

## Reciclaje en la UE: evolución y comparativa

Ricardo Izquierdo Escribano<sup>1</sup>

Pilar Lopez Portillo<sup>2</sup>

Eva Ropero Moriones<sup>3</sup>

María Concepción Saavedra Serrano<sup>4</sup>

### Resumen

En esta investigación se analiza la actividad del reciclaje de los residuos en la Unión Europea (UE), aplicando un enfoque comparativo entre sus Estados miembros, así como se describen algunos de los factores que han podido influir sobre dicha actividad, como el desarrollo económico y el período de permanencia en la UE de cada país. Tras observar algunas diferencias en la evolución de las tasas de reciclaje de 2010 a 2016, se han agrupado los países en tres conglomerados mediante un análisis estadístico cluster no jerárquico de K-medias, a los que posteriormente se les ha aplicado un contraste no paramétrico de Kruskal Wallis para analizar si dichas diferencias observadas son significativas en el último año. Los resultados corroboran la hipótesis principal de este trabajo: existen diversos patrones de comportamiento en el tratamiento y, en particular, el reciclaje de residuos en tres grupos de países, en función de su PIB real per cápita y del número de años de pertenencia a la UE.

### 1. Introducción

La gestión de la recogida selectiva de los residuos y su tratamiento, especialmente el reciclaje, contribuyen a la creación de una economía más circular, lo que supone un aprovechamiento de los recursos más eficiente, además de respetar y cuidar el medio ambiente en mayor medida que en la economía lineal tradicional. Dicha gestión está regulada por diversas directivas de la UE, que se han ido modificando a medida que iban surgiendo nuevas necesidades, como el crecimiento de residuos generados, la urgencia de eliminarlos y la oportunidad de convertir su gestión en una actividad con efectos positivos, tanto económicos como sociales, entre otras. Esta última necesidad está recogida en la reciente modificación de 2018 de la Directiva sobre los residuos, en el marco del paquete legislativo de la economía circular de la UE. Por todo ello, es interesante revisar lo que se ha conseguido hasta ahora y observar en qué nivel de consecución se encuentran los objetivos que se pretenden alcanzar en la UE.

<sup>1</sup> Técnico de Medioambiente en el Ayuntamiento Fuenlabrada. rizquierdo@ayto-fuenlabrada

<sup>2</sup> Doctora en Economía por la Universidad Rey Juan Carlos. Profesora de la Universidad Europea de Madrid. mpilar.lopez@universidadeuropea.es

<sup>3</sup> Doctora en Economía por la Universidad Carlos III de Madrid. Profesora de la Universidad Europea de Madrid. eva.ropero@universidadeuropea.es

<sup>4</sup> Doctora en Economía por la UNED. Profesora de la Universidad Europea de Madrid. mariaconcepcion.saavedra@universidadeuropea.es

Partiendo del marco normativo europeo sobre los residuos y tras observar algunas diferencias en la evolución de las tasas de reciclaje nacionales de 2010 a 2016 dentro de la UE, se lleva a cabo un análisis empírico para contrastar la hipótesis principal de este trabajo “existen diferencias en las tasas de reciclaje de los Estados miembros, debido a sus diversos grados de desarrollo económico y períodos de permanencia en la UE”. Además, el análisis permite detectar diferentes perfiles de países y las variables que han podido afectar a la consecución de una mayor o menor tasa de reciclaje en sus respectivas economías. Para ello, en primer lugar, se calculan las variables que se van a analizar en 2016 -tasa de reciclaje, tasa de valorización energética y tasa de tratamiento de residuos- a partir de varios indicadores de la base de datos de la Comisión Europea (Eusostat). En segundo lugar, se agrupan los países en tres conglomerados mediante un análisis estadístico cluster no jerárquico de K-medias. A continuación, se aplica un contraste no paramétrico de Kruskal Wallis que permite determinar si dichas diferencias son significativas. Por último, se describen las conclusiones finales del estudio y se proponen posibles líneas de investigación futuras.

