por la población total. Así, tenemos que los alumnos consumen una media de 2.49 paquetes (500 hojas) A4 por persona y año, 0.19 paquetes de A4 reciclado, y 0.03 paquetes de A3, mientras que el personal UVa utilizan una media de 5.2 paquetes de papel A4 al año, 0.04 paquetes de A4 reciclado, y 0.03 paquetes de A3.

Extrapolando estos datos a la totalidad de la población universitaria, tendremos la cantidad total de papel utilizado:

Personal (paquetes 500 hojas)			Alumnos (paquetes 500 hojas)		
A4	A4 reciclado	A3	A4	A4 reciclado	A3
16567	127	102	46966	352	617

Como la densidad del papel es de 80 g/m<sup>2</sup> y 1 m<sup>2</sup> de papel contiene 16 hojas de DIN A4 y 8 hojas DIN A3, podemos calcular el peso del papel empleado:

$$\text{Peso de papel A4 (toneladas)} = \frac{80 \times n}{16 \times 10^6}$$

$$\text{Peso de papel A3 (toneladas)} = \frac{80 \times N}{8 \times 10^6}$$

siendo n el número de hojas A4 y N el número de hojas A3.

Los resultados son:

- Peso papel A4=158.8 toneladas.
- Peso papel A3=0.00719 toneladas.
- Peso papel A4 reciclado=0.0024 toneladas.

Factor de conversión papel virgen (Mg CO <sub>2</sub> /Mg papel)	Factor de conversión papel reciclado (Mg CO <sub>2</sub> /Mg papel)
1.84	0.61

Emisiones de CO<sub>2</sub> debidas a papel virgen = 292205 kg CO<sub>2</sub>

Emisiones de CO<sub>2</sub> debidas a papel reciclado = 1.4 kg CO<sub>2</sub>

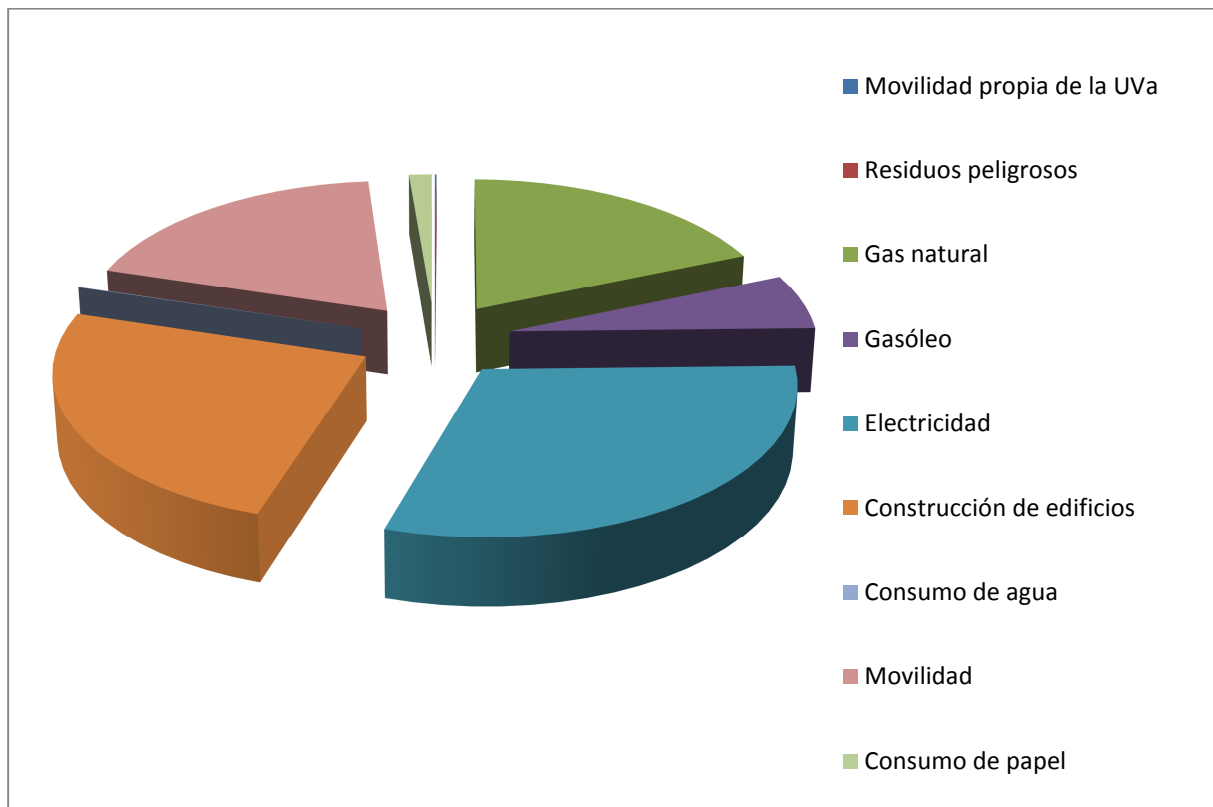
Emisiones totales de CO<sub>2</sub> debidas al consumo de papel= 292206.4 kg CO<sub>2</sub>

