

Observatorio Medioambiental

ISSN: 1139-1987

<http://dx.doi.org/10.5209/OBMD.62655>EDICIONES
COMPLUTENSE

Evaluación de la huella ecológica en la Universidad de Jaén, una herramienta para la gestión sostenible¹

Gema Parra^{2,3}; Manuela Checa²; Carmen Rosario Mesa-Barrionuevo⁴; Nicolás Ruiz-Reyes^{5,6}; Francisco Guerrero^{2,3}

Recibido: 15 de diciembre del 2017 / Enviado a evaluar: 16 de diciembre del 2017/ Aceptado: 3 de septiembre del 2018

Resumen. El impacto que las actividades humanas tienen sobre la Tierra exige un cambio hacia un modelo más sostenible. Una de las formas más utilizadas para evaluar este impacto es la huella ecológica, que recientemente ha sido aplicada a instituciones educativas. En este trabajo se evalúa la huella ecológica de la Universidad de Jaén durante los cursos académicos 2011-12 al 2013-14. Los resultados obtenidos muestran que se necesita de media 9426,30 ha/año y 0,55 ha/persona/año para compensar las emisiones generadas por las actividades llevadas a cabo por esta institución. La movilidad con un 54,71 % es la principal actividad emisora de CO₂. Comparando con otras universidades españolas, la Universidad de Jaén presenta una de las huellas ecológicas por persona más elevadas. Para reducir la huella ecológica, la Universidad de Jaén debe trabajar en incrementar la educación ambiental de su comunidad universitaria y realizar una gestión más sostenible.

Palabras clave: Huella ecológica; universidad; educación ambiental; gestión ambiental.

[en] Ecological footprint assessment in the University of Jaén, a tool for environmental management

Abstract. The impact that human activities have on Earth demands to change towards a more sustainable model. One of the assessment tools is the ecological footprint that has also been used as sustainable indicator in high education institutions. In this work the ecological footprint of the University of Jaén has been evaluated during the academic years 2011-12 to 2013-14. The obtained results show that the University needs an average of 9426.30 ha/year. Moreover, each person who studies, teaches, works, in Jaén university needs 0.55 ha/individual/year. The mobility, with 54,71 % of the ecological footprint is

¹ Es digno reseñar que parte del material del presente trabajo fue galardonado con el primer premio Thoreau en 2017 (TFG presentado por uno de los autores de este trabajo, Manuela Checa).

² Departamento de Biología Animal, Biología Vegetal y Ecología. Universidad de Jaén (España).
E-mail: gparra@ujaen.es

³ Centro de Estudios Avanzados en Ciencias de la Tierra. Universidad de Jaén (España).

⁴ Aula Verde. Universidad de Jaén. Vicerrector de Planificación Estratégica, Calidad y Responsabilidad Social.

⁵ Gerencia. Universidad de Jaén (España).

⁶ Departamento de Ingeniería de Telecomunicación. Escuela Politécnica Superior de Linares. Universidad de Jaén (España).

the principal activity concerning the CO₂ emissions in the University of Jaén. Comparing with other Spanish universities, University of Jaén is one with higher ecological footprint per person. More environmental education programs and a more sustainable university management are needed.

Key words: Ecological footprint; university; environmental education; environmental management.

[fr] Évaluation de l'empreinte écologique à l'Université de Jaén, un outil pour la gestion de l'environnement

Résumé. L'impact que les activités humaines ont sur la Terre nous oblige à changer vers un modèle plus durable. L'empreinte écologique est utilisée pour comprendre comment nous modifions notre écosystème mondial. Ce travail a évalué l'empreinte écologique de l'Université de Jaén entre 2012 et 2014. Les résultats obtenus montrent que l'Université a besoin d'une moyenne de 9426,30 ha / an. En outre, chaque personne qui étudie, enseigne, travaille, à Jaén l'université a besoin de 0,55 ha / individuels / an. La mobilité, avec 54,71% de l'empreinte écologique, est l'activité principale des émissions de CO₂ de l'Université de Jaén. Comparant les universités espagnoles, l'Université de Jaén se des universités ayant le plus haut niveau d'empreinte écologique. Il faut davantage de programmes d'éducation environnementale et une gestion universitaire plus durable.

Mots clés: Empreinte écologique; université éducation à l'environnement; gestion de l'environnement.

Cómo citar. Parra, G., Checa, M., Mesa-Barrionuevo, C.R., Ruíz-Reyes, N. y Guerrero, F. (2018): Evaluación de la huella ecológica en la Universidad de Jaén, una herramienta para la gestión sostenible. *Observatorio Medioambiental*, 21, 233-246.

Sumario. 1. Introducción. 2. Material y métodos. 3. Resultados. 4. Discusión. 5. Bibliografía.