## 2. El reciclaje de los residuos en la Unión Europea

Desde hace varios años, la Unión Europea (UE) está considerando la dimensión medioambiental como una de las prioridades principales dentro de sus políticas y programas y, más recientemente, lo ha extendido al ámbito económico, al querer fomentar la transición de la economía lineal a una economía circular. Esto implica una transformación del sistema de producción-consumo actual con importantes implicaciones, tanto económicas como ambientales (emisiones contaminantes y ahorro energético) y sociales. El objetivo de dichas medidas es conseguir un desarrollo sostenible, en sus tres dimensiones, económica, ambiental y social, tal como consideran Korhonen, Honkasalo y Seppälä (2018).

Sin duda, la economía circular supone un cambio de paradigma en la gestión de los recursos económicos, pues frente al modelo tradicional lineal, en el que el ciclo de vida de los productos está muy limitado (extracción-producción-consumo-depósito de residuos), en este nuevo modelo de economía circular se pueden aprovechar los recursos de forma más eficiente y sostenible, al reutilizar dichos recursos y mantenerlos durante el mayor tiempo posible en el sistema de producción, además de disminuir al mínimo la generación de residuos. Desde ese enfoque, el plan de acción de la UE para la economía circular contiene un paquete de medidas, cuyo objetivo es impulsar la transición hacia una economía más circular, lo que permitirá, además, el cumplimiento de los objetivos de la Agenda 2030 para el desarrollo sostenible de las Naciones Unidas y de la Alianza del G-7 de eficiencia de los recursos (Comisión Europea, 2015), así como la aplicación del programa de eficiencia en el uso de los recursos, que es una de las iniciativas emblemáticas de apoyo al objetivo de desarrollo sostenible de la Estrategia Europa 2020 para un crecimiento inteligente, sostenible e integrador (Comisión Europea, 2016).

A la luz de dichas medidas e iniciativas, se están desarrollando actualmente proyectos de innovación en los procesos industriales, lo que contribuirá, tanto a facilitar la transición hacia una economía más circular y a aumentar el crecimiento económico y la creación de empleo como a promover el respeto y cuidado del medio ambiente. En este sentido, la economía circular estaría en consonancia con las prioridades clave de la UE (Comisión Europea, 2017).

La gestión de residuos desempeña un papel esencial en la economía circular, en tanto en cuanto determina la manera de poner en práctica la jerarquía de residuos de la UE. Dicha jerarquía establece un orden de prioridad desde la prevención, la preparación para la reutilización, el reciclado y la recuperación de energía hasta la eliminación, como es el caso del depósito en vertederos (Comisión Europea, 2014).

Como en esta investigación, Tantau, Maassen y Fratila (2018) examinan empíricamente algunas de las variables económicas que pueden afectar a la tasa de reciclaje de los residuos en los Estados miembros de la UE, pero en el caso de estos autores, la técnica econométrica empleada es de datos de panel. Entre sus hallazgos, dichos autores encuentran que la productividad de los recursos es una de las variables que más influye sobre la tasa de reciclaje.

Para el caso de España, Sastre, Llopart y Puig Ventosa (2018) estudian a nivel regional la gestión de los residuos, concluyendo que la mayor parte de las Comunidades Autónomas están muy lejos de cumplir los objetivos de la Directiva marco de los residuos y que deberían mejorar en la eficiencia de su tratamiento.

El objetivo principal de la Directiva marco de los residuos (Directiva 2008/98/CE), resaltado en su última modificación de 2018 (Directiva (UE) 2018/851), es profundizar en la consecución de una economía más circular a través de una mejor gestión, valorización y tratamiento de los residuos, especialmente la actividad del reciclaje, con el fin de proteger y preservar la calidad del medio ambiente.