## EMISIONES TOTALES DE CO<sub>2</sub>

CATEGORÍA	EMISIONES (kg de CO <sub>2</sub> )
Movilidad propia de la UVa	20221
Residuos peligrosos	146
Gas natural	4095704
Gasóleo	1325230
Electricidad	6657418
Construcción de edificios	5497974
Consumo de agua	12472
Movilidad	4179115
Consumo de papel	292206
<b>TOTAL</b>	<b>22080486</b>

En la Figura 5 se recoge la contribución de cada categoría a las emisiones totales de CO<sub>2</sub> de la Universidad.

**Figura 5.**  
Contribución de cada categoría a las emisiones de CO<sub>2</sub> totales de la UVa.



## CÁLCULO DE HUELLA ECOLÓGICA

Aplicando la fórmula que comentamos anteriormente:

$$\text{Huella Ecológica (ha/año)} = \left( \frac{\text{Emisiones (ton CO}_2\text{)}}{\text{C.Fijado } \left( \frac{\text{ton CO}_2}{\text{ha}} \right)} \right) + \text{Superficie de edificios } \left( \frac{\text{ha}}{\text{año}} \right)$$

Obtendremos la Huella Ecológica total de la UVa, teniendo en cuenta que el valor que propone la Junta de Castilla y León para absorción de los bosques de la comunidad es de 4.04 ton/ha/año, y que la superficie total de los edificios del campus es de 31.6582 m<sup>2</sup>.

Para poder comparar resultados de Huella Ecológica obtenidos a partir de áreas con diferentes características, se deben expresar los cálculos siguiendo una única medida común, la hectárea global (hag), que como hemos comentado con anterioridad en este documento se define como una hectárea con la capacidad mundial promedio de producir recursos y absorber residuos.

Como factor de equivalencia de terrenos aplicaremos el de Global Footprint Network (2014) y el del Análisis de la Huella Ecológica en España (2008), ya incluidos en la Tabla 3, para el caso de bosques, ya que en el estudio asumimos que las emisiones serán captados por este tipo de terreno, dado que en la Comunidad de Castilla y León tiene una gran capacidad de sumidero de CO<sub>2</sub> debido a sus bosques.

Los resultados globales de la Huella Ecológica de la Universidad de Valladolid son:

