



ugr

Universidad
de Granada

FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES

**PROGRAMA DE DOCTORADO: CIENCIAS ECONÓMICAS Y
EMPRESARIALES**

Tesis Doctoral

**LA SOSTENIBILIDAD EN UN SISTEMA PRODUCTIVO
GLOBALIZADO: EL PAPEL Y EL CARTÓN, ¿RESIDUO O
MATERIA PRIMA?**

Doctoranda

Soraya María Ruiz Peñalver

Directores

José Antonio Camacho Ballesta

Mercedes Rodríguez Molina

Editorial: Universidad de Granada. Tesis Doctorales
Autora: Soraya María Ruiz Peñalver
ISBN: 978-84-9125-352-5
URI:<http://hdl.handle.net/10481/41232>

**LA SOSTENIBILIDAD EN UN SISTEMA PRODUCTIVO
GLOBALIZADO: EL PAPEL Y EL CARTÓN, ¿RESIDUO O
MATERIA PRIMA?**

Tesis doctoral que presenta la doctoranda Soraya María Ruiz Peñalver para la obtención
del grado de Doctor por la Universidad de Granada

Junio 2015

LA DOCTORANDA

Soraya M^a Ruiz Peñalver

Licenciada en Economía

Máster en Análisis Geográfico en la Ordenación del Territorio. Tecnologías de la
Información Geográfica, por la Universidad de Granada.

LOS DIRECTORES DE LA TESIS

Prof. Dr. José Antonio Camacho Ballesta

Profesor Titular del Departamento de Economía Internacional y de España.
Universidad de Granada.

Prof. Dra. Mercedes Rodríguez Molina

Profesora Titular del Departamento de Economía Internacional y de España.
Universidad de Granada.

La doctoranda, Soraya María Ruiz Peñalver y los directores de la tesis, José Antonio Camacho Ballesta y Mercedes Rodríguez Molina. Garantizamos, al firmar esta tesis doctoral, que el trabajo ha sido realizado por la doctoranda bajo la dirección de los directores de la tesis y hasta donde nuestro conocimiento alcanza, en la realización del trabajo, se han respetado los derechos de otros autores a ser citados, cuando se han utilizado sus resultados o publicaciones.

Granada a 30 de mayo de 2015.

Director/es de la Tesis

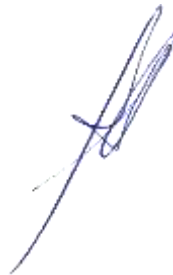


Fdo.: José A. Camacho Ballesta



Fdo.: Mercedes Rodríguez Molina

Doctoranda



Fdo.: Soraya Mª Ruiz Peñalver

Desde que comencé los estudios de posgrado, elaborar una tesis doctoral estaba entre mis proyectos futuros. Personalmente, el hecho de realizar una tesis doctoral ha supuesto dar un paso más en mi desarrollo como investigadora, si bien, esta fase no ha estado exenta de obstáculos que abarcan desde la decisión del tema del proyecto hasta la solución a problemas que van surgiendo durante su elaboración, acompañado del cúmulo de emociones que ello conlleva. Por eso, aprovecho la oportunidad que se me plantea, no sólo para agradecer a todas aquellas personas que han hecho posible este trabajo, sino también a todas aquellas que me han prestado su apoyo y confianza.

En primer lugar, expreso mi más sincero agradecimiento a los profesores José Antonio Camacho Ballesta y Mercedes Rodríguez Molina, por confiar en mí, por ofrecerse a dirigir esta tesis, por lo que he aprendido y sobre todo, por ofrecerme su paciencia y su valioso tiempo. Gracias a ellos he sido capaz de avanzar como investigadora, profundizando mi interés por la investigación en el ámbito del marco input-output y en cuestiones medio ambientales.

A su vez, me gustaría agradecer el apoyo y confianza que he recibido en todo momento de Teresa Barrés Benlloch, experta en materia de residuos, por su gran ayuda y su gran predisposición en todo momento.

Asimismo, me gustaría expresar mi gratitud a mis primos: David Valenzuela Ruiz, que a pesar de los miles de kilómetros que nos separan, se ha molestado en ofrecerme las fotografías utilizadas en la portada de esta tesis; y Lola Martínez Ruiz, por su ayuda con ciertas traducciones.

También quiero mostrar mi agradecimiento a Jesús, a Anabel y a mis amigas, por estar siempre animándome especialmente en los momentos difíciles y por ser unos de los grandes perjudicados de esta tesis por mis cuantiosas ausencias. Por último, quiero hacer una mención especial a mis padres Gregorio y Encarnación, a quienes dedico este trabajo por todo el esfuerzo que han realizado para brindarme una educación, de quienes he adquirido mis valores, y sobre todo, por su apoyo incondicional en los momentos de flaqueza animándome a continuar.

A todos ellos, gracias.

ÍNDICE.

RESUMEN/ABSTRACT	1
INTRODUCCIÓN/INTRODUCTION.....	9
PARTE I. MARCO DE REFERENCIA AMBIENTAL DE LOS RESIDUOS.....	21
CAPÍTULO 1. CRISIS AMBIENTAL Y DESARROLLO SOSTENIBLE.	23
1.1. HACIA EL DESARROLLO SOSTENIBLE.	23
1.2. EL PAPEL DE LOS ORGANISMOS INTERNACIONALES ANTE LA CRISIS AMBIENTAL.	31
CAPÍTULO 2. LA CRISIS AMBIENTAL EN EUROPA Y EN ESPAÑA: EVOLUCIÓN DE LA NORMATIVA EN MATERIA DE GESTIÓN DE RESIDUOS.....	39
2.1. EVOLUCIÓN DE LA NORMATIVA EN MATERIA DE GESTIÓN DE RESIDUOS EN EUROPA.	39
2.2. EVOLUCIÓN DE LA NORMATIVA EN MATERIA DE GESTIÓN DE RESIDUOS EN ESPAÑA.	55
CAPÍTULO 3. IDENTIFICACIÓN, CONCEPTO Y CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS.....	63
3.1. LOS RESIDUOS.	63
3.2. ¿QUÉ ENTENDEMOS POR RESIDUO?	64
3.2.1. Antecedentes.	64
3.2.2. ¿Qué entendemos por residuo en la actualidad?.....	67
3.2.3. Fin de la condición de residuo.....	73
3.2.3.1. ¿En qué consisten los criterios que implican el fin de la condición de residuo, propuestos por la metodología del IPTS?	77
3.2.3.2. Directrices para la evaluación de impacto.	84
3.3. CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS.	90
3.3.1. Antecedentes.	90
3.3.2. Clasificación de los residuos en la actualidad.	92
3.4. LOS RESIDUOS EN EUROPA Y EN ESPAÑA.	101
3.4.1. Según sectores generadores.	102
3.4.1.1. Residuos urbanos.	102
3.4.1.2. Residuos industriales y comerciales.	108
3.4.1.3. Residuos de extracción.	111
3.4.1.4. Residuos de construcción y demolición.	114
3.4.2. Según tipos de residuos.	116
3.4.2.1. Pilas y acumuladores.	116
3.4.2.2. Biorresiduos.	119
3.4.2.3. Vehículos al final de su vida útil.	123
3.4.2.4. Residuos peligrosos.	128
3.4.2.5. Envases y residuos de envases.	132
3.4.2.6. Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.	139
PARTE II. LA FABRICACIÓN Y EL COMERCIO EXTERIOR DE PASTA, PAPEL Y CARTÓN	145
CAPÍTULO 4. LA FABRICACIÓN DE PAPEL Y CARTÓN COMO PROCESO SOSTENIBLE.	147
4.1. EL PAPEL A LO LARGO DE LA HISTORIA.....	147
4.2. EL ACTUAL PROCESO PRODUCTIVO DEL PAPEL.	156