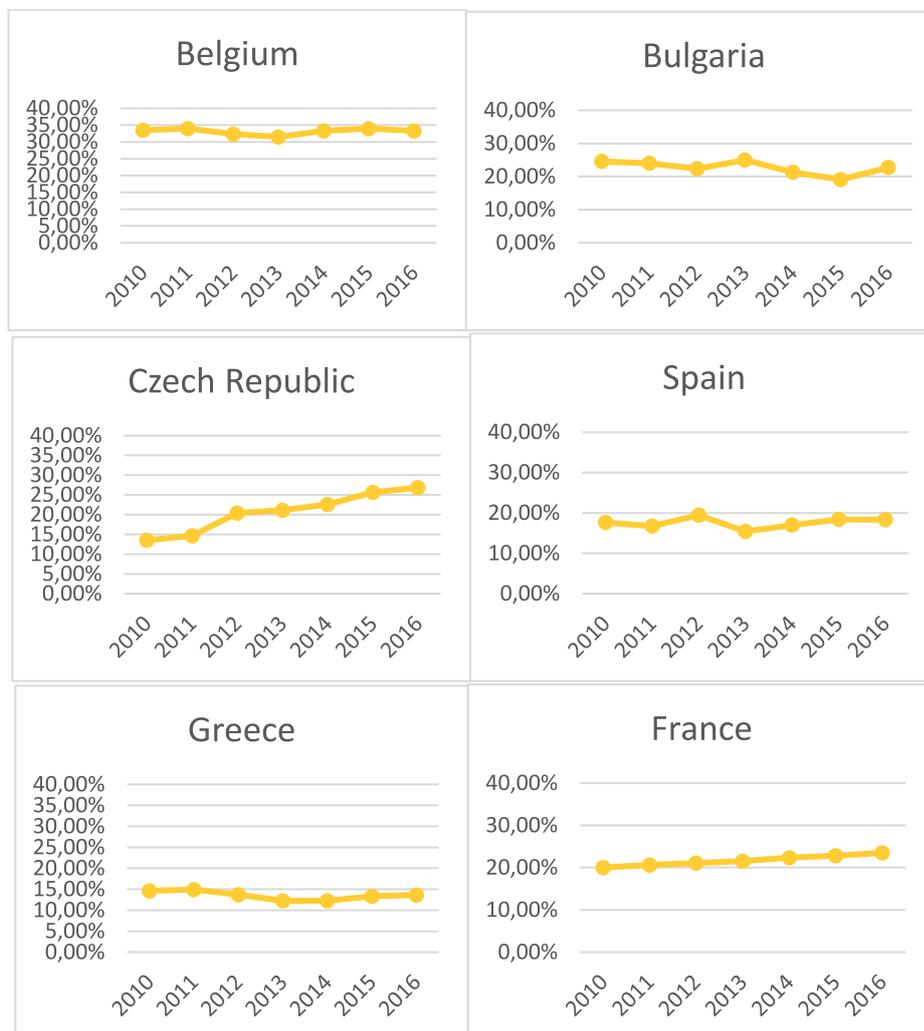
### 3. Análisis comparativo del reciclaje de los residuos en la Unión Europea

En el contexto de la economía circular, el tratamiento de residuos puede decirse que responde a tres principios básicos, enmarcados en la actual Jerarquía de Residuos: que no existan (reducir y reutilizar), que aporten valor al sistema productivo para cerrar el círculo (reciclar, valorizar, compostar), o que no generen valor alguno y, por tanto, tratamientos a extinguir como tales tratamientos (incineración y vertedero).

El segundo principio señalado es el que subyace en la motivación de esta investigación, la cual tiene como objetivo analizar la situación y evolución de la gestión de los residuos y los tratamientos que pueden aportar valor a la Economía Circular. En este sentido, aunque se parte de la tasa de reciclaje como variable principal a analizar, se considera también interesante el estudio de los otros dos tratamientos -valorización energética y compostaje-, por lo que, tras una primera descripción de la evolución del reciclaje en algunos Estados miembros de la UE, se incorporan al análisis los otros dos tratamientos a los que se ha hecho referencia.

Por consiguiente, se analiza, en primer lugar, la evolución de las tasas de reciclaje de los Estados miembros de la UE de 2010 a 2016<sup>5</sup>, observándose que existe una gran disparidad entre países, tanto en niveles como en tendencias. A modo de ejemplo, se representa la evolución de la tasa de reciclaje de seis Estados miembros de la UE en la Figura 1.