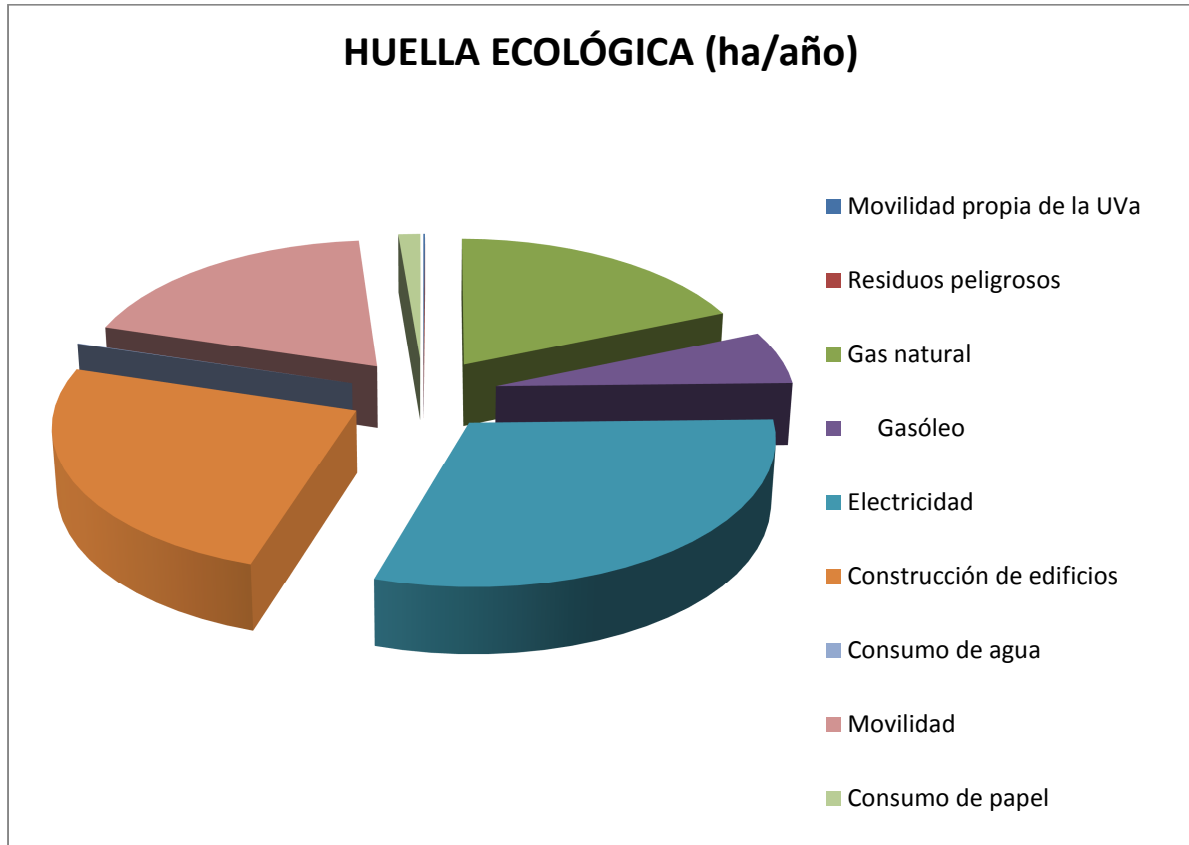
CATEGORÍA	HUELLA ECOLÓGICA (ha/año)	HUELLA ECOLÓGICA (hag/año)
Movilidad propia	5.01	6.86
Residuos peligrosos	0.04	0.05
Gas natural	1013.79	1388.89
Gasóleo	328.03	449.40
Electricidad	1647.88	2257.59
Construcción de edificios	1360.88	1864.41
Consumo de agua	3.09	4.23
Movilidad	1034.43	1417.18
Consumo de papel	72.33	99.09
<b>TOTAL</b>	<b>5465.47</b>	<b>7487.69</b>

Por tanto, la Universidad de Valladolid en su Campus de Valladolid tiene una **Huella Ecológica total de 5497.13 ha/año y de 7487.69 hag/año**. Considerando el tamaño de la población universitaria, que entre personal (PDI y PAS) y estudiantes asciende a 22047 personas, la Huella Ecológica de la Universidad de Valladolid será de **0.25 ha/año o 0.34 hag/año per cápita**.

## CONCLUSIONES

En la Figura 6 se muestra la disgregación de la Huella Ecológica total en sus diferentes categorías.