4.3.	LA FABRICACIÓN DEL PAPEL COMO PROCESO SOSTENIBLE.....	162
4.4.	LOS DESECHOS DE PAPEL Y CARTÓN ¿RESIDUOS O MATERIA PRIMA?	170
CAPÍTULO 5. EL COMERCIO INTERNACIONAL DE PASTA, PAPEL Y CARTÓN. 197		
5.1.	FLUJOS COMERCIALES DE PRODUCTOS DE PASTA, PAPEL Y CARTÓN EN LA UE-27.....	200
5.2.	¿CÓMO INFLUYE EL GIGANTE ASIÁTICO EN LAS EXPORTACIONES DE RESIDUOS DE PAPEL Y CARTÓN DE ORIGEN EUROPEO?	213
5.3.	IMPLICACIONES DEL COMERCIO INTERNACIONAL DE RESIDUOS Y DESECHOS DE PAPEL Y CARTÓN.	215
PARTE III. LA INDUSTRIA PAPELERA EN EL SISTEMA PRODUCTIVO ESPAÑOL: APLICACIÓN DEL MODELO ACV-IO 219		
CAPÍTULO 6. DESARROLLO METODOLÓGICO Y LIMITACIONES DEL ESTUDIO. 221		
6.1.	EL MARCO INPUT-OUTPUT.....	223
6.1.1.	Breves pinceladas históricas del marco input-output.	223
6.1.2.	Las Tablas Input-Output. El modelo de la demanda.	226
6.1.3.	Limitaciones de la metodología Input-Output.....	231
6.2.	EL ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA-INPUT OUTPUT (ACV-IO).....	232
6.2.1.	Antecedentes de la metodología de Análisis de Ciclo de Vida-Input Output (ACV-IO).	232
6.2.2.	El Análisis de Ciclo de Vida-Input Output (ACV-IO).....	236
6.2.3.	Ventajas e inconvenientes de la metodología Análisis de Ciclo de Vida-Input Output (ACV-IO).	237
6.3.	ADAPTACIÓN DE LOS DATOS PARA SU APLICACIÓN EN EL MODELO ACV-IO.....	238
6.3.1.	Clasificación de actividades económicas.	239
6.3.2.	Clasificación del empleo y de los residuos para la elaboración de las matrices R_i	242
6.3.2.1.	<i>Matrices ambientales. Residuos generados.</i>	243
6.3.2.2.	<i>Matriz socio-económica. Empleo total equivalente.</i>	245
CAPÍTULO 7. LA INDUSTRIA PAPELERA EN EL SISTEMA PRODUCTIVO ESPAÑOL: APLICACIÓN DEL MODELO ACV-IO..... 247		
7.1.	ANÁLISIS DEL SECTOR PAPELERO EN EL SISTEMA PRODUCTIVO. RELACIONES INTERSECTORIALES.....	247
7.2.	ANÁLISIS APLICADO DEL MODELO ACV-IO.....	257
7.2.1.	Aplicación del modelo ACV-IO para analizar la generación de residuos de papel y cartón.	257
7.2.1.1.	<i>Total de residuos generados.</i>	257
7.2.1.2.	<i>Generación de residuos no peligrosos.</i>	265
7.2.1.3.	<i>Generación de residuos peligrosos.</i>	276
7.2.2.	Aplicación del modelo ACV-IO para analizar el empleo generado por el proceso productivo del papel y cartón.....	286
CONCLUSIONES Y REFLEXIÓN FINAL/CONCLUSIONS AND FINAL DISCUSSION 291		
BIBLIOGRAFÍA..... 319		
ANEXOS 335		

ANEXO 1. MATRIZ DE COEFICIENTES TÉCNICOS INTERIOR.	337
ANEXO 2. MATRIZ INVERSA DE LEONTIEF.	338
ANEXO 3. MATRIZ AMBIENTAL R_i. TOTAL DE RESIDUOS GENERADOS.....	339
ANEXO 4. MATRICES AMBIENTALES R_i. RESIDUOS NO PELIGROSOS.....	340
ANEXO 5. MATRICES AMBIENTALES R_i. RESIDUOS PELIGROSOS.....	356
ANEXO 6. MATRIZ SOCIOECONÓMICA R_i.....	372
ABREVIATURAS EMPLEADAS	373
ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS	379

RESUMEN

ABSTRACT

RESUMEN.

En las últimas décadas se ha ido generalizando una mayor concienciación para proteger el medio ambiente, debido al importante deterioro que está sufriendo como consecuencia de las actividades humanas. No obstante, en muchas ocasiones los intereses políticos y económicos se superponen a la protección ambiental y las consecuencias de ello pueden ser nefastas. En efecto, una extracción abusiva de recursos naturales, especialmente si no son renovables, puede llevar consigo un agotamiento de los mismos con efectos importantes no sólo para el medio ambiente sino también para la economía global y para el conjunto de la sociedad. Asimismo, una mala gestión de los contaminantes generados puede generar desequilibrios ambientales que también tendrán efectos negativos sobre la economía y la sociedad.

Por tanto, debido al vínculo existente entre medio ambiente, economía y sociedad, parece plausible que se abogue por un equilibrio entre ellos, una idea que se recoge dentro del concepto de “*desarrollo sostenible*” que implica un desarrollo (y no crecimiento) en el que se satisfagan las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades. En este sentido, se han venido desarrollando ciertas actividades económicas que tienen como finalidad minimizar el impacto ambiental provocado por la mano del hombre. Estas actividades han proliferado en los últimos años, aunque siguen siendo poco representativas.

La industria papelera se puede englobar dentro de este tipo de actividades y considerarse un ejemplo a seguir, ya que se presenta como una industria totalmente comprometida con el medio ambiente. Como se verá más adelante, se abastece de gran cantidad de residuos de papel y cartón para llevar a cabo su producción; se alimenta de biomasa que produce ella misma; tiene un serio compromiso con el uso y tratamiento del agua que utiliza; y así, se podrían citar muchas mejoras introducidas en su sistema productivo para respetar al medio ambiente.

Es por ello por lo que con este trabajo se pretende analizar las implicaciones socioeconómicas y ambientales de la industria papelera española, para constatar qué papel juega en las relaciones intersectoriales de la economía española y qué impacto tiene su efecto multiplicador en el empleo y en la generación de residuos (totales, peligrosos y no peligrosos) en toda su cadena de suministros.

Para llevar a cabo este propósito, este trabajo se estructura en siete capítulos organizados en tres partes.

La primera parte titulada “*Parte I. Marco de referencia ambiental de los residuos*”, está formada por tres capítulos de contenido teórico y de contextualización.

En el primer capítulo “*Crisis ambiental y desarrollo sostenible*”, se pone de manifiesto la problemática ambiental que está teniendo lugar en todos los rincones del planeta, y qué opciones están proponiendo los organismos internacionales para hacerle frente, destacando el concepto de desarrollo sostenible, expuesto en el Informe Brundtland (1987), que se basa en el equilibrio entre economía, medio ambiente y sociedad.

El segundo capítulo “*La crisis ambiental en Europa y en España: evolución de la normativa en materia de gestión de residuos*”, refleja que la legislación en materia de residuos ha sufrido importantes modificaciones desde la constitución de la Comunidad Económica Europea hasta la actualidad, cambios que también se han visto reflejados en la normativa española. Estas sucesivas modificaciones, derogaciones y ampliaciones son la consecuencia directa de que la variedad de residuos conocidos ha ido ampliándose conforme se han desarrollado nuevas actividades y aplicaciones de productos. La evolución de la normativa en materia de residuos también se justifica por el mayor conocimiento de todos estos residuos, que ha revelado su mayor o menor peligrosidad así como nuevos riesgos e impactos para el conjunto del medio ambiente y la salud humana, por lo que su gestión y tratamiento ha de ajustarse a las nuevas exigencias requeridas para evitar daños mayores.