<sup>5</sup> Eurostat introdujo cambios en la metodología para el cálculo de los datos en 2010, lo que ha determinado que en este trabajo se inicie el análisis descriptivo de la evolución de la tasa de reciclaje a partir de dicho año. Por otra parte, 2016 es el último año con datos disponibles en el momento de terminar esta investigación (noviembre de 2018).



Fuente: Elaboración propia con datos de Eurostat

Figura 1. Evolución de la tasa de reciclaje en algunos de los Estados miembros de la UE

Una vez constatada la disparidad en la evolución de la tasa de reciclaje, y como primera contribución al análisis comparativo del tratamiento de residuos en diversos Estados miembros de la UE, se analiza si las diferentes tasas de tratamiento, de reciclaje, de valoración energética y de los tratamientos en conjunto, dependen de los niveles de desarrollo económico, para lo cual se utilizan las variables del PIB real per cápita, y de los años de permanencia de cada país en la UE, como se explicó anteriormente.

En el estudio empírico, las variables a analizar son:

- Tasa de reciclaje, obtenida como la ratio “kilogramos de reciclaje de material per cápita divididos entre los kilogramos de residuos generados totales per cápita en cada país”.
- Tasa de valoración energética, obtenida como la ratio “kilogramos de valoración energética per cápita divididos entre los kilogramos de residuos generados totales per cápita en cada país”.

- Tasa de tratamiento de residuos total, en la que se suman la tasa de reciclaje, la tasa de valorización energética y la tasa de compostaje. La tasa de *compostaje es la ratio* “cantidad de residuos orgánicos que se convierten en abono dividida entre los residuos generados”.

Estas variables son calculadas a partir de la base de datos de Eurostat para el último año del período de análisis de su reciente evolución, 2016. De la población de países de la Unión Europea, se han eliminado aquellos países de los que no se contaba con datos completos de su evolución a partir de 2010 (Irlanda y Dinamarca, así como tres países de nueva incorporación, Malta Rumanía y Croacia) y también Luxemburgo, ya que su valor tan elevado del PIB real per cápita lo convertía en un dato extremo, no agrupable con el resto.

Los resultados de los estadísticos descriptivos de estas tres variables se presentan en la tabla 1.

**Tabla 1. Estadísticos descriptivos**

	N (Nº de países)	Míni mo	Máximo	Media	Desv. típica	Coefficiente de variación
- Tasa de reciclaje	22	13%	48%	25,41%	,08851	0,348
- Tasa de valorización energética	22	0%	55%	23,57%	,17290	0,734
- Tasa de tratamiento de residuos	22	17%	99%	62,85%	,27264	0,434

Fuente: Elaboración propia con datos de Eurostat (resultados obtenidos con el programa IBM SPSS Statistics 21)

El país con las tasas mínimas de reciclaje, valoración energética y tratamiento de residuos es Chipre. En el caso del tratamiento de valorización energética, comparte el hecho de no utilizarlo (tasa = 0%) con Lituania. En el caso de la tasa de tratamiento de residuos, el valor mínimo también lo comparte con Grecia.

En cuanto a valores máximos, Alemania es el país con mayor tasa de reciclaje (48%), mientras que es Finlandia quien tiene la mayor tasa de valorización energética (55%). El país que tiene la máxima tasa de tratamiento de residuos (prácticamente 100%) es Suecia.

En la tabla anterior se puede observar que, como método de tratamiento de residuos, se utilizan de forma similar el reciclaje de materiales y la valorización energética, como media entre todos los estados tratados, aunque sí que hay diferencia entre los mínimos y los máximos obtenidos. La dispersión es mayor en la tasa de valorización energética.

Para contrastar la hipótesis principal de este trabajo “existen diferencias en el reciclaje de residuos entre los Estados miembros de la UE, según diversas características, como su desarrollo económico y los años de permanencia en la UE”, se analiza comparativamente las tasas calculadas sobre tratamiento de residuos, agrupándose los países en tres conglomerados a través de una técnica de clasificación denominada “análisis cluster no jerárquico de K-medias”. Ésta es una técnica de clasificación automática de datos que

reconoce las agrupaciones que subyacen en el conjunto de datos basándose en las diferencias entre los mismos, medidas en función de la distancia entre ellos. Las variables de agrupación utilizadas son los indicadores nacionales del PIB real per cápita y el número de años de pertenencia a la UE.

