

LOGRO DE LOS ODS Y EFICIENCIA EN LAS UNIVERSIDADES. EL CASO DE UNA UNIVERSIDAD A DISTANCIA, LA UNED

Pilar Gracia de Rentería¹
Amelia Pérez Zabaleta²

1 Cátedra Aquae de Economía del Agua de la UNED - Madrid.

2 Cátedra Aquae de Economía del Agua de la UNED - Madrid.

RESUMEN

La implicación de las universidades en el logro los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) resulta fundamental, tanto por su actividad educativa e investigadora como en el ámbito de su gestión, especialmente en cuestiones medioambientales. El objetivo de este estudio es evaluar la consecución de los ODS en las universidades mediante la reducción del consumo de agua y energía, prestando atención al especial papel que desempeña la universidad a distancia. Mediante el análisis del consumo de agua y energía, y de su huella de carbono correspondiente, en los centros asociados de la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED), se pretende fomentar la responsabilidad en materia medioambiental. Los resultados indican que el consumo de agua y energía de los centros analizados, así como sus emisiones de CO₂ asociadas, se sitúan en niveles muy inferiores a otros centros analizados previamente. Pero estos resultados muestran también una elevada heterogeneidad entre centros, especialmente entre aquellos que han llevado a cabo medidas para mejorar su eficiencia y aquellos que no. Esto revela la necesidad seguir avanzando en la aplicación de estas medidas, con el objetivo de mejorar la eficiencia en el uso de estos recursos y lograr el cumplimiento de los ODS.

Palabras Clave

ODS, Eficiencia, Universidades

ABSTRACT

The involvement of universities in the achievement of the Sustainable Development Goals (SDGs) is essential, both for their educational and research activity and in the field of their management, especially in environmental matters. The objective of this study is to evaluate the achievement of the SDGs in universities by reducing the consumption of water and energy, paying attention to the special role that distance learning universities play. By analysing the consumption of water and energy, and its corresponding carbon footprint, in the associated centres of the Spanish National Distance University (UNED), we aimed to promote responsibility in environmental matters. The results indicate that the water and energy consumption of the centres analysed, as well as their associated CO₂ emissions, are lower than those of other centres previously analysed. But these results also show a high heterogeneity between centres, especially among those who have implemented measures to improve their efficiency and those who have not. This reveals the need to continue applying these measures, with the aim of improving efficiency in the use of these resources and achieving the SDGs.

Keywords

SDGs, Efficiency, Universities

Clasificación JEL: Q56, Q25, Q31

1. INTRODUCCIÓN

En la Cumbre de Desarrollo Sostenible de 2015 se aprobó la Agenda 2030 (UN, 2015), que contiene 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) destinados a abordar los desafíos más urgentes del planeta, entre los que se encuentra la protección del planeta y la lucha contra el cambio climático.

La consecución de estos objetivos implica a numerosos agentes: gobiernos, empresas, organizaciones, sociedad civil, y también a las universidades. En concreto, las universidades juegan un papel fundamental, por su papel central en la formación, investigación y difusión del conocimiento. Así, en los últimos años ha ido creciendo notablemente la atención prestada al papel de las universidades en el logro de los ODS y al concepto de los denominados “campus verdes”. Fruto de ese creciente interés, la Red de Soluciones para un Desarrollo Sostenible (*Sustainable Development Solutions Network*, en adelante SDSN) ha elaborado una guía sobre la implementación de los ODS en estas instituciones (SDSN, 2017).

En esta guía se resalta en papel de las universidades para alcanzar los ODS, no sólo por su actividad educativa e investigadora, sino también en el ámbito de la gestión y gobierno de la propia universidad y de sus centros. Y entre estas últimas, esta guía destaca ejemplos como incorporar propuestas ambientales en las obras

de los campus, establecer políticas de emisión cero, desarrollar estrategias de adaptación al cambio climático, desarrollar planes de gestión y eficiencia de los recursos, o involucrar al personal y a los estudiantes. Esos esfuerzos derivarán no solo en beneficios medioambientales para la sociedad, sino también en beneficios económicos y de buena imagen para la propia universidad.

En este sentido, resultan especialmente relevantes todas aquellas medidas que puedan tomarse para tratar de reducir el consumo de agua y energía y ser más eficiente en el uso de estos recursos. De hecho, los ODS N.º 6 (Agua y Saneamiento) y N.º 7 (Energía) ponen explícitamente de manifiesto la necesidad de mejorar la eficiencia³ como forma de hacer frente al crecimiento demográfico futuro; a la creciente urbanización, industrialización y producción; y a los efectos del cambio climático. Además, la reducción del consumo de energía en los edificios públicos está expresamente indicada en la Directiva Europea de Eficiencia Energética en

3 El ODS N.º 6.4. promulga “De aquí a 2030, aumentar considerablemente el uso eficiente de los recursos hídricos en todos los sectores y asegurar la sostenibilidad de la extracción y el abastecimiento de agua dulce para hacer frente a la escasez de agua y reducir considerablemente el número de personas que sufren falta de agua”. Y el ODS N.º 7.3. “De aquí a 2030, duplicar la tasa mundial de mejora de la eficiencia energética”.



Edificios (Comunidad Europea, 2010). De igual modo, la eficiencia en el uso del agua es uno de los principios básicos de la Directiva Marco del Agua (Comunidad Europea, 2000).

Y para lograr un menor y más eficiente uso de estos recursos, resulta primordial conocer cuánto consumimos y qué factores condicionan dicho consumo. No es banal, por tanto, que la guía elaborada por la SDSN enfatice que, para poder desarrollar los ODS en estas instituciones, una primera fase indispensable es conocer qué se está haciendo e identificar las oportunidades de mejora y sus potenciales dificultades, a través de la monitorización.

La medición y el análisis del consumo de agua y energía ha sido objeto de numerosos trabajos en la literatura previa, tanto a nivel general, como en los centros educativos en particular y en otro tipo de instalaciones colectivas (como hospitales u hoteles). En esta clase de establecimientos de uso colectivo, la medición del consumo resulta especialmente complicada, por la dificultad para obtener variables de control como, por ejemplo, el número de usuarios.