1. Introducción

Las actividades desarrolladas por los seres humanos provocan la sobreexplotación de los recursos naturales, generando como consecuencia de ello multitud de impactos ambientales. Entre estos impactos destacan la contaminación atmosférica, de suelos y aguas, el desequilibrio de los ciclos biogeoquímicos (nitrógeno y fósforo), la fragmentación de los hábitats y la disminución de la biodiversidad. Estos impactos están llevando al colapso del planeta, sobrepasando los límites planetarios (Rockström et al., 2009) y manifestándose en lo que actualmente se conoce como cambio global (Rodríguez, 2010). Consecuencia de esta gran cantidad de cambio ha sido la aparición del término Antropoceno (Crutzen y Stoermer, 2000), una nueva era generada como consecuencia del actual modo de producción y consumo energético responsable de un cambio climático a escala global con consecuencias negativas en la Tierra y en los propios sistemas socioeconómicos (Catalá, 2014).

La situación de cambio global ha planteado la búsqueda de soluciones que pasan por lo que se conoce como sostenibilidad, término que aparece en el año 1987 a partir de la publicación del informe Nuestro Futuro Común de las Naciones Unidas, más conocido como informe Brundtland (1987). El concepto de desarrollo sostenible surge entonces como una alternativa al modelo vigente de desarrollo, buscando un equilibrio entre la conservación de los recursos naturales, el desarrollo social y el

crecimiento económico (González et al., 2008; Guerrero et al., 2016). En este cambio la sociedad juega un papel fundamental, habiéndose ya comenzado a tomar medidas para mitigar los efectos negativos del cambio global en los ecosistemas. El efecto de estos cambios debe ser medido a través de herramientas informativas que ayuden a actuar más eficazmente (Duarte et al., 2006). Con este fin, se han desarrollado indicadores como el índice de progreso genuino (Daly et al., 1989; Talberth et al., 2006) o el índice de la huella ecológica (Rees y Wackernagel, 1996). Este último, es un indicador de sostenibilidad diseñado para mostrar el consumo de recursos biológicos y la generación de residuos en términos de superficie de ecosistema (Rees y Wackernagel, 1996). Utilizado habitualmente para regiones o países se ha constatado que dicho indicador podría utilizarse también en empresas y en cualquier tipo de organización (Doménech, 2007).

Las universidades como líderes mundiales en investigación, innovación y educación deben ser entidades claves para fomentar los cambios en las generaciones actuales y futuras (Clarke y Kouri, 2009). En este sentido se ha dicho que la implementación de una gestión sostenible en las universidades puede ser más fácil debido a la autonomía de la estructura de gobierno y reducida complejidad (Finlay y Massesi, 2012). Todo ello ha llevado al establecimiento de modelos de universidades más sostenibles, con un uso eficiente de los recursos y bajas emisiones de carbono (UNEP, 2014). Ejemplos de estas acciones han sido aplicadas, entre otras, en las universidades de Ohio (Janis, 2007), de Redlands, (Venetoulis, 2001), de Toronto (Stewart y Loo, 2005), de Newcastle en Australia (Flint, 2001). En nuestro país algunas universidades también han llevado a cabo este proceso de evaluación, destacando entre ellas las universidades de Santiago de Compostela (López, 2008), Valencia (Torregrosa, 2011), Málaga (Vicerrectorado de Infraestructuras y Sostenibilidad, 2011), Granada (Universidad de Granada 2010) y Córdoba (Toro et al., 2014). A pesar de que cada universidad utiliza diferentes metodologías, todas ellas buscan como objetivo calcular la huella ecológica o en su defecto, la huella de carbono, con el objetivo último de buscar una mejora en su gestión que las haga instituciones educativas más sostenibles y cualitativamente mejores. Estas evaluaciones proporcionan un marco perfecto para el desarrollo de políticas y estrategias que impulsen el cambio en la institución; no debiendo ser meros datos informativos, sino un incentivo para la toma de decisiones y la acción hacia un modelo sostenible (UNEP, 2014).

La Universidad de Jaén es una institución docente e investigadora muy involucrada con el cuidado del medio ambiente, aspecto que se ratificó con su incorporación al programa Ecocampus de la Junta de Andalucía y la creación del Aula Verde, así como con la puesta en marcha de una política de sostenibilidad ambiental. Según Guerrero (2012) el Aula Verde de la Universidad de Jaén fue creada como un instrumento para concienciar y fomentar nuevas prácticas sostenibles, informar sobre las actividades relacionadas con la sostenibilidad que esta institución desarrolla y para solucionar errores y problemas ambientales. En el presente trabajo se pretende utilizar la huella ecológica como una herramienta para estimar el impacto al medio ambiente que se genera por la actividad de esta institución universitaria y

que permita generar medidas correctoras, con el fin de mejorar el entorno actual y futuro de esta organización. Nuestra hipótesis de partida asume que, por ser una universidad de reducido tamaño, la huella ecológica de la Universidad de Jaén debería ser pequeña.