En las tablas 2 y 3, se recogen los tres conglomerados de países obtenidos en el análisis cluster y sus características, respectivamente.

**Tabla 2. Conglomerados de países**

Conglomerado 1	Conglomerado 2	Conglomerado 3
Belgium	Bulgaria	Czech Republic
Germany (until 1990 former territory of the FRG)	Estonia	Greece
France	Latvia	Spain
Netherlands	Lithuania	Italy
Austria	Hungary	Cyprus
Finland	Poland	Portugal
Sweden	Slovakia	Slovenia
United Kingdom		

Fuente: Elaboración propia con datos de Eurostat (resultados obtenidos con el programa IBM SPSS Statistics 21)

**Tabla 3. Características de los conglomerados**

conglomerado		PIB REAL PER CÁPITA	Nº DE AÑOS EN LA UE
Conglomerado 1	N	8	8
	Media	35800,00	44,75
	Mediana	34850,00	53,00
	Desv. típ.	3746,618	18,805
Conglomerado 2	N	7	7
	Media	11428,57	13,57
	Mediana	11300,00	14,00
	Desv. típ.	2775,316	1,134
Conglomerado 3	N	7	7
	Media	20042,86	29,14
	Mediana	18500,00	32,00
	Desv. típ.	3748,714	17,228
Total	N	22	22
	Media	23031,82	29,86
	Mediana	20050,00	23,00
	Desv. típ.	10993,478	19,394

Fuente: Elaboración propia con datos de Eurostat (resultados obtenidos con el programa IBM SPSS Statistics 21)

En la tabla 3, se observa que el primer conglomerado, formado por 8 de países, tiene una media de PIB real per cápita de 35.800 euros y una media de años de pertenencia a la UE de 44,75. El segundo conglomerado con 7 países tiene un PIB real per cápita de media 11.428,57 € y la media de años en la UE es igual a 13,57. Por último, el conglomerado 3, tiene una media de PIB real per cápita de 23.031,82 euros y una media de años en la UE de 29,86 años. Aquí se encuentran 7 países, entre ellos, España.

Por lo tanto, el primer conglomerado está formado por los países que llevan más tiempo en la UE y que también tienen mayor PIB real per cápita. El segundo clúster está formado por los países que llevan menos tiempo y que también tienen menor PIB real per cápita. El tercero está formado por los países que llevan un tiempo intermedio en la UE y con un PIB real per cápita también intermedio.

Para ver si hay diferencias en las tasas de tratamiento según cada conglomerado, hay que analizar sus medias (tabla 4).

**Tabla 4. Medias de las tasas por conglomerados**

conglomerado	Tasa de reciclaje	Tasa de valorización energética	Tasa de tratamiento
1	30,63%	40,62%	91,50%
2	22,71%	16,19%	48,41%
3	22,14%	11,46%	44,53%
Total	25,41%	23,57%	62,85%

Fuente: Elaboración propia con datos de Eurostat (resultados obtenidos con el programa *IBM SPSS Statistics 21*)

El conglomerado 1 resulta ser el formado por los países que, en media, tienen mayores tasas de tratamiento (tanto reciclaje, como valorización energética, como tratamiento total). Posteriormente el conglomerado 2 obtiene menores resultados en las tres tasas, pero ligeramente superiores, en media, a los países del conglomerado 3. Los países del conglomerado 1, agregando todos los tipos de tratamiento de residuos, llegarían a un 91,50% de media, mientras que el resto de países no llegan a la mitad.