Además, fomentar la eficiencia en el uso de agua y de energía es particularmente complejo en este tipo de centros, ya que los usuarios de las instalaciones (estudiantes, pacientes, huéspedes y personal), que

son los que realizan el consumo de estos recursos, no son quienes deben hacer frente a su coste. En estos casos, dado que la tarifa del recurso no es un medio eficaz para fomentar su ahorro, este pasa necesariamente, además de por la innovación y la implantación de tecnologías más eficientes⁴, por la concienciación de los usuarios finales. Pese a estas dificultades, la mejora de la eficiencia en las universidades puede tener un impacto especialmente relevante, puesto que se trata de centros de un tamaño considerable⁵ y en los que existe una elevada concentración del consumo.

Para lograr esta mejora, cuantificar e informar sobre el consumo que se realiza en estos centros resulta primordial, así como conocer cuáles son los factores que determinan ese consumo. En este sentido, existe una amplia literatura que se ha centrado en cuantificar y evaluar el uso de energía en las universidades (entre otros, Escobedo *et al.*, 2014; Rewthong *et*

4 La introducción de medidas de ahorro de agua y energía también puede resultar especialmente complejo en las universidades, sobre todo en los edificios de carácter histórico en los que es más difícil implementar este tipo de innovaciones, debido a la propia antigüedad del edificio.

5 De hecho, se considera que las universidades son equivalentes a una ciudad pequeña en cuanto a tamaño, población, variedad de actividades que se desarrollan, etc. (Abdelalim *et al.*, 2015; Velázquez *et al.*, 2013; entre otros).

al., 2015; Magrini *et al.*, 2016; Li *et al.*, 2017). Igualmente, un buen número de trabajos, aunque algo menor, se ha centrado en evaluar el consumo de agua y su conservación en los centros educativos (véase, por ejemplo, Farina *et al.*, 2011; Velázquez *et al.*, 2013; Marinho *et al.* 2014). También algunos trabajos han entendido, como es nuestro caso, que el uso de agua y energía (así como las emisiones equivalentes) deben analizarse conjuntamente para poder evaluar la eficiencia y sostenibilidad global de los centros universitarios (Bonnet *et al.*, 2002; Zhou *et al.*, 2013; Abdelalim *et al.*, 2015; Guan *et al.*, 2016).

En cualquier caso, todos los trabajos destacan la medición del consumo (tanto de agua como de energía) como un punto de partida para establecer metas futuras en relación a la mejora de la eficiencia. Los resultados obtenidos por estos trabajos concluyen que el número de usuarios, la superficie, el tipo de actividad y la antigüedad de los edificios son factores determinantes del consumo en las universidades⁶. De hecho, es habitual que el consumo se normalice por usuario y/o superficie como forma de medir y comparar el nivel de eficiencia de los centros (normalmente el consumo de agua se

normaliza por usuario y el de energía por metro cuadrado).

Además, un buen número de estos trabajos no solo se centran en monitorear y medir el consumo, sino que abordan también otros aspectos de interés, como el análisis de sus factores determinantes, el estudio de los elementos más consumidores dentro de cada centro, la evaluación de diversas medidas dirigidas al ahorro, la estimación del potencial de ahorro de los centros, o la recomendación de medidas para mejorar la eficiencia.

Sin embargo, comprobamos una falta de literatura referida al caso de España y la inexistencia de trabajos que aborden el papel que puede desempeñar en el logro de los ODS medioambientales la universidad a distancia, por sus características e idiosincrasia propia.

Por ello, este estudio pretende ampliar esta literatura analizando el caso de la universidad a distancia. En concreto, el objetivo es fomentar la visibilidad y transparencia en materia medioambiental, de acuerdo con los fundamentos de los ODS, a través de la medición y el análisis del consumo de agua y energía en siete centros asociados de la UNED; así como analizar y fomentar la consecución de los ODS en estos centros.

Tras esta Introducción, la Sección 2 presenta el caso de estudio, la Sección

6 Algunos estudios han tenido en cuenta también otros factores, como la existencia de aire acondicionado, o si se trata de un edificio histórico, etc.

3 expone la metodología empleada, la Sección 4 presenta los resultados obtenidos en este estudio y la Sección 5 expone las principales conclusiones.

2. CASO DE ESTUDIO: LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN A DISTANCIA

La Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED) es la única universidad pública a distancia en España y la universidad pública de mayor tamaño del país. Creada en 1972, actualmente cuenta con más de 260.000 estudiantes y más de 10.000 empleados, entre profesores, profesores tutores y personal de administración y servicios (PAS). Su oferta educativa abarca 26 títulos de Grado, 43 másteres, más de 600 programas de Formación Continua, 12 cursos de idiomas, más de un centenar de Cursos de Verano y casi 400 actividades de Extensión Universitaria.

La UNED ofrece una educación semipresencial. Los profesores se sitúan en las facultades de la Sede Central, en Madrid, y son los encargados de preparar los programas y los materiales didácticos, de supervisar la docencia online, de ofrecer apoyo docente a través de tutorías (telefónica, en-línea, o a través de videoconferencia), y de evaluar el aprendizaje. Además, los estudiantes cuentan con sesiones presenciales que son impartidas por los profesores tutores en los denominados Centros

Asociados. Asimismo, los Centros Asociados ofrecen instalaciones de apoyo como biblioteca, laboratorios, aulas de informática, librería, y son la sede donde se realizan los exámenes presenciales. En total, la UNED cuenta con más de 60 Centros Asociados repartidos por todas las Comunidades Autónomas españolas, y con otros 12 centros en 11 países de Europa, América y África. Finalmente, el PAS está distribuido entre la Sede Central y los Centros Asociados.

En este estudio se han considerado siete centros asociados (Calatayud, Cartagena, Madrid, Pontevedra, Segovia, Tortosa, y Valencia), que abarcan un total de diez edificios, ya que el centro asociado de Madrid cuenta con cuatro edificios en la ciudad (Escuelas Pías, Gregorio Marañón, Jacinto Verdaguer y las Tablas). Los centros asociados considerados han sido seleccionados de forma que abarquen distintos tamaños (en términos de superficie y usuarios), distintas características e instalaciones, y distintas zonas del país con diversos climas (ver Figura 1).