2. Material y métodos

Para calcular la huella ecológica de la Universidad de Jaén se ha seguido la metodología para universidades propuesta por López (2008), basada en datos de fijación y emisión de CO₂. Para esta estimación se han tomado solamente los datos de uno de los dos campus universitarios que actualmente posee la Universidad de Jaén, el Campus de las Lagunillas, ubicado en la ciudad de Jaén, durante los cursos académicos 2011-12; 2012-13 y 2013-14.

Para utilizar los datos de tasa de fijación es necesario conocer qué porcentaje del suelo de la provincia de Jaén es suelo forestal o agrícola. Utilizando el Mapa de Usos y Coberturas Vegetales de Andalucía (MUCVA, 2007) se observa que los usos del suelo forestal y agrícola tiene un porcentaje similar (48% y 47% respectivamente), suponiendo entre ellos un 95%. El restante 5 % es suelo artificial y zonas húmedas (humedales, embalses, ríos...). Según los datos reflejados en el Inventario Andaluz de Sumideros de CO₂ (Junta de Andalucía, 2005) las zonas forestales presentan un valor medio de fijación de CO₂ de 1,6 t //ha/año; mientras que los suelos agrícolas (principalmente olivar) presentan una tasa de fijación de 0,88 t C/ha/año. A tenor de los resultados comentados, en este trabajo se utilizará un valor promedio entre ambos (1,24 t C/ha año) como valor medio de fijación de CO₂.

Por otro lado, para el cálculo de las emisiones de CO₂ es necesario conocer las actividades que se llevan a cabo en una empresa o institución y que en el contexto universitario quedan plasmadas en las siguientes: (i) consumo de electricidad, (ii) consumo de gas, (iii) consumo de agua, (iv) producción de residuos, (v) consumo de papel, (vi) construcción de edificios y (vii) movilidad. El cálculo final de emisiones, excluyéndose la movilidad, se obtiene específicamente para cada una de las actividades según los datos de consumo y el factor de emisión típico de cada una de ellas:

$$\text{Emisiones (t CO}_2\text{)} = \text{Actividad} \times \text{Factor de Emisión}$$

Los datos de consumo de electricidad, gas, agua, construcciones y residuos fueron facilitados por la Unidad Técnica y el Servicio de Prevención de Riesgos Laborales de la Universidad de Jaén, utilizándose los factores de emisión propuestos por Toro et al. (2014) para cada uno de ellos (véase Tabla 1). Los consumos de papel fueron obtenidos a partir de los datos aportados por el Servicio de Contratación y Patrimonio de la Universidad de Jaén para la estimación del consumo de los trabajadores de la Universidad de Jaén (PAS y PDI) y a partir de encuestas para el consumo del alumnado. En colaboración con el Aula Verde de la Universidad de Jaén se

preguntaba la cantidad de folios que se consumen por día (toma de apuntes, fotocopias), así como si se utilizaba papel reciclado. La obtención del consumo se estimó sobre un valor medio de 170 días lectivos por curso (150 días lectivos de clase más 20 días de media en periodo de exámenes) con un peso medio por folio de 0,0049896 kg (Toro et al., 2014). Los factores de emisión se han obtenido de López (2008), siendo diferentes según el tipo de papel utilizado (Tabla 1).

Tabla 1. Fuente de información para la recogida de datos de cada actividad y el factor de emisión utilizado en cada caso.

Variable	Fuente de información	Factor de emisión
Electricidad	Unidad Técnica	¹ 0,360 kg CO ₂ /kWh
Gas	Unidad Técnica	¹ 2,160 kg CO ₂ /m ³
Agua	Unidad Técnica	¹ 0,121 kg CO ₂ /m ³
Construcciones	Unidad Técnica	¹ 10,40 kg CO ₂ /m ² /año
Residuos	Servicio de Prevención de Riesgos laborales	
Aceites		¹ 0,035 kg CO ₂ /kg
Material contaminado y envases con productos químicos		¹ 0,026 kg CO ₂ /kg
Disolventes		¹ 0,099 kg CO ₂ /kg
Biosanitarios, bromuro de etidio y reactivos de laboratorio sin categorizar		¹ 0,050 kg CO ₂ /kg
Ácidos, bases y soluciones		¹ 0,068 kg CO ₂ /kg
Pesticidas		¹ 18,100 kg CO ₂ /kg
Baterías		¹ 0,002 kg CO ₂ /kg
Papel	Servicio de Contratación y Patrimonio y encuesta al alumnado	
Papel virgen		
Papel reciclado		
Movilidad	Encuesta/muestreo en campus	
Turismo con 1-2 ocupantes		² 0,20 kg CO ₂ /km
Turismo con 3 ocupantes		² 0,10 kg CO ₂ /km
Turismo con 4 ocupantes		² 0,07 kg CO ₂ /km
Turismo con 5 ocupantes		² 0,05 kg CO ₂ /km
Autobús		² 0,04 kg CO ₂ /km
Ciclomotor		² 0,08 kg CO ₂ /km