A continuación, se utiliza un análisis no paramétrico Kruskal-Wallis para comprobar si las diferencias entre las medias de las tasas, anteriormente calculadas, de los tres conglomerados son significativas:

- a) Tasa de reciclaje

**Tabla 5. Contraste de Kruskal-Wallis para la tasa de reciclaje**

	Rangos		
	conglomerado	N	Rango promedio
Tasa de reciclaje	1	8	15,69
	2	7	9,64
	3	7	8,57
	Total	22	

**Estadísticos de contraste<sup>a,b</sup>**

	Tasa de reciclaje
Chi-cuadrado	5,353
gl	2
Sig. asintót.	,069

a. Prueba de Kruskal-Wallis

b. Variable de agrupación: conglomerado

Fuente: Elaboración propia con datos de Eurostat (resultados obtenidos con el programa IBM SPSS Statistics 21)

El p-valor obtenido en el contraste es 0,069, mayor del 5% pero menor del 10%. A un nivel de significatividad del 5% no podemos decir que las diferencias observadas sean diferentes de cero, pero sí si aceptamos una probabilidad de equivocarnos del 10%.

b) Tasa de valorización energética.

**Tabla 6. Contraste de Kruskal-Wallis para la tasa de valorización energética**

	Rangos		
	conglomerado	N	Rango promedio
Tasa de valorización energética	1	8	18,00
	2	7	7,79
	3	7	7,79
	Total	22	

**Estadísticos de contraste<sup>a,b</sup>**

	Tasa de valorización energética
Chi-cuadrado	12,611
Gl	2
Sig. asintót.	,002

a. Prueba de Kruskal-Wallis

b. Variable de agrupación: conglomerado

Fuente: Elaboración propia con datos de Eurostat (resultados obtenidos con el programa IBM SPSS Statistics 21)

Se observa en las tablas anteriores que la diferencia entre la valorización energética en cada uno de los conglomerados es significativa al 5%.

- c) Tasa de tratamiento total de residuos (incluyendo reciclaje de materiales, valorización energética y compost)

**Tabla 7. Contraste de Kruskal-Wallis para la tasa de tratamiento de residuos.**

	Rangos		
	conglomerado	N	Rango promedio
Tasa de tratamiento	1	8	18,50
	2	7	7,86
	3	7	7,14
	Total	22	

**Estadísticos de contraste<sup>a,b</sup>**

	Tasa de tratamiento
Chi-cuadrado	14,651
gl	2
Sig. asintót.	,001

a. Prueba de Kruskal-Wallis

b. Variable de agrupación: conglomerado

Fuente: Elaboración propia con datos de Eurostat (resultados obtenidos con el programa *IBM SPSS Statistics 21*)

A partir de los resultados del análisis estadístico sobre los tres conglomerados de países, reflejados en las tablas anteriores, las diferencias observadas entre las variables analizadas de los tres conglomerados son significativas al 5%.

Por lo tanto, se puede afirmar que hay diferencias entre países, tanto de la tasa de tratamiento como de la tasa de valorización energética, según su desarrollo económico y sus años de permanencia en la UE.

## 4. Conclusiones

En este trabajo se han analizado algunos de los factores que han podido influir en el diferente tratamiento de los residuos por parte de los Estados miembros de la UE, especialmente en cuanto a su reciclaje, mediante un análisis empírico. Tras observar patrones de comportamiento diferentes en la evolución de la tasa de reciclaje de residuos entre los países, se han distribuido a estos en tres grupos, según su PIB real per cápita y el número de años de pertenencia a la UE, a través de un modelo estadístico cluster no jerárquico de K-medias. Posteriormente, se ha aplicado un contraste no paramétrico de Kruskal Wallis para detectar si las diferencias entre los mismos son significativas. Los resultados de dicho análisis verifican la hipótesis de partida de esta investigación: existen

diferencias en las tasas de reciclaje de los Estados miembros, debido a sus diferentes grados de desarrollo económico, medido éste a través del PIB real per cápita, y a su período de permanencia en la UE.

A la luz de los resultados de esta investigación, se sugiere que, tanto la variable del desarrollo económico como la variable del tiempo de permanencia en la UE, son factores que influyen en las tasas de tratamiento de los residuos y, por tanto, pueden contribuir a la explicación de por qué hay diferencias en las tasas de reciclaje de los Estados miembros de la UE.