Figura 1
Localización de los centros asociados



En la Tabla 1 se presentan las principales características de los edificios y en la Tabla 2 se muestran las instalaciones con las que cuentan y los servicios de agua y/o energía que tienen contratados. La información que se presenta en la Tabla 1 es fundamental para el posterior análisis de los consumos, ya que, para homogeneizar los resultados de los distintos edificios, se analizarán los consumos diarios (según el número de días de apertura). Además, el consumo de agua se analizará por número de usuarios (incluyendo PAS, tutores, alumnos y otros usuarios) y el consumo de energía se analizará por metro cuadrado de superficie, de forma que el uso de agua y energía pueda compararse entre distintos edificios con distinto tamaño (en términos de actividad y/o superficie).

La información presentada en la Tabla 2 revela que todos los edificios analizados cuentan con sala de servidores y con biblioteca. Solo la mitad de los edificios cuentan con laboratorio o vestuarios, y solo cuatro tienen jardines y dos de ellos cafetería. Esta información también será utilizada posteriormente para analizar si algunas de estas instalaciones condicionan o no un mayor consumo de agua.

En cuanto a los servicios de agua y energía contratados, se debe aclarar que todos los centros disponen de suministro de agua y electricidad. Sin embargo, hay dos edificios en los que el centro asociado no soporta el coste del suministro de agua y uno que tampoco soporta el coste del suministro eléctrico. En estos casos, los centros asociados no disponen de las facturas (ni de las lecturas) de estos consumos y, por tanto, no han podido incluirse dichos consumos en este estudio. Además, cinco de los edificios cuentan con suministro de gas, y tres de ellos con gasóleo⁷.

⁷ Adicionalmente, uno de los edificios cuenta con paneles solares fotovoltaicos, pero, al no estar todavía en funcionamiento, este hecho no ha sido considerado en este estudio.

Tabla 1
Características de los centros asociados

Edificio	Año construcción	Año última reforma	Superficie (m2)	N.º plantas	N.º días apertura al año	N.º usuarios
Cartagena	1995	-	7.185	8	214	4.027
Pontevedra	1985	2015	6.194	3	217	7.662
Tortosa	1936	-	3.196	5	223	943
Valencia	1948	-	3.000	3	223	6.052
Calatayud	1550	2014	8.527	5	227	11.418
Segovia	1450	2013	852	2	230	964
Madrid-Gregorio Marañón	1970	-	1.979	5	223	8.460
Madrid-Escuelas Pías	2005	-	5.189	5	223	4.788
Madrid-Jacinto Verdaguer	1970	-	3.529	3	223	5.782
Madrid-Las Tablas	2010	-	2.762	2	223	6.164

Tabla 2
Instalaciones y servicios de agua y energía contratados

N.º de edificios con las siguientes instalaciones:	
Laboratorio	5
Cafetería	2
Vestuarios	5
Sala servidores	10
Jardines	4
Biblioteca	10
N.º de edificios con los siguientes servicios:	
Agua	8
Electricidad	9
Gas	5
Gasóleo	3

3. METODOLOGÍA

Los datos para la elaboración de este estudio se han obtenido por medio de

dos vías: un cuestionario realizado a los centros asociados participantes en el proyecto, y el análisis de las facturas de agua y energía. Por una parte, el cuestionario permite conocer las características de los centros, de los servicios de agua y energía que utilizan, y de las medidas llevadas a cabo para lograr los ODS. Así, en este estudio, el cuestionario se divide en esos tres bloques, solicitándose la información que se sintetiza en la Tabla 3. Además, para complementar la información de este cuestionario, se han analizado las facturas de los servicios de agua y energía de los centros asociados correspondientes a los años 2017 y 2018. A partir de esa información, se genera una base de datos con la información recopilada anualizada que sea operativa y homogénea entre centros.

Tabla 3
Esquema del cuestionario remitido a los centros asociados

Bloque	Preguntas
Características de los centros	<ul style="list-style-type: none"> • Nombre del centro • Año de construcción y de la última reforma • Superficie y número de plantas • Nº de días de apertura a la semana y al año • Horario habitual y días festivos de cierre • Nº de PAS, tutores, estudiantes y otros usuarios • Uso compartido del edificio • Instalaciones (laboratorio, cafetería, biblioteca, instalaciones deportivas, vestuario, sala de servidores, jardines, otras)
Servicios de agua y energía	<ul style="list-style-type: none"> • Empresa y periodicidad del suministro de agua • Nº de puntos de consumo de agua (inodoros, urinarios, grifos, fuentes y otros) • Contrato de agua para prevención de incendios • Empresa y periodicidad del suministro de electricidad • Tipo de suministro y existencia de suministro trifásico para ascensores • Empresa y periodicidad del suministro de otras fuentes de energía (gas, gasóleo, biomasa, paneles solares, y otros) • Certificación energética
Medidas para lograr los ODS	<ul style="list-style-type: none"> • Medidas para reducir el consumo de agua (mecanismos en grifos, inodoros, etc.) • Medidas de reutilización de agua • Medidas para reducir el consumo energético (instalación de LED o bajo consumo, sensores de movimiento, climatización eficiente, sustitución de ventanas, etc.) • Seguimiento y control de los consumos de agua y energía • Campañas de sensibilización • Otras medidas para lograr los ODS

Con esa base de datos, el análisis estadístico de los consumos pretende identificar los factores determinantes de dichos consumos, y valorar la eficiencia de cada centro a través de indicadores como el consumo energético por metro cuadrado de superficie o el consumo de agua por persona (definido como el número de personal de administración y servicios –PAS–, profesores tutores y alumnos del centro). Asimismo, a partir de las ratios de eficiencia de cada centro, se puede identificar y tratar de valorar las posibilidades de mejora de cada uno de los centros.