**Figura 6.**  
Contribución de cada categoría a la Huella Ecológica global de la UVa.

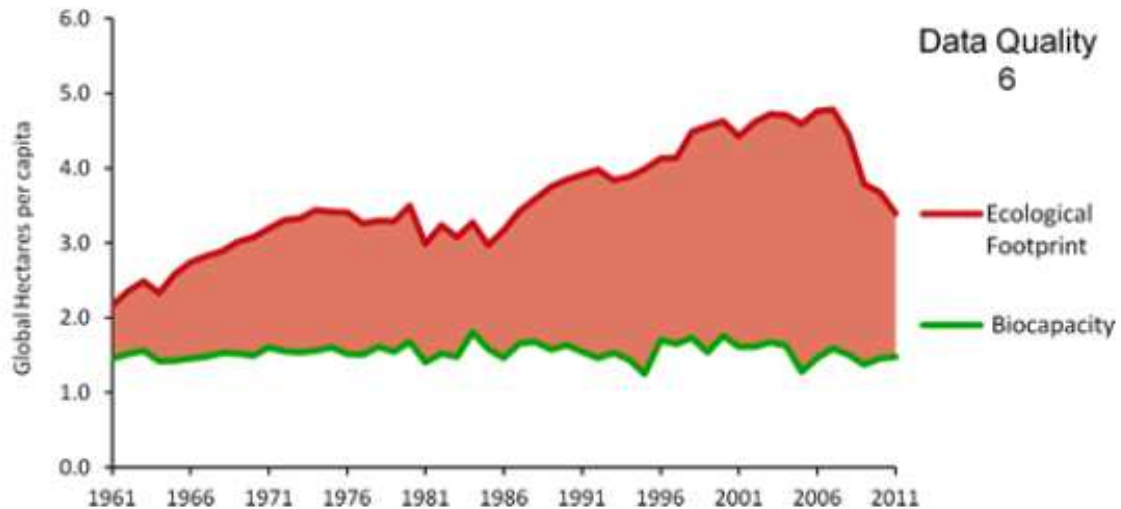


Como podemos ver, el consumo de energía, la construcción de edificios y la movilidad fueron las tres categorías con más peso en la Huella Ecológica. Se puede deducir a partir de los datos obtenidos que la Universidad de Valladolid está en la línea de otras Universidades Españolas que han calculado su Huella Ecológica, teniendo en cuenta que es un valor que varía anualmente, y que este es nuestro año base, siendo el objetivo disminuir esta Huella año a año.

La Figura 7 recoge la evolución temporal de la Huella Ecológica de España.

**Figura 7.**  
Evolución temporal de la Huella Ecológica de España, en hag/persona.  
Global Footprint Network, 2014.

## Spain



La Universidad de Valladolid necesitó para abastecerse en el año 2014 de una superficie de 0.34 hag/año per cápita. Según el informe Planeta Vivo 2014, la Huella Ecológica per cápita en España estuvo en torno a 4 hag/año per cápita.

El objetivo de la Universidad de Valladolid es reducir paulatinamente su Huella de Carbono, para lo cual habrá que adoptar medidas adaptadas a cada una de las categorías de impacto, tal y como se recoge a continuación.

### Consumo de energía

No resulta sorprendente que uno de nuestros principales impactos sea el asociado al consumo energético, dada nuestra ubicación climática y las características y usos de nuestros edificios. Nuestro gasto energético asociado es elevado, pero dentro de la media de las universidades españolas situadas en nuestra misma zona climática.

La electricidad acompaña la mayoría de las actividades que se desarrollan en los edificios universitarios (iluminación, calefacción y refrigeración, equipos informáticos, equipamiento de laboratorios, entre otros), por lo que es coherente plantearse medidas que permitan reducir la incidencia de este suministro energético de forma que podamos reducir su impacto en nuestra Huella de Carbono.

Lo mismo ocurre con los combustibles que nos proporcionan energía térmica y así mantener el confort dentro de nuestros edificios, pero se puede conseguir reducir su impacto a través de diferentes actuaciones que mejoren la envolvente térmica de nuestros edificios, reduciendo la demanda e incorporando equipos más eficientes en las instalaciones, y optando por fuentes energéticas renovables y más eficientes.

Es en este sentido hacia donde llevan unos años orientándose las medidas que se desarrollan en nuestros campus, a través del Plan de Sostenibilidad Energética aprobado por la Universidad de Valladolid.

Estamos desarrollando diferentes actuaciones que implican la reducción de nuestro consumo, tanto eléctrico como térmico:

- Sustitución de luminarias en nuestros edificios por otras más eficientes y de menor consumo.
- Instalación de detectores de presencia y luxómetros en zonas con mucha luz natural.
- Integración de sistemas de monitorización de consumo energético en diferentes edificios, lo que nos permitirá detectar consumos anómalos o innecesarios, y eliminarlos.
- Generación eléctrica a través de paneles fotovoltaicos y cogeneración con biomasa.
- Sustitución de equipos de bajo rendimiento en la generación térmica por otros más eficientes.
- Integración de una RED URBANA DE CALOR con biomasa para el suministro de energía térmica a 23 edificios de los Campus de Valladolid. Esta red de calor entrará en funcionamiento para el curso 2015-2016.
- Ampliación de las instalaciones de calefacción en el Campus Duques de Soria, de forma que se ha creado un pequeño anillo de calefacción abastecido por una caldera de biomasa.
- Construcción de nuevos edificios bajo la directriz de próximos a cero energía, cero emisiones, como el edificio LUCIA (Lanzadera Universitaria de Centros de Investigación Aplicada), un edificio autosuficiente desde el punto de vista energético dado que genera toda la energía que necesita en sus propias instalaciones a través de recursos renovables, como la biomasa, la energía geotérmica y la energía solar fotovoltaica.