Por último, hay que resaltar algunas cuestiones que llaman la atención y que podrían ser objeto de posteriores análisis, como el hecho de que haya más disparidad entre países en la tasa media de valorización energética que en la tasa media de reciclaje. Además, son especialmente significativos y de interés para futuras investigaciones, los resultados estadísticos obtenidos en este trabajo sobre las tasas de los países del conglomerado 3 (República Checa, Grecia, España, Italia, Chipre, Portugal y Eslovenia), cuyos valores medios del PIB real per cápita y del periodo de permanencia en la UE se encuentran entre los otros dos conglomerados (1 y 2) y, sin embargo, tienen peores resultados en las tasas de tratamiento que los países del conglomerado 2 (Bulgaria, Estonia, Letonia, Lituania, Hungría, Polonia y Eslovaquia), los cuales tienen un nivel más bajo de desarrollo económico en promedio y un menor número de años de permanencia en la UE. En cambio, los resultados del conglomerado 1, que incluye a ocho países (Bélgica, Alemania, Francia, Holanda, Austria, Finlandia, Suecia y Reino Unido), son consistentes con lo que a priori se pudiera predecir, a saber, al tener dichos países un mayor nivel medio de desarrollo económico que los otros dos conglomerados y llevar más tiempo en la UE, obtienen mejores resultados en las tres variables analizadas: tasa de reciclaje, tasa de valorización energética y tasa de tratamiento de residuos conjunta.

## 5. Referencias bibliográficas

Comisión Europea (2014). Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones “Hacia una economía circular, un programa de cero residuos para Europa” [COM (2014) 398 final, de 2.7.2014]. Recuperado, el 16 de diciembre de 2017, de [http://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:50edd1fd-01ec-11e4-831f-01aa75ed71a1.0009.02/DOC\\_2&format=PDF](http://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:50edd1fd-01ec-11e4-831f-01aa75ed71a1.0009.02/DOC_2&format=PDF)

Comisión Europea (2015). Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones “Cerrar el círculo: un plan de acción de la UE para la economía circular” [(COM (2015) 614 final, de 2.12.2015]. Recuperado, el 16 de diciembre de 2017, de [http://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:8a8ef5e8-99a0-11e5-b3b7-01aa75ed71a1.0011.02/DOC\\_1&format=PDF](http://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:8a8ef5e8-99a0-11e5-b3b7-01aa75ed71a1.0011.02/DOC_1&format=PDF)

Comisión Europea (2016). Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones “Próximas etapas para un futuro europeo sostenible: Acción Europea para la sostenibilidad” [(COM (2016) 739 final, de 22.11.2016]. Recuperado, el 17 de diciembre de 2017, de <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:52016DC0739&from=FR>

Comisión Europea (2017). Informe de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones “sobre la aplicación del

plan de acción para la economía circular” [COM (2017) 33 final, de 26.1.2017]. Recuperado, el 16 de diciembre de 2017, de <https://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2017/ES/COM-2017-33-F1-ES-MAIN-PART-1.PDF>

Korhonen, J., Honkasalo, A. & Seppälä, J. (2018). Circular Economy: The Concept and its Limitations. *Ecological Economics*, 143, 37-46. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolecon.2017.06.041>.

Sastre, S., Llopart, J. y Puig Ventosa, I. (2018). Mind the gap: A model for the EU recycling target applied to the Spanish regions, *Waste Management*, 415-427. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.07.046>

Tantau, A. D., Maassen, M. A. and Fratila, L. (2018). Models for Analyzing the Dependencies between Indicators for a Circular Economy in the European Union, *Sustainability* 2018, 10, 2141. <http://dx.doi.org/10.3390/su10072141>

Unión Europea (2008). Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de noviembre de 2008, sobre los residuos y por la que se derogan determinadas Directivas [DO L 312, de 22.11.2008, p.3]. Recuperado, el 9 de noviembre de 2018, de <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32008L0098&from=ES>

Unión Europea (2018). Directiva (UE) 2018/851 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 30 de mayo de 2018, por la que se modifica la Directiva 2008/98/CE sobre los residuos [DO L 150, de 14.6.2018, p.109]. Recuperado, el 9 de noviembre de 2018, de <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018L0851&from=ES>