Para llevar a cabo este análisis, se aplican las técnicas estadísticas propias de este ámbito de estudio, siguiendo lo propuesto previamente por la literatura. Así, tras obtener los principales estadísticos descriptivos, y con el fin de tener en consideración los factores determinantes de dicho consumo, se calculan ratios que pongan el consumo en relación el número de usuarios o la superficie de los centros y se establecen comparaciones de medias según características. Finalmente, para ver el efecto de las medidas de ODS, se realizan comparaciones de medias entre centros con y sin medidas implementadas.



Asimismo, a partir de los consumos energéticos, se calcula la huella de carbono de cada uno de los centros, aplicando la metodología seguida por la OTOM-UNED (2018). Así, la huella de carbono derivada del consumo de energía (electricidad, gas y gasóleo) se obtiene multiplicando el consumo de cada fuente energética por su factor de emisión. Este factor de emisión se obtiene de dos fuentes de información alternativas: según los factores de emisión que publica el MAPAMA y según el Código Técnico de Edificación (CTE) del documento “Factores de Emisión de CO₂ y coeficientes de paso a energía primaria de diferentes fuentes de energía final consumidas en el sector de edificios en España (Resolución conjunta de los Ministerios de Industria, Energía y Turismo, y Ministerio de Fomento) publicado en enero de 2016. En este punto, siguiendo la forma de proceder de la OTOM-UNED (2018), se utiliza preferentemente como referencia los resultados obtenidos al aplicar los factores de emisión del CTE.

Adicionalmente, se consideran también las emisiones indirectas generadas por el tratamiento y distribución del agua que consumen los centros asociados. Para ello, siguiendo la metodología de la OTOM-UNED (2018), se aplica el factor de emisiones del Departamento de Medio Ambiente, Alimentación y Asuntos Rurales del Gobierno Británico (DEFRA, Department for Environment, Food and Rural Affairs). En todos los casos, los factores de emisión

aplicados son los correspondientes al año 2017 (último año para el que existen datos publicados), que se resumen en la Tabla 4.

Tabla 4
Factores de emisión

	Factor emisión MAPAMA	Factor emisión CTE
Gas (Kg CO ₂ /Kwh)	0,203	0,252
Gasóleo (Kg CO ₂ /Kwh)	0,2868	0,311
Electricidad (Kg CO ₂ /Kwh): <i>Endesa</i> <i>Gas Natural Fenosa</i> <i>Iberdrola</i>	0,39 0,35 0,28	0,331
Agua (Kg CO ₂ /m ³)	Factor emisión DEFRA	
<i>Distribución</i> <i>Tratamiento</i>	0,344 0,708	

4. RESULTADOS

4.1. ANÁLISIS DEL USO DEL AGUA

Los resultados sobre el uso de agua en los centros asociados de la UNED se muestran en la Tabla 5. En ella se comprueba que los ocho edificios sobre los que se dispone de información relativa al uso de agua consumieron, según el año, entre 7.845 m³ y 8.832 m³ de agua. Esto supone un consumo de agua por persona y día de entre 0,72 litros/persona/día y 0,81 litros/persona/día.

Este resultado obtenido en los centros asociados de la UNED está muy por debajo de los resultados obtenidos

previamente por otros estudios, que sitúan en 43,5 litros/persona/día el consumo de agua en escuelas (Farina *et al.*, 2011) y en 26,8 litros/persona/día en las universidades (Marinho *et al.* 2014). No obstante, en el caso de la UNED hay que tener en cuenta su condición de universidad a distancia, en la que una buena parte de los alumnos asignados a cada centro asociado no asisten presencialmente con regularidad al mismo. Por el contrario, la agenda cultural que muchos de estos centros suelen ofrecer de forma abierta y gratuita al público general, implica que puedan existir usuarios adicionales que, en algunos de los edificios analizados, no

se han podido tener en cuenta en este análisis.

En cualquier caso, los resultados obtenidos parecen apuntar hacia un menor consumo de agua por parte de la universidad a distancia, en comparación con otras formas presenciales de educación. Esto podría tener importantes repercusiones positivas en el futuro para avanzar en el logro de universidades más sostenibles, dado que se espera que el desarrollo y auge de las TICs, que ha propiciado un aumento significativo de los sistemas de educación online en los últimos años, siga impulsando esta modalidad en los próximos años.

Tabla 5
Resultados sobre el uso de agua

Edificio	Consumo de agua (m3)		Consumo de agua por persona y día (litros)		Gasto en agua (€)	
	2017	2018	2017	2018	2017	2018
1	1.135	1.998	1,32	2,32	4.420,49	6.368,33
2	1.033	1.091	0,62	0,66	2.615,12	2.725,55
3	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-
5	732	467	0,28	0,18	753,09	576,44
6	52	77	0,23	0,35	144,92	205,59
7	789	665	0,42	0,35	2.480,82	2.162,88
8	2.878	2.282	2,70	2,14	5.640,11	4.696,35
9	910	809	0,71	0,63	2.174,21	1.964,41
10*	317	1.443	0,92	1,05	948,63	3.794,01
TOTAL	7.845	8.832	0,72	0,81	19.177,38	22.493,55

*Nota: El dato de agua del edificio N° 10 se correspondiente únicamente desde octubre de 2017.

No obstante, los resultados por edificio mostrados en la Tabla 5 indican que existe una importante heterogeneidad en el uso de agua por persona y día que tiene cada edificio, variando desde 0,18 litros/persona/día hasta 2,32 litros/persona/día. No obstante, este dato hay que tomarlo con cierta cautela, ya que puede haber cierto uso de agua que esté más vinculado a la superficie del edificio que al número de usuarios (como el agua para limpieza) y porque, dadas las características de los centros asociados, puede existir en algunos casos un número mayor de usuarios al que refleja la suma de PAS, tutores y alumnos, debido a la oferta de conferencias y actividades culturales que estos ofrecen, y que en algunos casos no se ha podido tener en cuenta. En cualquier caso, los edificios con mayor ratio de consumo son también los que realizan un mayor uso total de agua (por encima de los 1.000 m³ al año), por lo que la reducción en el uso de este recurso en estos edificios sería especialmente deseable en términos de eficiencia y sostenibilidad.