Todas estas medidas se están teniendo en cuenta tanto en la construcción de nuevos edificios como en la rehabilitación de los existentes, lo que nos llevará a mejorar nuestra Huella de Carbono y a hacer nuestros campus más sostenibles.

### Construcción de edificios

Los edificios considerados en este estudio tienen hasta 30 años de antigüedad, por lo que la Huella Ecológica de los más antiguos dista mucho de la Huella que obtendrán los nuevos. En este sentido la Universidad de Valladolid tiene como compromiso que la construcción de los edificios que tenga planeados en el futuro se realice teniendo en cuenta los principios de construcción sostenible y la reducción de la Huella Ecológica en construcción y materiales, intentando aproximarse lo más posible a los edificios próximos a cero energía, cero emisiones, como hemos tenido con la experiencia del edificio LUCIA.

### Movilidad

Es una categoría importante de consumos energéticos y contaminación asociada a la UVa, por lo que necesitamos aplicar la mayor cantidad posible de medidas para reducirla.

El Campus Universitario de Valladolid dispone de un informe de evaluación de la movilidad universitaria, y en breve se realizará otro como actualización. Este informe da

unas conclusiones y unas medidas propuestas que se vienen aplicando y que se ampliarán en los próximos años. Dentro de ellas destacan:

- **Creación de un sistema de préstamo gratuito de bicicletas**

Se implantó un sistema de préstamo gratuito de bicicletas para toda la comunidad universitaria, incluyendo PAS, PDI y alumnos, que da servicio a los Campus de Valladolid, Palencia y Segovia, y que permite la posibilidad de disfrutar de una bicicleta para el máximo del curso escolar o por una duración a demanda.

Este servicio comenzó con un préstamo de 50 bicicletas y debido al éxito obtenido se adquirieron otras 50 más en el año 2012 y 33 en el 2013, contando actualmente con 145 bicicletas.

Actualmente este servicio tiene una gran acogida duplicándose o triplicándose la demanda de bicicletas con respecto a la oferta en el mismo día de apertura del préstamo. Se ampliará este servicio paulatinamente en los próximos años.

- **Creación de un sistema de coche compartido:**

El objetivo del programa es la reducción de vehículos privados que van a la UVa, con la reducción asociada de costes, contaminación, congestión y ruidos.

Este programa permite poner en contacto a los miembros de la Universidad cuyas rutas son compatibles, y puede funcionar tanto para recorridos cotidianos como para viajes largos (como los estudiantes originarios de otra ciudad que aprovechen los fines de semana para volver a casa).

- **Promoción de la movilidad eléctrica:**

Se incorporará en el 2015 un vehículo eléctrico, una motocicleta eléctrica y varias bicicletas eléctricas para servicios universitarios.

Se han instalado un poste de recarga situado en el parking de la Escuela de Ingenierías Industriales - sede Paseo del Cauce. Es un poste con modos de carga 1 y 3, conector Schucko y Tipo 2, potencia máxima 25 kW e intensidad máxima de 48 A. También contamos con un poste de recarga propiedad del Ayuntamiento y a lo largo del 2015 se instalarán otros 3 postes fruto de un convenio de colaboración con el Ente Regional de la Energía e Iberdrola.

Se está lanzando varios Proyectos Europeos sobre movilidad eléctrica con el objetivo de conseguir implantar en mayor magnitud los proyectos de ecomovilidad.

- **Mejora de infraestructuras para bicicletas:**

Se han venido instalando nuevos aparcabicis, y se seguirá mejorando, en la medida de lo posible, los aparcamientos para bicicletas y los carriles bici propiedad de la Universidad.



- **Mejora del transporte público:**

Se harán los acuerdos que sean posibles con el Ayuntamiento para mejorar el transporte público, horarios, trasbordos, tarifas, adaptación de líneas etc, con origen y destinos a nuestros campus.

- **Transporte a pie:**

Se está haciendo análisis y mejora de la accesibilidad, de las zonas ajardinadas, de accesos, pasos, etc., para favorecer los desplazamientos a pie.