El tercer capítulo “*Identificación, concepto y clasificación de los residuos*”, muestra en consonancia con el capítulo anterior, cómo la definición y la clasificación de los residuos ha ido modificándose de forma importante. De hecho, la actual normativa europea, y por ende la española, recoge que si se conoce la existencia de alguna sustancia que cumple con los requisitos exigidos en dicha legislación para considerarse un residuo, pero que no consta como tal, deberá de notificarse a la administración pública pertinente para su estudio e inclusión en la lista de residuos. En este capítulo también se explica el concepto “*end-of-waste*” o fin de la condición de residuo, reflejado en la normativa europea y española, así como en varios documentos elaborados por varios centros colaboradores con la Comisión Europea. Con este concepto se pretende que ciertos residuos que cumplan una serie de criterios puedan dejar de tener tal condición, y por tanto sean considerados productos.

La “*Parte II. Producción y comercio exterior de pasta, papel y cartón*”, está constituida por dos capítulos referentes al proceso productivo de este tipo de productos y a su comercialización internacional.

El cuarto capítulo “*La fabricación de papel y cartón como proceso sostenible*”, hace una breve reseña histórica del desarrollo del papel (y por extensión del cartón), desde sus orígenes hasta el papel moderno tal y como lo conocemos hoy. Asimismo, describe el actual proceso productivo del papel y finalmente, se desarrollan cuáles son los criterios “*end-of-waste*” que han de cumplir los residuos de papel para dejar de serlo y convertirse en productos que no suponen ningún riesgo para el medio ambiente ni para la salud humana.

El capítulo “*El comercio internacional de pasta, papel y cartón*” explica, basándose en datos empíricos, la evolución del comercio internacional para los productos de papel y cartón (incluidos sus residuos), así como el origen y el destino de estos flujos comerciales.

La “*Parte III. La industria papelera en el sistema productivo español: aplicación del modelo Análisis de Ciclo de Vida Input-Output*” está subdividida en dos capítulos.

La propuesta metodológica se detalla en el capítulo seis “*Desarrollo metodológico y limitaciones del estudio*”, en el que se explica en qué consiste el marco input-output, y dentro de éste se desarrolla el modelo de demanda de Leontief, necesario para el posterior desarrollo y aplicación de la herramienta Análisis de Ciclo de Vida Input-Output. Asimismo, se describen las ventajas e inconvenientes que presentan estas herramientas.

Por su parte, el capítulo siete titulado “*La industria papelera en el sistema productivo español: aplicación del modelo Análisis de Ciclo de Vida Input-Output*”, presenta la aplicación práctica del marco input-output así como de la metodología Análisis de Ciclo de Vida Input-Output, con los que se analiza la estructura productiva y las relaciones intersectoriales de la industria papelera en el conjunto de la economía española, para proceder posteriormente al análisis del empleo y de los residuos (totales, peligrosos y no peligrosos) que han sido generados por el efecto multiplicador ejercido por la industria papelera sobre el resto de actividades económicas.

El trabajo finaliza con la exposición de las conclusiones obtenidas de todo el análisis, respondiendo a las preguntas y justificando las hipótesis planteadas.

ABSTRACT

In recent decades, there has been an increase of social awareness to protect the environment. This awareness has been encouraged by the significant deterioration that environment is suffering as a result of human activities. However, most of the time political and economic interests overlap with environmental protection causing disastrous effects. Indeed, abusive extraction of raw resources, especially if they are non-renewable, could give rise to the depletion of the resource stocks, with important consequences not only for the environment but also for the whole economy and society. Moreover, bad pollutant management could generate environmental imbalances resulting in negative effects on the economy and society.

Therefore, because of the link between environment, economy and society, it seems feasible to guarantee a balance between them, an idea that is collected within the concept of "*sustainable development*" which implies development (but not growth). It is development that meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs. In this sense, certain new economic activities have set up to minimize environmental impact caused by humanity. These activities have proliferated in recent years, although, they are not representative enough.

The paper industry can be included in this type of activities and considered as an example to be followed, due to the fact that it is really committed to the environment. As it will be explained below, the paper industry requires a large amount of paper and cardboard waste to produce. In addition to this, it provides itself with biomass generated during the papermaking process. Furthermore, the paper industry has a serious commitment to the use and treatment of water used during its process, and so, there are other improvements that could be mentioned which this industry has incorporated in its production process in order to respect the environment.

For these reasons, the aim of this work is to analyse the socio-economic and environmental implications of the Spanish paper industry to ascertain:

- Its role in intersectoral relations throughout the Spanish economy.
- What impact its multiplier effect exerts on employment and the waste generation throughout its supply chain.

This work is structured in seven chapters organised in three parts.

The first part entitled "*Part I. Framework of reference for waste*" consists of three chapters of theoretical content.

The first chapter "*Environmental crisis and sustainable development*" exposes the environmental crisis that is taking place in the world, and shows what options are being proposed by international institutions to face this problem, highlighting the concept of sustainable development (Brundtland Report, 1987) which is based on the balance between economy, environment and society.

The second chapter "*The environmental crisis in Europe and Spain: evolution of the legislation on waste management*", shows that waste legislation has suffered significant changes since the establishment of the European Economic Community up to now. These successive amendments, repeals and additions in waste legislation are the consequence of discovering new types of waste in industries processes or even in new product applications. The higher knowledge of all these wastes has revealed with a high detail, their level of hazardousness and the risks related to them. Therefore, a suitable waste management and treatment must comply with the new requirements to prevent further damage.

The third chapter "*Identification, concept and classification of waste*" shows in line with the previous chapter, how the concept and classification of waste has been modified significantly. In fact, the current European regulations, and therefore the Spanish ones, suggest that in case that any substance is recognised and meets the criteria or requirements of this legislation to be considered a waste, but it does not appear as such, this substance must be notified so as to be studied and included in the list of wastes. In addition to this, in this chapter the "*end-of-waste*" concept is also explained, that is a new idea reflected in the European and Spanish legislation and also in several documents elaborated by various collaborating centres with the European Commission. This concept is used as a means to get certain waste expects that certain wastes that meet a set of criteria could stop to be waste, and therefore can be considered as products.

The second part entitled "*Part II. Production and international trade of paper and cardboard commodities*" consists of two chapters referring to the production process of these products and its international trade.

The fourth chapter "*The manufacture of paper and cardboard as a sustainable process*" explains a brief historical overview of the development of the paper (and by extension the cardboard) from its origins up to the present. Furthermore, the current papermaking process and the "*end-of-waste criteria*" for these commodities are also described.

The chapter *"International trade of pulp, paper and cardboard commodities"* explains the evolution of international trade for these materials (including its waste) and the origin and destination of these trade flows. Empirical data are taken into account in this chapter.

Last part entitled *"Part III. The paper industry in the Spanish production system: application of the Input-Output Life Cycle Assessment model"* is subdivided into two chapters.

The proposed methodology is detailed in chapter six *"Methodological development and limitations for the study"* which the input-output framework is explained as well as the Leontief's demand model necessary to the application of the Input-Output Life Cycle Assessment methodology. Also, the advantages and disadvantages of these tools are described.

The chapter seven entitled *"The paper industry in the Spanish production system: application of the Input-Output Life Cycle Assessment model"* presents the practical application of Input-Output framework and the Input-Output Life Cycle Assessment tool. With the first method, the production structure and intersectoral relations among the paper industry with the Spanish economy are analysed. Then, the Input-Output Life Cycle Assessment model is applied to study the employment and waste generated by the multiplier effect that the paper industry has exerted on its supply chain.

The work ends with the conclusions obtained from the entire analysis, answering to the questions and justifying the proposed hypothesis.

INTRODUCCIÓN

INTRODUCTION

INTRODUCCIÓN.

Cuando una persona decide elaborar una tesis doctoral son muchas las decisiones importantes que ha de tomar, entre ellas la elección del tema de estudio y cómo se ha de abordar. La primera tentación del estudiante de doctorando es hacer una tesis que hable de muchas cosas, algo que para una persona que pretende iniciarse en la actividad investigadora universitaria es un riesgo muy peligroso.