Fuente: Toro et al. (2014) y López (2008)

Para evaluar la repercusión de la movilidad se han utilizado los datos del número de alumnos y trabajadores de la Universidad de Jaén durante el periodo de estudio (Tabla 2), obtenidos de los anuarios estadísticos de la Universidad de Jaén (disponibles en: https://www.ujaen.es/serv/spe/anuario_/An_o_ant.html). Se realizaron encuestas a través de internet y en el propio campus para obtener el dato de la distancia media que recorren al día los estudiantes y trabajadores, obteniéndose un valor medio diferente para las personas que viajan desde Jaén y para las personas que viajan desde otras localidades distintas a la capital. El resultado obtenido de esta encuesta mostró una distancia media total recorrida por personas que no habitan en Jaén de 54 km, mientras que la distancia media recorrida por personas que viven en Jaén era de 6 km. Al mismo tiempo se realizó un muestreo de campo sobre un total de 3121 personas (un 15% del total de alumnos y trabajadores) para analizar el tipo de transporte utilizado para acceder a la Universidad y el nivel de ocupación de los vehículos. Se contabilizaron la cantidad de personas que llegaban en coche y la ocupación de éstos; las personas que iban en bus; las personas que llegaban en moto y la cantidad de personas que se trasladan a la universidad andando o en bicicleta. El periodo de muestreo fue de dos horas y media en los periodos de máxima afluencia al campus universitario. En los resultados de esta encuesta se ha asumido que (i) el tipo de transporte para llegar a la universidad es idéntico al tipo de transporte que se utiliza para regresar a sus viviendas; (ii) el porcentaje obtenido de viajeros desde la zona metropolitana (55%) y la zona urbana (45%) para los desplazamientos en autobús ha sido aplicado al desplazamiento de turistas y (iii) dado que la mayor parte de las motos del campus son ciclomotores, se ha asumido que este medio es utilizado principalmente para el transporte urbano.

Tabla 2. Número de alumnos, personal de administración y servicios (PAS) y personal docente e investigador (PDI) de Universidad de Jaén durante los cursos académicos 2011-12 a 2013-14

	Curso 2011-12	Curso 2012-13	Curso 2013-14
Alumnos	15761	15308	15795
PDI	1026	912	902
PAS	470	465	468
Total	17257	16685	17165

Fuente: Anuario estadístico de la Universidad de Jaén.

Con todos estos datos se ha procedido a estimar las emisiones (toneladas CO₂) de la actividad de movilidad, utilizando una modificación sobre la fórmula propuesta por Toro et al. (2014):

$$\text{Emisiones (t CO}_2\text{)} = N \times D \times H \times \text{Factor de emisión}$$

donde N es el número de personas que utiliza un determinado medio de transporte; D es la distancia media recorrida cada día (54 km para zonas metropolitanas y 6 km para zona urbana); H es la cantidad de días lectivos del curso académico en la Universidad de Jaén (170 días lectivos), siendo el factor de emisión (en kg CO₂/km), obtenido de López (2008) y que difiere según el tipo de transporte utilizado (turismo, autobús o ciclomotor), así como el nivel de ocupación para turismos (véase Tabla 1).

3. Resultados

En la tabla 3 se muestran los resultados obtenidos de consumo en cada una de las actividades utilizadas para el cálculo de la huella ecológica en la Universidad de Jaén. En términos generales los consumos de electricidad, agua, superficie construida, movilidad y papel se han mantenido más o menos constantes a lo largo del periodo de estudio. Cabe destacar un descenso en el consumo de gas, así como de aceites, material contaminado y bases y ácidos en el curso académico 2013-2014 y un incremento de casi diez veces en el consumo de pesticidas. Igualmente es llamativa la diferencia en el consumo de los distintos tipos de papel, siendo muy reducido el uso de papel reciclado (6%).