En la Tabla 5 también se muestra el gasto en agua que asumen los centros asociados, y que supuso un desembolso total de 19.177,38 € en 2017 y de 22.493,55 € en 2018. Esto evidencia la importancia de reducir el consumo de agua en vías de lograr una mayor sostenibilidad, pero también para reducir el gasto en suministros derivados de la actividad desarrolla.

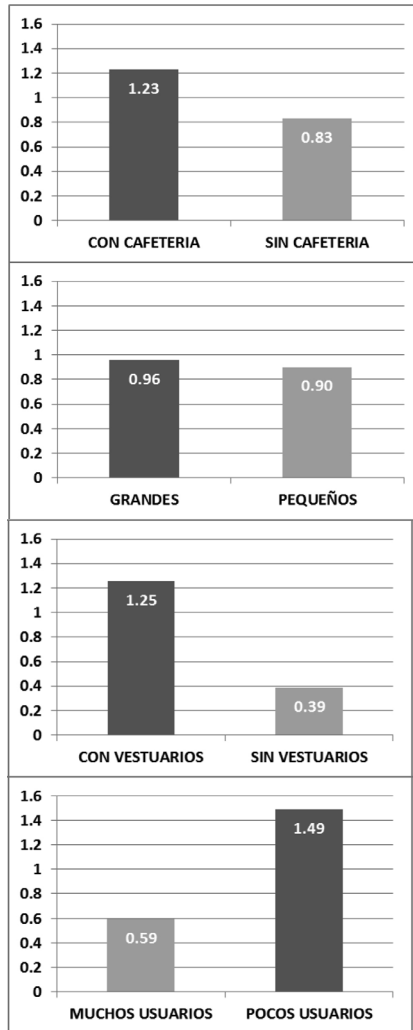
Finalmente, la Figura 2 muestra un análisis de los factores determinantes del consumo de agua, a través de la comparación de medias. Se comprueba que la existencia de cafetería y vestuarios son dos de los principales factores determinantes del consumo de agua en los centros asociados⁸. Así, los edificios que cuentan con cafetería realizan un consumo de 1,23 litros/persona/día, frente a los 0,83 litros/persona/día de los que no disponen de este servicio. Igualmente, los edificios que tienen vestuarios consumen 1,25 litros/persona/día, frente a los 0,39 litros/persona/día de aquellos que no cuentan con estas instalaciones.

También el tamaño de los centros asociados (en términos de superficie y actividad) determinan un mayor o menor consumo de agua. De este modo se obtiene que los centros con una superficie superior a la media (4.200 m²) tienen un consumo ligeramente superior (0,96 litros/persona/día) que los de menor superficie (0,90 litros/persona/día); aunque esta diferencia no parece muy relevante. Sí lo es la disparidad entre centros con un número de usuarios superior a la media (4.500 usuarios), que consumen 0,59 litros/persona/día, y centros con un menor número de usuarios (1,49 litros/persona/día).

8 El resto de las instalaciones con las que cuentan los centros asociados analizados parecen no tener un impacto significativo en el consumo de agua.

Este resultado revela la existencia de fuertes economías de escala en el uso de agua de los centros asociados.

Figura 2
Determinantes del consumo de agua (en litros/persona/día)



4.2. ANÁLISIS DEL USO DE ENERGÍA

La Tabla 6 y la Figura 3 muestran los resultados sobre el uso total de energía realizado en los centros asociados analizados, y proveniente del consumo de electricidad, gas y gasóleo. El consumo total energía de estas fuentes supone, según el año, entre 2.275.796 Kwh y 2.420.709 Kwh. Esto supone un consumo de energía diario por metro cuadrado de entre 0,24 Kwh/día/m² y 0,26 Kwh/día/m².

Los resultados sobre el uso de energía en los centros asociados de la UNED están muy por debajo de los obtenidos previamente por la literatura. Para poder establecer una comparativa con los estudios previos, que habitualmente ofrecen los resultados de uso de energía anual por metro cuadrado, hemos supuesto que esos centros tienen el mismo número de días de apertura que la media de nuestra muestra. De este modo, obtenemos que los resultados de los estudios previos se sitúan entre valores que van desde 0,37 Kwh/día/m² (Escobedo *et al.*, 2014) hasta 2,24 Kwh/día/m² (Abdelalim *et al.*, 2015), situándose los valores medios de la literatura entre ambos valores (entre otros, Guan *et al.*, 2016; USEIA, 2012). Comprobamos, por tanto, que los requerimientos energéticos diarios por metro cuadrado de los centros asociados de la UNED analizados (en torno a 0,25 Kwh/día/m² de media)

están muy por debajo de los observados previamente por la literatura en otros centros universitarios. Además, hay que resaltar que, en este caso, el hecho de que la UNED sea una universidad a distancia no debería implicar unos menores requerimientos energéticos a priori (como podría

suceder en el caso del uso de agua), ya que los centros asociados deberán estar adecuadamente iluminados, refrigerados, etc., independientemente del número de usuarios que acudan presencialmente a los mismos.

Tabla 6
Resultados sobre el uso total de energía

Edificio	Consumo de energía (Kwh)		Consumo de energía por m ₂ y día (Kwh)		Gasto en energía (€)	
	2017	2018	2017	2018	2017	2018
1	151.231	158.127	0,10	0,10	27.492,14	27.108,18
2	408.219	455.042	0,30	0,34	37.914,13	45.785,25
3	147.136	103.678	0,21	0,15	9.073,50	7.015,48
4	167.830	192.932	0,25	0,29	28.003,68	27.812,07
5	255.828	387.342	0,13	0,20	27.550,16	31.119,47
6	72.832	88.003	0,37	0,45	7.626,10	8.560,31
7	148.908	146.292	0,34	0,33	30.101,87	25.363,36
8	380.261	261.549	0,33	0,23	69.154,27	63.741,52
9	339.572	420.721	0,43	0,53	45.502,26	52.721,07
10	203.979	207.023	0,33	0,34	31.893,89	34.427,76
TOTAL	2.275.796	2.420.709	0,24	0,26	314.312,00	323.654,48

Los resultados de uso total de energía desagregados por edificios también muestran (como en el caso del agua) una elevada variabilidad. Así, el uso total de energía por día y metro cuadrado de superficie varía entre 0,10 Kwh/día/m² y 0,53 Kwh/día/m² (Tabla 6). No obstante, la heterogeneidad en el uso de energía es menor que la observada en el caso del agua, siendo en este caso el uso

diario por metro cuadrado de energía del edificio que más consume es un 86% superior a la media.