No obstante, siempre he tenido una preocupación innata relacionada con la generación de residuos. Con tan sólo ocho años de edad, visité uno de los últimos vertederos municipales de la provincia de Granada, y aquel dantesco agujero lleno de desechos, hizo que mi interés por la valorización en general, y el reciclaje de residuos en particular se acrecentara, involucrando con éxito a toda mi familia. Este interés unido al hecho de formar parte del grupo de investigación “*Sistema Productivo, Desarrollo Sostenible y Territorio*”, donde he tenido la oportunidad de haber participado activamente en investigaciones relacionadas con la prevención y gestión de residuos; y haber contado con la dirección del profesor José Antonio Camacho Ballesta y de la profesora Mercedes Rodríguez Molina, hizo que esta tarea fuera mucho más sencilla.

JUSTIFICACIÓN Y RELEVANCIA.

Desde tiempos inmemorables el ser humano ha interactuado con la naturaleza para proveerse de recursos que ésta ofrece. Con el progresivo desarrollo económico, la humanidad ha ido extrayendo cada vez más recursos naturales para satisfacer una serie de necesidades crecientes. Además, la explosión demográfica acaecida desde la primera revolución industrial, y que ha ido en considerable aumento, ha provocado tal demanda de recursos que la naturaleza no es capaz de regenerar con la misma rapidez. Una explosión demográfica que también ha ido asociada a una mayor producción de residuos que el medio ambiente no puede mitigar por sí solo. Ante este contexto, la sobreexplotación de recursos para abastecer al sistema productivo y el consumo desenfrenado, están dejando ver las consecuencias nefastas para el medio ambiente y para el ser humano.

La degradación ambiental es una de las más graves amenazas para el desarrollo económico sostenible. Los costes ambientales y sanitarios superan ya muchas veces los beneficios de la actividad económica que provoca el daño. De hecho, existen estudios, que corroboran que a medio y a largo plazo, el cambio climático previsto provocará una

grave perturbación en la actividad económica y social a nivel global. En este contexto de preocupación creciente por las problemáticas ambientales donde se está desarrollando un nuevo marco legislativo, se está gestando un nuevo sector de actividad: el sector económico del medio ambiente, conformado por un amplio espectro de organizaciones cuya actividad se centra en la prevención y corrección de los impactos de la actividad humana que inciden sobre el medioambiente (agua; gestión y tratamiento de residuos; producción de energías renovables; protección y mantenimiento de zonas rurales; prevención de la contaminación atmosférica; etc.). Además este sector está demostrando, cada vez más, su potencialidad para desarrollar nuevas actividades económicas; y su capacidad como generador de empleo (Ruiz y Camacho, 2011; Camacho et al., 2013).

Este nuevo escenario no sólo está transformando los hábitos de consumo, sino también el medio en el que se desenvuelven las empresas de los sectores económicos tradicionales, generando una presión selectiva a favor de prácticas y técnicas que incrementen la productividad medioambiental.

En este sentido, la industria papelera es de gran interés y se puede considerar como un ejemplo a seguir, debido a que se constituye como una actividad económica que ha sido capaz de combinar la eficiencia y eficacia productiva, minimizando los daños ambientales. Entre otros aspectos respetuosos con el medio ambiente, hay que destacar que la industria papelera se abastece no sólo de materias primas vírgenes, sino que un elevado porcentaje de sus inputs son residuos recuperados (de otras ramas de actividad, hogares, etc.) y valorizados, lo que supone un alargamiento del ciclo de vida para este tipo de productos al ser reutilizados, y una reducción en el consumo de materias primas vírgenes. De hecho, según Arminen et al. (2013), la industria del papel es una de las actividades con mayores tasas de reciclaje, las cuales, han crecido más rápidamente que las de otros materiales reciclables durante las últimas décadas.

OBJETIVO, HIPÓTESIS Y CUESTIONES METODOLÓGICAS.

El **objetivo principal** de esta tesis doctoral es llevar a cabo un análisis de las implicaciones socioeconómicas y ambientales de la industria papelera española, para constatar qué papel juega en las relaciones intersectoriales de la economía española y qué impacto tiene su efecto multiplicador en el empleo y en la generación de residuos en toda su cadena de suministros.

La **hipótesis de trabajo**, se basa en el hecho de que las actividades vinculadas con la gestión y/o tratamiento de residuos, son consideradas como actividades generadoras de

empleo y se trata de actividades más limpias y sostenibles, que además cuentan con un importante potencial de crecimiento. Por tanto, en este caso, la hipótesis de trabajo consistirá en analizar cómo afecta la actividad de la industria papelera, considerada no sólo como productora de papel y cartón, sino también como industria que valoriza este tipo de residuos, al conjunto del sistema productivo español, y justificar si el proceso productivo llevado a cabo por dicha industria es sostenible o no, desde la perspectiva de la generación de residuos. Para verificar esta hipótesis es necesario dar respuesta a las siguientes preguntas:

- ¿Qué papel juega la industria papelera en las relaciones intersectoriales?
- ¿Cómo afecta el desarrollo de la actividad de la industria papelera a la generación de empleo en de sus proveedores?
- ¿Qué cantidad de residuos totales, peligrosos y no peligrosos es generada por la industria papelera?
- ¿Cómo afecta el proceso productivo del papel y cartón a la generación de residuos por parte de las actividades económicas que la abastecen?

La **metodología** que permite analizar las relaciones intersectoriales de un sistema productivo es el marco input-output. Con esta herramienta se pretende analizar la estructura productiva de la industria papelera española y enmarcar los resultados obtenidos con los del sector papelerero del resto de la Unión Europea así como con los de otros países para el año 2005¹. Para obtener las tablas input-output armonizadas de todos los países considerados, se ha empleado la “*world input-output database*”, realizada por la Comisión Europea como parte del séptimo programa marco (CE, 2013; Timmer, 2012).

Asimismo, se ha aplicado la metodología Análisis de Ciclo de Vida-Input-Output (ACV-IO). Se trata de un modelo híbrido que combina el Marco Input-Output con la herramienta Análisis del Ciclo de Vida del producto. Con esta metodología se puede estimar tanto el impacto medioambiental y socioeconómico directo e indirecto asociados a la producción de la industria papelera durante el año 2005. Es decir, esta herramienta es capaz de determinar qué volumen de residuos (totales, peligrosos y no peligrosos), han sido generados no sólo por la industria papelera como consecuencia del desarrollo normal de su actividad, sino también qué cantidad de residuos han sido generados por sus proveedores directos, y por aquellos suministradores que no abastecen directamente a la

¹ Último año para el que está disponible la última tabla input-output simétrica española.

industria papelera, pero sí abastecen a sus proveedores. Además, esta metodología puede ser aplicada para la estimación de otras variables socioeconómicas, como el empleo (De la Rúa Lope, 2011; Hendrickson et al., 1998; 2006). La dificultad en la aplicación de este modelo se relaciona con el hecho de que los datos de las encuestas de generación de residuos ofrecidas por el Instituto Nacional de Estadística (INE), no cuentan con el mismo nivel de desglose de actividades económicas que las tablas input-output, por lo que se ha tenido que estimar separadamente qué cantidad de residuos totales, peligrosos y no peligrosos, han sido generados por cada una de las setenta y tres ramas de actividad que aparecen en las tablas input-output. Aunque no ha sido una tarea complicada, sí ha sido duradera (véase Parte III).

La aportación de este trabajo radica en la aplicación de este tipo de modelos híbridos a la industria papelera, ya que estas metodologías suelen aplicarse a otras ramas de actividad por ejemplo, las actividades energéticas. Asimismo, el uso de este modelo en España no está muy generalizado, y supone un paso más para el desarrollo de estas metodologías y su aplicación, no sólo para estimar el impacto ambiental vinculado a la producción de ciertas actividades productivas, sino para explicar otros aspectos no estrictamente ambientales. Además, en este trabajo se pretende aunar en un mismo estudio cómo la industria papelera ha sido capaz de desacoplar el crecimiento de su actividad y la generación de residuos asociada a ella, y cómo puede ejemplificar un caso de industria sostenible comprometida con el medio ambiente.