La tabla 4 muestra el cálculo de la huella de carbono (emisiones de CO₂). Los datos totales obtenidos para los tres cursos académicos son muy similares, aunque se puede observar un ligero descenso a lo largo del periodo de estudio. Las principales actividades responsables de la emisión de CO₂ en la Universidad de Jaén durante el periodo estudiado son la movilidad (54,1%) y el consumo eléctrico (26,62%). Le siguen la superficie construida (19%), y por último el consumo de papel, agua, gas natural y los residuos, todos ellos con un porcentaje menor al 5%. Las altas emisiones asociadas a la movilidad son consecuencia de que la mayor parte del personal que utiliza un medio de transporte para su desplazamiento a la universidad (56,8%) lo hacen a través del vehículo particular (42,5%). Además, la mitad de los coches viajan con un solo ocupante, mientras que un 28% llevan dos ocupantes y el 25% restante viajan con 3, 4 ó 5 ocupantes (Tabla 3). Por otro lado, analizando el resto de resultados en detalle hay que resaltar la disminución en las emisiones debidas al consumo de gas y el aumento de las emisiones de los residuos debido esto último fundamentalmente al incremento en el uso de pesticidas y al elevado factor de emisión de los mismos (82% del valor medio de las emisiones de residuos).

Finalmente resaltar que la huella ecológica en términos de hectáreas necesarias cada año para compensar las emisiones generadas por las actividades llevadas a cabo en el campus universitario de Las Lagunillas sería de 9515,20 ha/año, 9400,53 ha/año, 9363,16 ha/año para los cursos 2011-12, 2012-13 y 2013-14 respectivamente. La huella ecológica asociada a cada persona perteneciente a la comunidad universitaria (estudiantes, PDI y PAS) del campus de Jaén muestra valores de 0,55 ha/persona/año, 0,56 ha/persona/año y 0,54 ha/persona/año para los cursos 2011-12, 2012-13 y 2013-14 respectivamente.

Tabla 3. Datos de consumos cada actividad evaluada para el cálculo de la huella ecológica de la Universidad de Jaén.

Actividad		Curso 2011-12	Curso 2012-13	Curso 2013-14
Gas Natural (m³)		96149	162723	46081
Energía Eléctrica (kWh)		8756501	8578649	8592276
Agua (m³)		53497	45919	54850
Superficie Construida (m²)		161392	161392	161392
Movilidad (personas)	Turismo 1-2 ocupantes	5650,97	5463,65	5620,84
	Turismo 3 ocupantes	729,87	705,68	725,98
	Turismo 4 ocupantes	707,75	684,29	703,98
	Turismo 5 ocupantes	387,05	374,22	384,95
	Autobús	2217,26	2143,76	2204,77
	Moto	199,06	192,46	197,99
Residuos (kg)	Aceites	605	220	334
	Material Contaminado y Envases con Productos Químicos	2178	2205	1488
	Disolventes	510	630	561
	Biosanitarios, Bromuro de Etidio y RP de Laboratorio	2790	1025	2360
	Bases, Ácidos y soluciones	1650	2285	753
	Pesticidas	90	240	895
	Baterías	-	560	83
Papel (kg)	Papel reciclado	16,35	15,88	16,39
	Papel virgen	257,82	249,27	256,42

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4. Emisiones de CO₂ (toneladas) que genera cada actividad utilizada en el cálculo de la huella ecológica de la Universidad de Jaén en el periodo de estudio

Actividades	t CO ₂	t CO ₂	t CO ₂
	Curso 2011-12	Curso 2012-13	Curso 2013-14
Gas	207,68	351,48	99,54
Electricidad	3152,34	3088,31	3093,22
Agua	6,49	5,57	6,65
Superficie construida	1678,5	1678,5	1678,5
Movilidad	6477,67	6263	6443
Residuos	2,01	4,68	16,48
Papel	274,18	265,16	272,81
Total CO₂	11798,85	11656,65	11610,32

Fuente: Elaboración propia.

4. Discusión

La Universidad de Jaén es una institución de educación superior plenamente concienciada con los problemas ambientales. Muestra de ello han sido (i) su incorporación en el año 2010 al programa Ecocampus de la Junta de Andalucía, junto a las Universidades de Almería, Cádiz, Córdoba, Huelva y Pablo de Olavide; (ii) la creación del Aula Verde en 2008 y de un Secretariado de Sostenibilidad en 2011 con el objeto de fortalecer el desarrollo de actuaciones orientadas hacia la concienciación medioambiental y el fomento de nuevos comportamientos ambientalmente más sostenibles entre los miembros de la comunidad universitaria, mediante actividades de información, comunicación ambiental, educación y voluntariado ambiental; (iii) la implantación en 2014 de una política de sostenibilidad ambiental; (iv) la creación del premio Thoreau de medio ambiente, de convocatoria anual para incentivar entre los estudiantes su vinculación con la sostenibilidad (valorando sus trabajos de fin de máster o fin de grado)⁷; y (v) la actual elaboración y desarrollo de un plan de sostenibilidad, que llevaría a la certificación ISO14001 de gestión ambiental. Del mismo modo, la Universidad de Jaén ha sido la primera universidad andaluza incluida en el baremo Greenmetric de la Universidad de Indonesia, un ranking de sostenibilidad universitaria mundial (<http://greenmetric.ui.ac.id/>).