Esa heterogeneidad observada entre edificios también afecta al peso de las distintas fuentes de energía (electricidad, gas y gasóleo) sobre el total de energía consumida (Figura 3). Así, hay edificios donde toda la energía proviene de la electricidad,

mientras otros complementan esa fuente con entre un 40-80% de energía proveniente del gas o el gasóleo.

Finalmente, en la Tabla 6 también se muestra el gasto en energía que asumen los centros asociados, y que supuso un desembolso total de 314.312,00 € en 2017 y de 323.654,48 € en 2018. Esto evidencia, igual que en el caso del agua, la importancia de reducir el consumo de energía en vías de lograr una mayor sostenibilidad, pero también para reducir el gasto en suministros derivados de la actividad desarrollada.

4.3. CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO

La Tabla 7 muestra los resultados de la huella de carbono en los centros asociados de la UNED analizados en este estudio, aplicándose la metodología presentada en la Sección 2. En concreto, las emisiones de CO₂ resultantes se presentan por centros, por tipo de suministro y de acuerdo a las dos fuentes propuestas para obtener el factor de emisiones para los consumos de electricidad, gas y gasóleo.

Figura 3
Consumo total de energía (Kwh) y fuentes de energía utilizadas (%)

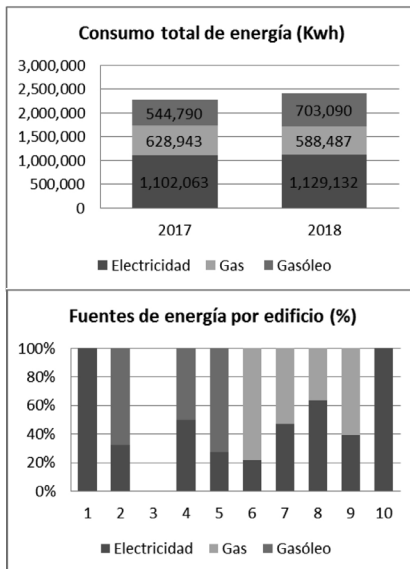


Tabla 7
Resultados sobre la huella de carbono

Factor de emisiones según MAPAMA												
Edificio	Emisiones totales por m ² y día (gr.CO ₂)		Emisiones totales (tCO ₂)		Emisiones Agua (tCO ₂)		Emisiones Electricidad (tCO ₂)		Emisiones Gas (tCO ₂)		Emisiones Gasóleo (tCO ₂)	
	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018
1	28,32	30,16	43,54	46,38	1,19	2,10	42,34	44,28	-	-	-	-
2	94,18	105,00	126,58	141,14	1,09	1,15	46,63	52,51	-	-	78,87	87,47
3	42,00	29,60	29,87	21,05	0,00	0,00	-	-	29,87	21,05	-	-
4	71,10	81,60	47,56	54,59	0,00	0,00	23,46	30,55	-	-	24,10	24,04
5	42,04	61,54	81,37	119,12	0,77	0,49	27,33	28,49	-	-	53,28	90,14
6	87,45	103,20	17,14	20,22	0,05	0,08	5,47	5,42	11,61	14,72	-	-
7	82,55	79,27	36,43	34,98	0,83	0,70	19,54	16,68	16,06	17,60	-	-
8	85,36	63,27	98,77	73,21	3,03	2,40	67,46	64,44	28,28	6,38	-	-
9	101,86	121,99	80,16	96,00	0,96	0,85	37,35	35,43	41,85	59,72	-	-
10	129,70	133,55	79,88	82,26	0,33	1,52	79,55	80,74	-	-	-	-
TOTAL	67,94	72,99	641,32	688,95	8,25	9,29	349,14	358,55	127,68	119,46	156,25	201,65
Factor de emisiones según CTE												
Edificio	Emisiones totales por m ² y día (gr.CO ₂)		Emisiones totales (tCO ₂)		Emisiones agua (tCO ₂)		Emisiones electricidad (tCO ₂)		Emisiones gas (tCO ₂)		Emisiones gasóleo (tCO ₂)	
	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018
1	33,33	35,41	51,25	54,44	1,19	2,10	50,06	52,34	-	-	-	-
2	97,25	108,38	130,71	145,67	1,09	1,15	44,10	49,66	-	-	85,53	94,86
3	52,14	36,74	37,08	26,13	0,00	0,00	-	-	37,08	26,13	-	-
4	80,52	92,95	53,87	62,18	0,00	0,00	27,74	36,12	-	-	26,13	26,06
5	42,23	63,24	81,73	122,42	0,77	0,49	23,19	24,18	-	-	57,77	97,74
6	100,24	119,83	19,64	23,48	0,05	0,08	5,17	5,13	14,42	18,27	-	-
7	99,40	95,78	43,87	42,27	0,83	0,70	23,10	19,72	19,94	21,85	-	-
8	101,88	74,75	117,89	86,49	3,03	2,40	79,75	76,17	35,11	7,92	-	-
9	123,35	148,51	97,07	116,87	0,96	0,85	44,16	41,89	51,95	74,13	-	-
10	110,16	113,72	67,85	70,04	0,33	1,52	67,52	68,52	-	-	-	-
TOTAL	74,26	79,46	700,96	749,99	8,25	9,29	364,78	373,74	158,49	148,30	169,43	218,66

La huella de carbono en los centros asociados de la UNED analizados varía, según el año y la fuente empleada para obtener el factor de emisiones, entre 641,32 y 749,99 toneladas de CO_2 . Esto supone unas emisiones de CO_2 por metro cuadrado y día de entre 74,26 y 148,51 gramos $\text{CO}_2/\text{m}^2/\text{día}$.