A partir de este trabajo se pueden desarrollar futuras líneas de investigación relacionadas con:

- La aplicación de éste y otros modelos relacionados y su extrapolación a las distintas actividades económicas españolas o de otras regiones, para analizar cuál es el impacto ambiental asociado a su sistema productivo, y poder tomar medidas para minimizarlo;
- Analizar no sólo la generación de residuos, sino ampliar el análisis a las emisiones atmosféricas, consumo energético, etc. Con la finalidad de poner de manifiesto la importancia de la reducción de estos impactos ambientales para alcanzar el tan deseado objetivo de la sostenibilidad social, económica y ambiental.
- Desarrollo en España de tablas input-output en unidades físicas para poder aplicar modelos más avanzados basados en el ACV-IO;

- Fomentar el uso de esta metodología y de otras desarrolladas a partir de ella, ya que suponen una herramienta fundamental para la toma de decisiones en el ámbito socioeconómico, pero especialmente en el ambiental.

INTRODUCTION

There are many important decisions to be taken when a person decides to develop a dissertation, for instance, the PhD topic and how to address it. As a doctoral student, the first temptation is to write a dissertation about a lot of themes related with that topic, however, this is a really dangerous risk especially for a person who intends to start in university research.

Nevertheless, I have always had an innate concern for the waste generation. When I was eight years old, I visited one of the last municipal landfills in the province of Granada, and that horrible hole full of rubbish had a profound effect on me, which encouraged my interest in environment and involving successfully to my family. But for this interest, the fact of taking part of the research group "*Production System, Sustainable Development and Territory*" –where I have had the opportunity to work under the direction of Professors José Antonio Camacho Ballesta and Mercedes Rodríguez Molina–, have made his task much easier.

JUSTIFICATION AND IMPORTANCE.

From time immemorial, humans have interacted with nature in order to obtain resources. Since then, the progressive economic growth has caused that humanity increasingly extract more and more raw materials to satisfy a series of increasing needs. In addition, population explosion has caused such a high demand for resources that it is difficult for nature to be regenerated so quickly. Besides, this demand for resources has also been associated with a higher waste generation that environment cannot mitigate by itself. In this context, resources overexploitation to supply our production system and our insatiable consumption, are revealing the dire consequences for environment and human health.

Environmental degradation is one of the most serious threats to get sustainable economic development. Environmental and health costs often surpass the benefits from the economic activities that cause the damage. In fact, there are some studies that justify that on a medium/long-term, climate change will cause a serious global disruption of economic and social activity. In this context of growing environmental awareness, where a new legislative framework has come into force, new activities related to environment are setting up. These activities are involved in the "*environment sector*" whose aim is to prevent and correct the negative impacts that affect environment (water and waste management, renewable energy production, protection and maintenance of rural areas,

prevention of air pollution, etc.). Furthermore, this sector is proving its potential to set up new economic activities and its capacity to create employment (Ruiz and Camacho, 2011; Camacho et al, 2013.).

This new scenario is not only changing consumption habits, but just the way in which traditional businesses develop their activities, creating a selective pressure in favour of practices and techniques that increase environmental productivity.

Therefore, paper industry has a great interest because it has been able to combine efficiency and efficacy, minimizing environmental damage. Moreover, paper industry is supplied not only with raw materials, but a high percentage of their inputs are waste produced by itself, or collected (from other industries, households, etc.) and recovered. This implies a reduction in the use of raw materials and a lengthening of the paper life cycle. In fact, paper is one of the industries with higher recycling rates. The use of recycled waste paper as a raw material has been growing faster than that of any other material over the last decades (Arminen et al., 2013).

PURPOSE, HYPOTHESIS AND METHODOLOGICAL ISSUES.

The **main objective** is to study the socio-economic and environment implications of the Spanish paper industry in order to analyse the role it plays in the whole economy and how its multiplier effect affects employment and waste generation through its supply chain.

The initial hypothesis is based on the fact that activities related to waste management and/or treatment are considered as an employment resource. Additionally, these activities are cleaner and more sustainable and have a significant potential to growth. Therefore, the hypothesis will consist on analysing how paper industry affects to the entire Spanish production system, justifying if the production process carried out by this industry is sustainable or not from the perspective of waste generation. To verify this hypothesis it is necessary to answer the following questions:

- What is the Spanish paper industry role in intersectoral relations?
- How does papermaking process affect its suppliers in employment generation?
- What amount of total, hazardous and non-hazardous waste is generated by paper industry?
- How does the papermaking process affect the waste generation through its supply chain?

The **methodology** to analyse intersectoral relations in a production system is the input-output framework. This tool is aimed to analyse the productive structure of the Spanish paper industry and compare the results with the rest of European paper industries and with other countries by 2005². We have used the harmonized input-output available in "*world input-output database*" held by the European Commission under the Seventh Framework Programme (EC, 2013; Timmer, 2012).

Besides, the Input-Output Life Cycle Assessment (IO-LCA) methodology has been applied. This is a hybrid model which combines the Input-Output framework with the Life Cycle Analysis of a product. This methodology can estimate both the environmental and socio-economic impacts associated with papermaking industry in 2005. In other words, IO-LCA can determine the volume of waste (total, hazardous and non-hazardous waste) generated not only by the paper industry –as a consequence of its normal developing activity-, but also the waste produced by its direct and indirect suppliers. Furthermore, this methodology can be applied for estimating other socio-economic variables such as employment (De la Rúa Lope, 2011; Hendrickson et al, 1998, 2006). The difficulty in applying this model is because of the different disaggregation of activities between waste generation surveys and input-output framework. Hence, we had to estimate in each case, how much total, hazardous, and non-hazardous waste were generated by each of the seventy-three activities which appear in input-output framework. Even though it was not a difficult task, it was a durable one (see Part III).

The contribution of this work lies in the implementation of this type of models to the paper industry, as these methods are usually applied to other industries such as energy activities. Also, this model is not really widespread in Spain, and this work will allow to develop this and new methodologies and their application, not only to estimate the environmental impact associated with the production of certain industries, but to explain other aspects not strictly environmental. Moreover, this paper aims to combine in a single study how the paper industry has been able to decouple growth and waste generation, and how can exemplify a case of sustainable industry committed to the environment.

From this work a future research can be developed:

- The application of this and related models and their extrapolation to different economic activities to analyse what the environmental impact of these activities is, and to make decisions to minimize it;

² Year for the last available symmetric input-output table.

- Analysing not only waste generation, but extended to the analysis of emissions, energy consumption, etc. In order to highlight how important is to reduce these environmental impacts to achieve the desired goal of social, economic and environmental sustainability.
- Creating an input-output framework with physical units in Spain to apply more advanced models based on life cycle analysis input-output and;
- Last but not least, encouraging the use of this and other methodologies because of their interest to make decisions.

PARTE I. MARCO DE REFERENCIA AMBIENTAL DE LOS RESIDUOS

*“Hay suficiente en el mundo para cubrir
las necesidades de todos los hombres,
pero no para satisfacer su codicia”*

Mahatma Gandhi

CAPÍTULO 1. CRISIS AMBIENTAL Y DESARROLLO SOSTENIBLE.

1.1. HACIA EL DESARROLLO SOSTENIBLE.

En las sociedades occidentales se ha venido gestando una mayor concienciación a favor de la protección del medio ambiente desde mediados del siglo pasado. Esta mayor concienciación se debe al gran deterioro del medio ambiente, que se ha hecho más visible en las últimas décadas, y que ha sido provocado por un modelo económico que es social y ambientalmente insostenible. Nuestro actual modelo de desarrollo y producción está basado principalmente en la explotación abusiva de recursos naturales, en un consumo creciente de energía y en la generación excesiva de residuos (Gaona, 2000).