## Consumo de agua

A través de una adecuada gestión del ciclo del agua pueden lograrse grandes ahorros. En el edificio LUCIA se ha logrado una reducción importante de la demanda de agua potable mediante la recuperación del 73% de agua de lluvia recogida en la cubierta, y tratamiento y reciclaje del 100% de las aguas grises para su uso en el sistema de saneamiento, equipado además con dispositivos ahorradores. La cubierta del edificio es vegetal, y se recupera el agua de lluvia para su reutilización en las cisternas de los inodoros. Las plantas utilizadas en la cubierta son autóctonas y no requieren riego.

Se promocionarán las prácticas de jardinería racional para la reducción del consumo de agua, como la elección de especies autóctonas, el riego programado, la reducción de césped sustituyéndolo por especies tapizantes y la zonificación de plantas, entre otras medidas.

En cuanto al agua utilizada en los edificios que se construyan nuevos, y en reformas, se incluirán elementos de ahorro de agua, como grifos, reductores de caudal (estos dispositivos se pueden incorporar en las tuberías de los lavabos o duchas para impedir que el consumo de agua exceda un consumo fijado), aireadores (se pueden enroscar en los caños de los grifos aireadores para incorporar aire al chorro de agua y así reducir el consumo de agua hasta un 40-50% del inicial sin ningún perjuicio para el usuario) e inodoros (los inodoros con cisterna baja pueden ahorrar agua mediante la incorporación de un sistema de interrupción de descarga que permite escoger al usuario entre dos volúmenes distintos de descarga de agua o mediante el paro voluntario de la descarga al volver a pulsar el botón).

## Gestión de residuos

Actualmente disponemos de contenedores de recogida selectiva de papel, tóner, plásticos, CD y DVD, pilas, tapones de plástico y móviles. También se recogen selectivamente residuos electrónicos, fluorescentes y lámparas de bajo consumo. Todos estos residuos se destinan al reciclaje.

Se pretende continuar la expansión de estos puntos de recogida ampliando los tipos de residuos recogidos y la cantidad de puntos de recogida.

En cuanto a residuos peligrosos, se sigue desde el año 2008 el Plan de Gestión de Residuos de la Universidad de Valladolid, retirándose todos los residuos de la UVa a través de empresas gestoras autorizadas por la Junta de Castilla y León. El Plan de Gestión de Residuos tiene como principios el fomento de la minimización de residuos, a

través de la prevención de la producción de residuos, la reutilización, el reciclado, la valorización energética y, finalmente, la eliminación, cuando no sea posible ninguno de los anteriores.

### Consumo de papel

Para la reducción del consumo de papel se plantea promocionar las plataformas virtuales existentes y la creación del máximo número de aplicaciones web, para acercarnos lo más posible a los procedimientos de la administración electrónica.

Cuando sea imprescindible la impresión, se recomienda hacerlo a doble cara, con papel reciclado, con los modos de ahorro de tinta, serían las buenas prácticas a las que debemos tender. Se promocionará también los sobres reutilizables, que ya están disponibles desde hace tiempo UVa.

Se aumentará progresivamente el número de contenedores de recogida selectiva de papel para favorecer más el reciclado.

## BIBLIOGRAFÍA

---

- UNE-EN-ISO 14064.
- UNE-EN-ISO 14067.
- Ecological footprint atlas (2010).
- Global Footprint Network (2014).
- Informe planeta vivo (2014).
- Análisis de la Huella Ecológica en España (2008). Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.
- Metodología para el cálculo de la Huella Ecológica en universidades (2015), CONAMA, Noelia López Álvarez, Universidad de Santiago de Compostela.
- Guía práctica para el cálculo de emisiones de gases de efecto invernadero (2015). Oficina Catalana del Cambio Climático.
- Informe MIES (1999). Albert Cuchí e Isaac López Caballero. Escola Tècnica Superior d'Arquitectura del Vallès. UPC.
- Tercer Inventario Forestal Nacional. [www.magrama.gov.es](http://www.magrama.gov.es),
- Propuesta de documento reconocido sobre factores de emisión de CO<sub>2</sub> y coeficientes de paso a energía primaria de diferentes fuentes de energía final consumidas en el sector edificios en España versión 03/03/2014 MINETUR; IDEA,
- Referente Técnico Regional de Castilla y León, Certificación Forestal Regional PEFC, Junio de 2009,