Así, la huella de carbono de los centros asociados de la UNED está muy por debajo de la observada por la literatura en otros centros universitarios, que obtienen unos valores (suponiendo el mismo número de días de apertura que la media de nuestra muestra) de entre 173,5 gramos $\text{CO}_2/\text{m}^2/\text{día}$ (Escobedo *et al.*, 2014) y 368,6 gramos $\text{CO}_2/\text{m}^2/\text{día}$ (Abdelalim *et al.*, 2015).

No obstante, igual que en el caso de los consumos, en la Tabla 7 comprobamos una significativa heterogeneidad entre centros, que pone de manifiesto el margen de mejora que existe en algunos de los edificios.

4.4. ANÁLISIS DE LAS ACTUACIONES EN MATERIA DE ODS Y POSIBILIDADES DE MEJORA

En esta sección se presenta un análisis de las medidas tomadas por los centros asociados para tratar de avanzar en el logro de los ODS, en materia de agua y energía, y si estas

han resultado efectivas para reducir el consumo de los centros.

La Tabla 8 muestra un resumen de las medidas tomadas en materia de agua y energía, así como el número de edificios que ha implementado cada una de esas medidas. En materia de agua, comprobamos que cuatro de los diez edificios han tomado medidas para reducir su consumo, instalando griferías con menor consumo de agua e inodoros de doble descarga, mientras que los otros seis edificios no han llevado a cabo medida alguna en este ámbito. En materia de ahorro energético, todos los edificios han llevado a cabo alguna medida para reducir su consumo, ya sea instalando bombillas LED o de bajo consumo, sensores de movimiento, sistemas de climatización más eficientes, o la sustitución de ventanas. No obstante, aquí, el punto diferencial entre edificios es que siete de ellos han tomado al menos dos medidas para mejorar su eficiencia energética, mientras que los otros tres solo han implementado una de las medidas. Además, siete de los diez edificios llevan a cabo un seguimiento y control de los consumos y dos de ellos han llevado a cabo alguna campaña de sensibilización y concienciación con alumnos y/o personal del centro.

En este punto, la cuestión es si las medidas implementadas han permitido reducir el consumo de agua y energía. Para responder a esta pregunta,



se han comparado los consumos medios de aquellos edificios que han implementado medidas de eficiencia y los que no. La Figura 4 muestra dicha comparación, mostrando el consumo de agua diario por persona de aquellos edificios que han tomado medidas para reducir el uso de agua y aquellos que no, y el consumo de energía diario por metro cuadrado de aquellos edificios que han tomado al menos dos medidas de eficiencia energética y aquellos que no.

Tabla 8
Medidas adoptadas en los centros asociados para lograr los ODS en materia de agua y energía

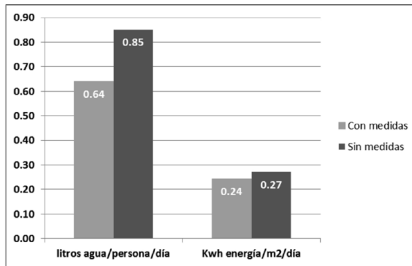
Medida	N.º de edificios
Medidas de reducción de uso de agua:	4
<i>Sustitución de grifería</i>	4
<i>Instalación de inodoros de doble descarga</i>	4
Medidas de reducción del uso de energía:	10
<i>Instalación de bombillas led o bajo consumo</i>	8
<i>Instalación de sensores de movimiento</i>	3
<i>Instalación de climatización eficiente</i>	4
<i>Sustitución de ventanas</i>	2
Seguimiento y control consumos	7
Campañas de sensibilización	2

medios de 0,64 litros/persona/día, mientras que aquellos no han llevado a cabo medida alguna, consumen de media 0,85 litros/persona/día. Por tanto, este resultado parece indicar una mayor eficiencia en el uso del agua en aquellos edificios que han implementado medidas para reducir su consumo, lo que debería animar a aquellos que aún no han realizado este tipo de cambios (6 de los 10 edificios) a implementarlos.

Por otra parte, dado que todos los centros asociados analizados han llevado a cabo alguna medida para mejorar la eficiencia energética, la Figura 4 compara el consumo de energía de los edificios que han llevado a cabo al menos dos medidas para reducir su uso de energía, frente a los que solo han implementado una de ellas. En este caso, vemos que la diferencia es algo menor que en el caso del agua, siendo el consumo de los que han llevado a cabo al menos dos medidas de 0,24 Kwh/m²/día, frente a los 0,27 Kwh/m²/día de los que solo han llevado a cabo una medida. Aunque la diferencia es pequeña, sí que parece apuntar a que en aquellos edificios donde se han implementado más de una medida en este sentido la eficiencia energética es algo mayor.

Se comprueba que aquellos edificios que han implementado medidas para reducir su consumo de agua tienen unos requerimientos

Figura 4. Comparación del consumo de agua y energía entre los edificios que han implementado medidas para lograr los ODS y los que no.



5. CONCLUSIONES

Este estudio pretende fomentar la visibilidad y transparencia en materia medioambiental, de acuerdo con los fundamentos de los ODS, a través de la medición y el análisis del consumo de agua y energía en los centros asociados de la UNED.

Los resultados obtenidos muestran que el consumo de agua y energía de los centros asociados analizados, así como las emisiones de CO₂ asociadas a estos consumos, se sitúan en niveles muy por debajo de otros centros analizados por la literatura previa. Esto indica que la universidad a distancia puede jugar un papel fundamental para lograr avanzar hacia una mayor sostenibilidad, lo que debería estimular el impulso de este tipo de sistemas educativos en el futuro.

No obstante, los resultados obtenidos muestran una elevada

heterogeneidad entre edificios en cuanto a la eficiencia en el uso de estos recursos, indicando que existen amplios márgenes de mejora en algunos de ellos. En particular, los resultados muestran que aquellos edificios que han implementado medidas para la consecución de los ODS en materia de agua y energía realizan un uso más eficiente de estos recursos.