A pesar de esta mayor concienciación por una mayor protección medioambiental, ésta sigue siendo un principio ético y por ello hay que seguir insistiendo en su aplicación práctica, y aunque se han dado grandes pasos para corregir este hecho, todavía queda mucho camino por andar.

En la “*Cumbre de Johannesburgo*” también conocida como “*Cumbre de la Tierra sobre Desarrollo Sostenible*” celebrada en 2002, el entonces secretario general de Naciones Unidas (NU) Kofi Annan, hizo su apertura con las siguientes palabras: “*aproximadamente la mitad de los ríos del mundo están seriamente degradados y contaminados; de acuerdo con la lista roja de especies amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza 11.046 especies están en peligro de extinción en el mundo y 816 ya se han extinguido; el 70% de los arrecifes de coral se están muriendo como resultado de la contaminación producida por las actividades humanas; el planeta pierde cada año más de 7 millones de hectáreas de tierra cultivable como consecuencia de la degradación del suelo; la erosión del suelo causada por el agua, el viento y las sustancias químicas han degradado más de 2.000 millones de hectáreas, un área mayor que los territorios de Estados Unidos y México juntos. El 15% de estas tierras han sufrido daños irreversibles y se convertirán en áreas desérticas; se han perdido el 80% de los bosques de la Tierra. [...]*” (Granados, 2010, pág. 55).

Existen otros estudios que ponen de manifiesto dicho deterioro ambiental y la gravedad del problema. Uno de ellos es el “*Informe Stern*”, elaborado por Sir Nicholas Stern, ex economista jefe del Banco Mundial, para el Gobierno del Reino Unido en octubre de 2006. En él se pone de manifiesto que en muchas ocasiones los daños ambientales y sanitarios superan los beneficios de la propia actividad económica que los

genera. Una de las conclusiones expuestas en dicho informe es que los costes de los fenómenos meteorológicos extremos podrían llegar del 0,5% al 1% del PIB (Producto Interior Bruto) a mediados del siglo XXI, un aumento de la temperatura en unos 2 a 3 grados centígrados, podría reducir la producción mundial en un 3%, y si se incrementase en 5 grados, hasta el 10% de la producción mundial podría perderse. La revisión también concluyó que los costes alcanzarían el 1% del PIB para estabilizar las emisiones en niveles manejables (Stern, 2007).

Con estos datos se puede hablar de la existencia de una crisis medioambiental de la que no existen precedentes que sirvan de modelo a seguir, y en la que hay que aportar soluciones eficaces para frenar estas tendencias. Ante este contexto, la mayor preocupación por el medio ambiente está más que justificada, y por ende, no se puede seguir haciendo caso omiso del problema y mirar hacia otro lado. El medio ambiente nos afecta a todos, influye en todos los aspectos de nuestras vidas y en todo lo que hacemos. Por tanto, es responsabilidad de todos evitar esta tendencia.

Se puede decir que la solución radica en cambiar el actual modelo de crecimiento económico y por consiguiente el estilo de vida occidental, o lo que es lo mismo, llevar a cabo una rápida transición hacia la sostenibilidad. Para ello, es necesario que todo proyecto político tenga en cuenta que el desarrollo económico ha de estar sujeto tanto a la capacidad de los ecosistemas para renovar sus recursos naturales (capacidad de carga), así como su capacidad para asimilar los residuos generados por las actividades humanas. Para llevar a cabo este ambicioso objetivo, es condición mínima y necesaria un compromiso de cambio de dimensiones estratégicas de carácter global, aplicable a nivel local (Cuerda et al., 1999). Se puede decir que éstos son los principios que definen lo que se conoce como desarrollo sostenible, también conocido como desarrollo sustentable o desarrollo viable.

Cada vez es más frecuente oír hablar de desarrollo sostenible, pero, ¿qué entendemos por desarrollo sostenible?

En primer lugar, es necesario diferenciar entre crecimiento y desarrollo. “*Crecimiento*” se refiere a aumentos cuantitativos (más cantidad), mientras que “*desarrollo*” lleva consigo implicaciones distintas, basadas en llevar a cabo una serie de estrategias que permitan acceder a un estado mejor o de mayor plenitud, es decir, se producen cambios de carácter cualitativo (por ejemplo, más calidad). Por tanto, cuando se habla de “*crecimiento económico*”, esos aumentos cuantitativos se refieren a la asimilación o la posesión de materiales. De la propia definición de crecimiento

económico se desprende que no puede mantenerse indefinidamente, ya que la cantidad de recursos disponibles en nuestro planeta es limitada. Mientras que cuando se hace referencia a “*desarrollo económico*”, se habla de una mejora en la calidad de la vida que no implica necesariamente un aumento en la cantidad de los recursos consumidos, algo que sí es consistente a largo plazo.

La palabra sostenibilidad procede del latín “*sustenare*”, que significa sostener, mantener. Según la Real Academia Española de la Lengua (RAE, 2014), se entiende como “*sostenible*” un proceso que puede mantenerse por sí mismo.

La primera vez que este concepto se puso de manifiesto, aunque no se definió como tal, fue en 1980 en la “*Estrategia Mundial para la Conservación*” (World Conservation Strategy, 1980), llevada a cabo por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales (UICN). Su principio básico se basaba en la gran necesidad de atender y satisfacer las necesidades de las naciones, comunidades y pueblos, para que puedan hacerse responsables de las metas de conservación de sus áreas locales, con la finalidad de crear los vínculos oportunos para alcanzar ese desarrollo humano.

No obstante, el concepto de desarrollo sostenible era abstracto y difuso. No fue hasta 1987, cuando la doctora Gro Harlem Brundtland redactó para NU el famoso “*Informe Brundtland*” (originalmente llamado “*Our Common Future*”), presentado en la “*Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo*” (CMMAD) ese mismo año. Esta aportación ha sido muy reconocida por la labor realizada en ir ganando consenso político a favor del desarrollo sostenible, así como por el hecho de poner de manifiesto la necesidad de conseguir una rápida transición hacia la sostenibilidad.

El informe, basado en un estudio de cuatro años, expuso el tema del desarrollo sostenible y aunque a lo largo de dicho documento existen varias definiciones, la más citada es la que dice: “*el desarrollo sostenible es aquél que satisface las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades*” (CMMAD, 1987, art.3). Siguiendo a Bermejo et al. (2010) del concepto de desarrollo sostenible, reflejado a lo largo de todo el informe, se desprenden las siguientes consideraciones:

- El desarrollo sostenible se presenta como un nuevo modelo de desarrollo diferente al tradicional, caracterizado por ser estrictamente productivista, cuyo objetivo se ha basado en obtener el máximo incremento en la producción, sin tener en cuenta los aspectos medioambientales o el agotamiento de los recursos naturales.

Según la definición del Informe Brundtland, el desarrollo sostenible se presenta como un nuevo proceso de desarrollo diferente al vigente, reflejando una serie de ideas fundamentales:

- Resulta estrictamente necesario para alcanzar un desarrollo sostenible el mantenimiento del capital natural en su nivel actual, y en la medida de lo posible, en un nivel superior.
- El desarrollo sostenible pretende mejorar el nivel de vida de las personas, atendiendo a las necesidades, especialmente las de la población más desfavorecida, a quienes hay que darles prioridad por encima de todo. Por tanto, en dicha definición está implícito el concepto de equidad tanto entre generaciones (presentes y futuras), así como dentro de cada generación.
- El desarrollo sostenible implica limitaciones relativas, en el sentido de que ha de estar sujeto a las restricciones impuestas por la tecnología y la organización social ante la capacidad de carga del medio ambiente para responder a las necesidades actuales y futuras. Esta última idea implica el desarrollo de estrategias políticas que sean capaces de garantizar un consumo de recursos que sea compatible con la capacidad de los ecosistemas para renovar sus recursos naturales.
- El Informe Brundtland indica que el desarrollo sostenible no es un estado fijo en armonía, sino que ha de considerarse como un proceso de cambio en la explotación de recursos, en la dirección de las inversiones, en la orientación del desarrollo tecnológico e institucional, etc. Cambios que han de ser compatibles con las necesidades presentes y futuras.
- El desarrollo sostenible se presenta por tanto como una conjunción entre tres aspectos básicos económico-social-ambiental, como muestra la figura 1.1.