⁷ Es digno reseñar que parte del material del presente trabajo fue galardonado con el primer premio Thoreau en 2017 (TFG presentado por uno de los autores de este trabajo, Manuela Checa).

Además de estas acciones, la Universidad de Jaén ha llevado a cabo un proceso de cambio en su gestión ambiental que se ha manifestado en la disminución del valor de su huella ecológica en el periodo de estudio. Este descenso ha estado ligado a una patente disminución del consumo de gas como consecuencia de la adquisición de equipos más eficientes energéticamente. En este sentido, es importante resaltar el papel que esta universidad ha tenido siempre en relación al gasto energético, habiendo sido pionera en la instalación de paneles solares asociados a techos de aparcamientos y muros de edificios (proyecto UNIVER), lo que supone un porcentaje de consumo de energía renovable de hasta un 5%.

La actividad más relevante en el cómputo de la huella ecológica ha sido la movilidad, consecuencia del elevado número de personas que viajan en vehículo particular. Esta realidad puede asociarse a: (i) una deficiente oferta de transporte público y (ii) a la comodidad de los propios usuarios. Para reducir las emisiones debidas a movilidad, la Universidad de Jaén tendría que trabajar incrementando la conciencia ambiental de la comunidad universitaria que conlleve a un mayor uso del transporte público y a la vez reclamar mejoras en los servicios públicos de transportes urbanos y metropolitanos. Una de las medidas planteadas en este sentido ha sido fomentar el uso del coche compartido mediante contrato con la empresa AMOVENS. Otra propuesta planteada, aunque no adoptada, ha sido que la Universidad de Jaén cuente con un parking especial para coches compartidos, reservando aparcamientos asegurados para aquellos vehículos que viajen con dos o más ocupantes. Una tercera opción podría ser aumentar la oferta de docencia no presencial (e.g. a través de plataformas de e-learning, Moodle, MOOC,...) lo cual reduciría de manera importante el número de días en los que existe una necesidad de desplazamiento de los alumnos al campus universitario. Todo este tipo de medidas deben llevar a que la movilidad tenga un menor peso en la huella ecológica, tal y como ocurre en universidades de fuera de nuestro entorno. Este es el caso por ejemplo del Colorado College, donde la movilidad no representa ni un 2% de la huella ecológica, puesto que el 80% de los estudiantes viven en el campus, así como parte de los trabajadores y profesores a los que se les ofrece viviendas en el mismo (Klein-Banai y Theis, 2011). La Universidad de Jaén también ha apostado por esta opción con la construcción de un nuevo edificio de viviendas universitarias, ubicado en las proximidades del campus de Las Lagunillas, que proporcionará a los estudiantes y trabajadores (PAS y PDI), además del actual colegio mayor (152 plazas), una oferta de apartamentos con condiciones suficientemente ventajosas para que sea más rentable estar alojado en el mismo que viajar a diario desde sus localidades a la ciudad de Jaén.

La tabla 5 muestra los resultados de huella ecológica por persona de la Universidad de Jaén y otras universidades españolas. La Universidad de Jaén presenta un valor medio de huella ecológica más bajo que el de la Universidad de Córdoba; similar al de la Universidad de Santiago, pero bastante más alto que el de la Universidad de Granada. A pesar de que la Universidad de Santiago es la que más toneladas de CO₂ emite, su huella ecológica no es la más elevada comparándola con las otras universidades ya que el factor de fijación de carbono del territorio geográfico

donde está ubicada es superior al del resto de entidades. Este aspecto nos traslada a nuestro ámbito provincial en el que el porcentaje de suelo agrícola, con una tasa de fijación de carbono más baja que el forestal, ocupa casi un 50% de la superficie. Este factor provoca que universidades ubicadas en regiones donde existen mayor cantidad de masas forestales (véase Universidad de Santiago de Compostela) “*puedan*” emitir mayor cantidad de toneladas de CO₂ (huella de carbono) que la Universidad de Jaén y que ello no suponga una mayor huella ecológica por persona. Los valores publicados por otras instituciones de enseñanza en el ámbito internacional muestran valores de huella ecológica per cápita en el rango que va desde los 8,66 h de la Universidad del estado de Ohio a los 0,19 h de la Universidad de Newcastle (Klein-Banai y Theis, 2011).

Tabla 5. Datos de huella de carbono, tasa de fijación de carbono, tamaño de la comunidad universitaria (número de personas) y huella ecológica por persona de distintas universidades españolas.