Este resultado, sin duda, debería animar a los centros asociados que aún no han aplicado este tipo de medidas a incorporarlas en sus planes de actuación futuros. En concreto, sería especialmente recomendable que llevaran a cabo medidas destinadas a reducir el consumo de agua, pues sorprende comprobar que solo cuatro de los diez edificios estudiados han puesto en marcha este tipo de medidas. En este sentido, la sustitución de griferías por otras menos consumidoras de agua (con aireadores y/o temporizadores) no supone un coste muy elevado y su amplia rentabilidad tanto económica como medioambiental está de sobras contrastada. En el ámbito de la energía, los mayores esfuerzos deberían ir encaminados a sustituir el suministro de gasóleo por otras fuentes energéticas no derivadas del petróleo que sean medioambientalmente más sostenibles; o, en su defecto, a que las calderas de gasóleo sean lo más eficientes posible.

Asimismo, la información proporcionada por los centros asociados muestra que sólo dos edificios han llevado a cabo campañas de concienciación sobre el uso eficiente de estos recursos. En este caso, no ha sido posible contrastar el impacto de este tipo de medidas por la falta de datos suficientes⁹, pero existe abundante experiencia empírica sobre la efectividad de estas actuaciones. Por ello, se espera que los centros asociados, al hilo de la ejecución de este proyecto piloto, realicen este tipo de campañas para difundir los resultados arrojados por este estudio y para concienciar sobre la necesidad de hacer un uso más responsable del agua y la energía, así como de otro tipo de recursos y suministros.

No obstante, los resultados obtenidos en este estudio, al tratarse de una experiencia piloto, deben tratarse con cierta cautela. Sobre todo, a la hora de extraer conclusiones generales a partir de datos para diez edificios y para solo dos años. En este sentido, las comparaciones temporales que se han hecho deben tratarse como meramente descriptivas, y en ningún caso debe asumirse que constituyen una tendencia en el comportamiento de los centros asociados.

⁹ Solo dos edificios habían llevado a cabo campañas de este tipo y, en uno de esos centros no se disponía de información sobre el consumo de agua y energía, por lo que no se pudo determinar el responsable de asumir su coste.

Por ello, algunas de las líneas de avance futuro de este proyecto consisten en ampliar el número de centros asociados y el periodo temporal analizado, dando una continuidad a los datos ya recopilados; calcular la huella de carbono completa (y no sólo la vinculada directamente al consumo de agua y energía), de forma análoga a como ya ha llevado a cabo la OTOM-UNED (2018) para las facultades de la UNED; y tener en cuenta en un futuro otro tipo de materiales (especialmente, aquellos que puedan ser medioambientalmente perjudiciales, como tóneres, plásticos, etc.) y evaluar la gestión de dichos residuos.

BIBLIOGRAFÍA

- Abdelalim, A., O'Brien, W. y Shi, Z. (2015). Visualization of energy and water consumption and GHG emissions: A case study of a Canadian University Campus. *Energy and Buildings*, 109, 334-352.
- Bonnet, J.F., Devel, C., Faucher, P. y Roturier, J. (2002). Analysis of electricity and water end-uses in university campuses: case-study of the University of Bordeaux in the framework of the Ecocampus European Collaboration. *Journal of Cleaner Production*, 10, 13-24.
- Comunidad Europea (2000). Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2000, por la que se

- establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas.
- Comunidad Europea (2010). Directiva 2010/31/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de mayo de 2010, relativa a la eficiencia energética de los edificios.
- Escobedo, A., Briceño, S., Juárez, H., Castillo, D., Imaz, M. y Scheinbaum, C. (2014). Energy consumption and GHG emission scenarios of a university campus in Mexico. *Energy for Sustainable Development*, 18, 49-57.
- Farina, M., Maglionico, M., Pollastri, M. y Stojkov, I. (2011). Water consumption in public schools. *Procedia Engineering*, 21, 929-938.
- Guan, J., Nord, N. y Chen, S. (2016). Energy planning of university campus building complex: Energy usage and coincidental analysis of individual buildings with a case study. *Energy and Buildings*, 124, 99-111.
- Li, L., Tong, Z., Linhua, Z. y Hongchang, S. (2017). Energy consumption investigation and data analysis for one university of Guangzhou. *Procedia Engineering*, 205, 2118-2125.
- Magrini, A., Gobbi, L. y d'Ambrosio, F.R. (2016). Energy audit of public buildings: the energy consumption of a university with modern and historical buildings. Some results. *Energy Procedia*, 101, 169-175.
- Marinho, M., do Socorro Gonçalves, M. y Kiperstok, A. (2014). Water conservation as a tool to support sustainable practices in a Brazilian public university. *Journal of Cleaner Production*, 62, 98-106.
- Oficina Técnica de Obras y Mantenimiento (OTOM) de la UNED (2018). *Primer cálculo de la Huella de Carbono de la UNED 2014-2017*. Madrid: Universidad Nacional de Educación a Distancia. Disponible en: http://gesmant.uned.es/otom_ods/UNED_huellaC_2014-2017.pdf
- Rewthong, O., Eamthanakul, B., Chuarung, S., Sansiribhan, S. y Luewarasirikul, N. (2015). Status of total electric energy consumption in university. *Procedia – Social and Behavioral Science*, 197, 1166-1173.
- SDSN (2017). *Gettins started with the SDGs in universities: A guide for universities, higher education institutions, and the academic sector. Australia, New Zeland and Pacific Edition*. Melbourne: Sustainable Development Solutions Network-Australia/Pacific.
- UN General Assembly (2015). *Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development*, 21 October 2015, A/RES/70/1. Recuperado de: <http://www.refworld.org/docid/57b6e3e44.html>
- US Energy Information Administration (USEIA) (2012). *2012 Commercial*



building energy consumption Survey. Recuperado de: <https://www.eia.gov/consumption/commercial/reports/2012/energyusage/>

Velazquez, L., Munguia, N., y Ojeda, M. (2013). Optimizing water use in the University of Sonora, Mexico. *Journal of Cleaner Production*, 46, 83-88.

Zhou, X., Yan, J., Zhu, J. y Cai, P. (2013). Survey of energy consumption and energy conservation measures for colleges and universities in Guangdong province. *Energy and Buildings*, 66, 112-118.