Figura 1.1. Esquema de los tres pilares fundamentales del desarrollo sostenible. Fuente: w2d (2010).

Por tanto, una vez que se ha delimitado el concepto de desarrollo sostenible se puede decir que debe ser el objetivo primordial de nuestras políticas a medio y largo plazo, ya que en una primera aproximación parece ser el modelo de desarrollo más viable, equitativo y soportable.

A pesar de lo novedoso del Informe, hay que señalar la existencia de lagunas que giran en torno a esta definición, ya que no concreta cuándo se ha alcanzado la sostenibilidad o cuál es el nivel de sostenibilidad deseado; ni tampoco se describen las estrategias a seguir para conseguir este objetivo. A pesar de ello, la no delimitación de estrategias, o lo impreciso del concepto de desarrollo sostenible, han de considerarse más como una serie de oportunidades que como limitaciones, ya que esta definición tal cual, ofrece a los distintos países flexibilidad de actuación para desarrollar y llevar a cabo diferentes estrategias para alcanzar la sostenibilidad.

No obstante, el equipo de Brundtland también reflejó en este informe una serie de condiciones necesarias para alcanzar ese desarrollo sostenible:

En primer lugar se plantea como condición necesaria *producir más con menos*. En otras palabras, aumentar la eficiencia de nuestros sistemas productivos a través de mejoras tecnológicas, conservación, reciclaje, reutilización, etc. A primera vista, parece una condición algo utópica, pero hay países que están demostrando que es posible aumentar la eficiencia productiva. Según González et al., (1997) Japón es un gran ejemplo de ello: a finales de la década de los noventa, este país tenía una producción real superior en un 81% a la producción real de 1973, y sin embargo, en ambas fechas consumía la misma cantidad de recursos.

La segunda condición necesaria propuesta por dicho Informe para erradicar la pobreza y alcanzar el desarrollo sostenible se basa en la *necesidad de reducir la explosión demográfica*. Según Ban Ki-moon, secretario general de NU desde 2006, puso de manifiesto el 11 de julio de 2011 (día mundial de la población), que ese mismo año la población mundial superaría los 7.000 millones de habitantes, incrementos demográficos que tienden a concentrarse en los países menos desarrollados. Además Ban Ki-moon añadió que alrededor de 1.000 millones de habitantes padecen hambre por la situación de pobreza de muchos países. Si a ello se le añade el hecho de que los países más pobres aglutinan una parte importante de la deuda externa a nivel global, y que en muchas ocasiones la explotación de sus recursos naturales supone una de las pocas fuentes de ingresos para hacer frente a ello, la posibilidad de alcanzar un desarrollo sostenible se difumina. Por tanto, erradicar la pobreza y evitar el crecimiento explosivo de la población, son dos elementos cruciales para alcanzar dicho objetivo de desarrollo sostenible (NU, 2013a).

La tercera condición propuesta por el Informe Brundtland y vinculada con la anterior, es el hecho de *redistribuir a favor de los pobres el exceso de los consumidores ricos*. Esta condición implica una serie de modificaciones sociales importantes ya que supone reducir el consumismo de los países más desarrollados para equilibrar las deficiencias de abastecimiento de los países menos adelantados. Es un hecho que esa población que vive en la pobreza necesita cubrir un mínimo de necesidades básicas (alimento, vestido, vivienda, etc.), y que por tanto requieren un proceso de crecimiento y la utilización de recursos. Este proceso de crecimiento unido al de los países desarrollados aceleraría la destrucción del medio ambiente, por lo que ese crecimiento de los países pobres debe ir compensado con reducciones en los países ricos. A pesar de que esta alternativa es la ambientalmente viable, las políticas que apoyan la eliminación de la pobreza prefieren subir el suelo sin bajar el techo. Ante este panorama, las posibilidades de alcanzar los objetivos de sostenibilidad se desvanecen, aunque vayan acompañados de un aumento del gasto público para proteger o paliar ciertos daños causados sobre el medio ambiente.

En último lugar, una cuarta condición necesaria que está implícita en el propio concepto de desarrollo sostenible, se basa en llevar a cabo un *proceso de transición desde el modelo de crecimiento económico actual hacia el desarrollo cualitativo*, en el que el nuevo modelo económico sea consistente con la capacidad de regeneración de recursos así como de asimilación de residuos por parte de los ecosistemas globales. Esta última

condición implica el desarrollo de actividades económicas más respetuosas con el medio ambiente, en las que se tengan en cuenta los siguientes aspectos, para alcanzar un desarrollo sostenible (González et al., 1997):

- Para los recursos renovables, su tasa de utilización ha de ser menor que la tasa de regeneración de los ecosistemas, y la tasa de generación de residuos ha de ser menor que la tasa de asimilación de éstos por parte de la naturaleza.
- En cuanto a los recursos no renovables, al igual que en el caso anterior, la tasa de generación de residuos ha de ser menor que la capacidad de asimilación de los mismos por el medio ambiente. Pero en este caso, al tratarse de recursos no renovables, la utilización y agotamiento de éstos debería ir obligatoriamente acompañado del desarrollo de recursos renovables, que en la medida de lo posible, sustituyan al recurso en cuestión.

Se hace cada vez más evidente que aquellas economías terciarizadas, es decir, aquéllas que tienen un importante peso las actividades vinculadas al sector servicios (tanto en lo que se refiere al PIB como al volumen de ocupados en dicho sector), se utilizan menos recursos y se reduce el volumen de residuos. En otras palabras, y tal como muestra el capítulo 7, parece que las actividades del sector servicios son más sostenibles que las actividades correspondientes a otros sectores económicos (Ruiz et al., 2014). Algunos ejemplos de servicios que cumplen estos requisitos son las actividades vinculadas con la gestión y tratamiento de residuos; o los SIC (Servicios Intensivos en Conocimiento) tales como los servicios de telecomunicaciones, servicios a empresas, etc. (véase Camacho y Rodríguez, 2004; 2005). Pero también existen ciertas limitaciones:

- *“Todo crecimiento consume recursos y produce residuos, incluso el nuevo tipo de crecimiento que Brundtland propone sin especificar en qué consiste. En la medida en la que hemos alcanzado los límites de la capacidad de regeneración y asimilación del ecosistema, el crecimiento cuantitativo que sobrepase esos límites no anunciará la sostenibilidad.*
- *El tamaño del sector servicios en relación con la producción de bienes tiene sus límites. Incluso muchos servicios consumen recursos con bastante intensidad. Así ocurre con el turismo, con las universidades y con los hospitales.*
- *Es de lo más significativo que el crecimiento menos intensivo en consumo de recursos requiere alta tecnología, por lo que los lugares en los que tendrá que*

haber un crecimiento mayor (economías minúsculas, empobrecidas, de países sin desarrollo) tienen menos posibilidades de poder sostener el nuevo crecimiento de Brundtland” (González et al., 1997, pág. 34-35).

A raíz del informe Brundtland, y en relación con esta última condición, han aparecido varias opiniones acerca de cómo alcanzar el desarrollo sostenible. Por un lado, hay quienes creen que el crecimiento ha de continuar pero a un menor ritmo. En este caso, el deterioro ambiental se desaceleraría pero seguiría existiendo. Mientras que por otro, hay quienes creen que la mejor opción es un desarrollo sin crecimiento en la utilización de recursos y las cargas ambientales más allá de la capacidad de carga del ecosistema. Incluso hay quienes apoyan el “*decrecimiento*” como única solución. Según Serge Latouche, un prestigioso economista francés, el decrecimiento es una nueva filosofía que “*implica desaprender, desprenderse de un modo de vida equivocado, incompatible con el planeta. Se trata de buscar nuevas formas de socialización, de organización social y económica. El propósito fundamental al cual apunta el decrecimiento es al abandono del insensato objetivo de crecer por crecer, cuyo motor no es otro que la búsqueda desenfrenada de ganancias para los poseedores del capital*” (Elizalde, 2009, pág. 62)³.