Universidades	Año del estudio	Huella de carbono (t CO ₂)	Fijación de carbono (t/ha/año)	Comunidad universitaria (personas)	Huella ecológica por persona (ha/persona/año)
Jaén	2012-14	11688,61	1,24	17036	0,55
Córdoba	2013	14550,78	1,27	17715	0,65
Granada	2010	20971,93	1,20	62647	0,28
Santiago	2007	32407,83	1,71	37111	0,51

Fuente: Elaboración propia.

Independientemente de estos datos, la dirección de trabajo debe ir guiada al ámbito de la Sostenibilidad. Ese es el camino marcado por todas las universidades a escala internacional, tal y como queda reflejado en el anteriormente mencionado baremo del Greemetric, una iniciativa de la Universidad de Indonesia puesta en marcha en el año 2010 con el objetivo de promover la sostenibilidad en las instituciones de educación superior a nivel mundial. En este sentido y además de las apuestas realizadas en términos de gestión, la educación y la investigación ambiental son dos magníficas herramientas con las que cuenta la Universidad de Jaén para concienciar a la sociedad. Nuestro entorno nos lleva fundamentalmente en la dirección de la preservación de los espacios naturales y en la implementación de estrategias sostenible de gestión agrícola, que permitan mantener o incluso potenciar las capacidades de fijación de carbono en el entorno. Las temáticas impartidas en los Cursos de Verano y en las sedes provinciales del Aula de Mayores (Úbeda, Cazorla, Linares, Andújar, Alcalá la Real, La Carolina y Torres) junto con los talleres que el Aula Verde realiza en distintos municipios de la provincia potencian en el ámbito territorial la importancia del desarrollo sostenible y de la reducción de la huella ecológica.

5. Bibliografía

- Amend, T., Barbeau, B., Beyers, B., Burns S., Eißing, S., Fleischhauer, A., Kus, B. y Pati, P. (2010): A Big Foot on a Small Planet? Accounting with the Ecological Footprint. Succeeding in a world with growing resource constraints. Second, slightly revised edition. En: Sustainability has many faces, N° 10. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH, Eschborn. Disponible en: https://conservation-development.net/Proyectos/Nachhaltigkeit/DVD_10_Footprint/Material/pdf_Serie_Nachhaltigkeit/10_Footprint_en.pdf
- Catalá, J. (2014): Diseño y validación de un procedimiento de cálculo de la huella de carbono en una administración local. Tesis Doctoral. Universidad Miguel Hernández de Elche (España). 290 pp. Disponible: <http://dspace.umh.es/bitstream/11000/1755/1/Tesis%20J%20Catala%20Goyanes.pdf>
- Clarke, A. y Kouri, R. (2009): Choosing an appropriate university or college environmental management. En: Journal of Cleaner Production, 17 (11), pp. 971-984. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2009.02.019>
- Crutzen, P. J. y Stoermer, E. F. (2000): The “Anthropocene”. En: Global Change Newsletter, 41, pp. 17-18.
- Daly H., Cobb J., y Cobb, C.W. (1989): For the Common Good; Redirecting the Economy toward Community, the Environment, and Sustainable Future. Boston, Massachusetts: Beacon Press. 544 pp. Disponible en: <http://www.igbp.net/download/18.316f18321323470177580001401/1376383088452/NL41.pdf>
- Doménech, J. L. (2007): Huella ecológica y desarrollo sustentable, AENOR, Madrid. Disponible en: file:///Users/gemaparra/Downloads/PUB_DOC_Tabla_AEN_7139_1.pdf
- Duarte, C. M., Alonso, S., Benito, G., Dachs, J., Montes, C., Pardo, M., Ríos, A. F., Simó, R. y Valladares, F. (2006): Cambio global: impacto de la actividad humana sobre el sistema Tierra. Madrid: CSIC, 170 p. Disponible en: <http://documenta.wi.csic.es/alfresco/downloadpublic/direct/workspace/SpacesStore/bb2c7774-25c2-49e5-beec-4570f849deac/cambioGlobal.pdf>
- Finlay, J. y Massey, J. (2012): Eco-campus: applying the ecocity model to develop Green university and college campuses. En: International Journal of Sustainability in Higher Education, 13(2), pp.150-165, <https://doi.org/10.1108/14676371211211836>.
- Flint, K. (2001). Institutional ecological footprint analysis. A case study of the University of Newcastle, Australia. En: International Journal of Sustainability in Higher Education, 2(1), 48-62. <https://doi.org/10.1108/1467630110380299>
- González, J. A., Montes, C., Santos, I., Monedero, C. (2008): Invirtiendo en capital natural: un marco para integrar la sostenibilidad ambiental en las políticas de cooperación. Ecosistemas 17(2), pp 52-69. Disponible en: http://servbiob.inf.um.es/eac/LECCION_11/LECTURAS_11/Otras_lecturas/cooperacion.pdf
- Guerrero, F. (2012): Boletín del Secretariado de Sostenibilidad. Aula verde. Universidad de Jaén. 11 p. Disponible en: [http://www10.ujaen.es/sites/default/files/users/aulaverde/Boletin%20Aula%20Verde%201%20\(Febrero%202012\).pdf](http://www10.ujaen.es/sites/default/files/users/aulaverde/Boletin%20Aula%20Verde%201%20(Febrero%202012).pdf)

- Guerrero, F.; Yebra-Rodríguez, A.; L. Olivares Bremond; R. Jiménez-Melero; F. Wilker; C.R. Mesa Barrionuevo; N. Ruiz Reyes (2016): Sostenibilidad 360°: pinceladas para entender un concepto. *Revista de Antropología Experimental*, 16 (Monográfico RSC), 35-57
- Janis, J. A. (2007): Quantifying the ecological footprint of the Ohio State University. Honor's Thesis, Ohio State University, Columbus, OH. Disponible en: https://kb.osu.edu/dspace/bitstream/1811/28365/1/Janis_EcologicalFootprint2007_F.pdf
- Junta de Andalucía. (2005): Primer Inventarios Andaluz de sumideros de CO₂ en Andalucía. Disponible en: http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/portal_web/web/servicios/centro_de_documentacion_y_biblioteca/fondo_editorial_digital/documentos_tecnicos/inventarios_sumideros_co2/inventario_sumideros_CO2.pdf
- Klein-Banai C. y Theis T. L. (2011): An urban university's ecological footprint and the effect of climate change. En: *Ecological Indicators*, 11, pp. 857–860. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2010.11.002>
- López, N. (2008): Metodología para el cálculo de la huella ecológica en universidades. Comunicación técnica CONAMA 9. Universidad de Santiago de Compostela. Oficina de Desarrollo Sostenible. Disponible en: http://www.conama9.conama.org/conama9/download/files/CTs/987984792_NL%F3pez.pdf
- MUCVA (2007): Mapa de Usos y Coberturas Vegetales de Andalucía. Disponible en: <http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/rediam/menuitem.aecd2250f6db83cf8ca78ca731525ea0/?vgnnextoid=784efa937370f210VgnVCM1000001325e50aRCRD>
- Rees, W. y Wackernagel, M. (1996): Our ecological footprint. Reducing human impact on Earth, New Society Publisher, Canadá.
- Rodríguez, J. (2010): Ecología y conservación en el Antropoceno. En: *Ecología. Pirámide*. pp 405-444.
- Stewart, C. y Loo, J. (2005): Ecological Footprint Progress Report 2005, Geography Department, Universidad de Toronto. Disponible en: <http://geog.utm.utoronto.ca/ecofootprint/doc/efprogressreport2005.pdf>
- Talberth, J., Cobb, C. y Slattery, N. (2006): The Genuine Progress Indicator 2006. A Tool for Sustainable Development. Redefining Progress, Oakland. Disponible en: <http://rprogress.org/publications/2007/GPI%202006.pdf>
- Toro, A., Gomera, A., Aguilar, J. E., Guijarro, C., Antúnez, M. y Vaquero, M. (2014): La huella de Carbono de la Universidad de Córdoba 2013. Vicerrectorado de Coordinación Institucional e Infraestructuras. Universidad de Córdoba, Córdoba. Disponible en: <https://www.uco.es/servicios/dgppa/images/sepa/huellaC2015.pdf>
- Torregrosa, J. I. (2011): Un indicador ambiental para medir la sostenibilidad en las universidades, la huella ecológica. Comunicación técnica CONAMA 2011. Disponible en: <http://www.conama10.conama.org/conama10/download/files/CT%202010/1335816566.pdf>
- UNEP (2014): Greening universities toolkit v2.0 transforming universities into green and sustainable campuses: a toolkit for implementers. United Nations Environment Programme. Disponible en: <http://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/11964/Greening%20University%20Toolkit%20V2.0.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Universidad de Granada (2010): La huella ecológica de la UGR. Unidad de Calidad Ambiental, Vicerrectorado de Calidad Ambiental, Bienestar y Deporte. Universidad de Granada, Granada. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/215209092/Huella-Ecologica>
- Universidad de Málaga (2011): Huella ecológica de la Universidad de Málaga. Vicerrectorado de Infraestructuras y Sostenibilidad, Universidad de Málaga, Málaga. Disponible en: <http://vcsst.uma.es/sga/images/pdf/informacion/huella11.pdf>
- Venetoulis, J. (2001): Assessing the ecological impact of a university: the ecological footprint for the University of Redlands. En: *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 2, pp.180–196.