Esta disyuntiva complica aún más la aplicación de los principios que conllevan al desarrollo sostenible. A pesar de la diversidad de opiniones existentes acerca de cuál es la opción más deseable para alcanzar el desarrollo sostenible, sí hay cierta unanimidad en el hecho de que existen dos caminos bien identificados entre los que hay que decidir “*entre una planificación de la sociedad que propicie una transición ordenada o dejar que los límites físicos y el daño del medio ambiente que nos sostiene sean los que nos dicten el ritmo y el curso de la transición*” (González et al., 1997, pág. 16).

La conclusión que se desprende de todo lo anterior es que la actividad económica no puede seguir la senda de crecimiento llevada a cabo hasta la actualidad. Resulta necesario llevar a cabo una transición en la que se sustituya progresivamente el tradicional concepto de crecimiento cuantitativo (basado en el consumo progresivo de recursos naturales y en la emisión masiva de residuos a la atmósfera, agua, etc.), que como se ha visto resulta imposible de mantener a largo plazo, para dejar paso a un tipo de *crecimiento*

³ Este decrecimiento implica estrategias como la relocalización, de la economía y la producción a escala local y sostenible; agricultura agroecológica; desindustrialización; el fin de nuestro modelo de transporte; el fin del consumismo y de la publicidad; el fomento de las ciudades medias; etc. (Elizalde, 2009).

que haga un uso menos intensivo de los recursos, es decir, un *desarrollo cualitativo o desarrollo sostenible*.

El problema radica en el hecho de que el capital natural ha sido infravalorado, no sólo porque no se ha tenido en cuenta su valor real, sino porque tampoco se han valorado los efectos positivos que nos aporta. El estilo de vida occidental ha degradado ese capital natural mientras hemos pensado que estábamos creciendo, a la vez que esa degradación del medio ambiente suponía un empobrecimiento cada vez mayor. Ante este escenario, el desarrollo sostenible se presenta como un nuevo modelo que ha de estar basado en un esfuerzo conjunto entre todos, sujeto a dos aspectos imperantes: por una parte en el desarrollo de actividades económicas más respetuosas con el medio ambiente, en las que se reduzca la cantidad de recursos y de residuos por unidad producida, y por otra parte en un cambio en los hábitos de consumo de la población.

En efecto, ese proceso de transición requiere un gran esfuerzo por todos los agentes económicos y sociales. Es en este proceso donde adquieren gran importancia el desarrollo tecnológico como clave básica para el desarrollo de nuevos procesos productivos que consuman menos recursos (donde Japón, entre otros países como Suecia o Finlandia pueden dar ejemplo de ello); o tasas verdes que penalicen la contaminación y el agotamiento de recursos, y que beneficien a actividades sostenibles, lo que estimularía a su vez el desarrollo tecnológico teniendo incidencias indirectas positivas sobre el empleo y la renta. No obstante, este instrumento de política fiscal podría incidir negativamente en la competitividad del comercio de exterior para los bienes a los que se aplican estas tasas, especialmente si éstas no son aplicadas en todos los países.

La pregunta que se plantea ante este contexto es ¿cuánto tiempo más debemos esperar para cambiar el rumbo de un modelo económico y social que nos lleva a la deriva?

1.2. EL PAPEL DE LOS ORGANISMOS INTERNACIONALES ANTE LA CRISIS AMBIENTAL.

Este compromiso de cambio viene desarrollándose desde la década de los años cincuenta del siglo pasado a raíz de una serie de catástrofes, pero no es hasta los años setenta cuando la mayor concienciación por proteger el medio ambiente comienza a generalizarse globalmente. Así lo reflejan las primeras asociaciones ecologistas que trataban de aunar esfuerzos para hacer que los problemas medio ambientales tuvieran trascendencia internacional. Algunas de ellas eran “*Sierra Club*”, “*Aududon Society*”, “*Friend of the Earth*”, “*Conservation Foundation*” o “*Defense Council*”.

Siguiendo a Granados (2010), a continuación se muestra brevemente la evolución histórica de las soluciones propuestas por las distintas instituciones internacionales, para dar respuesta a la crisis ambiental.

En primer lugar, hay que destacar el “*Informe Founex*” de 1971, que fue uno de los primeros documentos que reflejaron la necesidad de defender el medio ambiente, basándose en aspectos como la fauna y la flora, la contaminación del agua, la degradación de la tierra, la desertificación y la conservación de los suelos.

En 1972 fue el “*Club de Roma*” el que publicó el informe “*Los límites del crecimiento*” también conocido como “*Informe Meadows*”. En él se ponía de manifiesto que la limitación de los recursos disponibles acabaría marcando el ritmo del desarrollo, augurando que el mundo se colapsaría, por lo que se avivó el debate sobre la imposibilidad de mantener un crecimiento incontrolado y depredador de recursos naturales. También en 1972 se celebró la primera “*Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano*” conocida como “*Conferencia de Estocolmo*”, en la que hay que destacar la gran participación de países, así como la asunción de que la crisis ambiental era un problema global, no un problema a resolver sólo por los países occidentales. Además, a pesar de la disparidad de opiniones, hubo bastante consenso entre los participantes a pesar de que se desarrolló bajo el telón de la Guerra Fría. A raíz de esta Conferencia se reconoció el medio ambiente como un derecho fundamental en unos cincuenta gobiernos, y algo más tarde se fundó el “*Programa de las NU para el Medio Ambiente*” (PNUMA).

En 1974 se celebró un simposio por parte del PNUMA y la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (CNUCED), donde se puso de manifiesto que el deterioro ambiental y la desigualdad económica y social son dos caras de la misma moneda.

En 1975 el comercio internacional de especies amenazadas quedó controlado y en algunos casos prohibido gracias a la “*Convención CITES*” (Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora).

En 1979 se celebró la primera “*Conferencia Mundial sobre el Clima*” en Ginebra. En ella se puso de manifiesto la incidencia de las emisiones de dióxido de carbono sobre el clima. Para ello, se elaboró el “*Programa Mundial sobre el Clima*” (PMC), que estimuló la cooperación internacional en la investigación de cuestiones climáticas. En 1979, también vio la luz el “*Informe Global 2000*”, encargado por el entonces presidente norteamericano J. Carter, y un año más tarde se redactó el “*Informe Brandt*”, donde

planteaba la preocupación ante problemas como las nuevas tecnologías, las transferencias de recursos y la necesidad de un desarrollo económico que estuviera sujeto a los costes ecológicos (Cuenca, 2004).

En la década de los ochenta aparecieron bastantes Organizaciones No Gubernamentales (ONG) promovidas por el interés común de proteger y defender el medio ambiente. También en esta década surgieron en muchos países europeos partidos políticos denominados “*verdes*” que apoyaban dicho fin, así como un incremento del interés académico en estos temas.

En 1980 la UICN desarrolló la “*Estrategia Mundial para la Conservación*” (World Conservation Strategy, WCS). La WCS puso de manifiesto que el objetivo de desarrollo sostenible supone la mejora de la calidad de vida, y es consistente con la capacidad de carga de los ecosistemas. En otras palabras, se reconocía la integración entre los objetivos de desarrollo y medio ambiente. Además la WCS contempló que los gobiernos en diferentes partes del mundo llevaran a cabo sus propias estrategias nacionales de conservación, alcanzando uno de los objetivos de Estocolmo: el de incorporar las cuestiones ambientales en la planificación del desarrollo. A partir de 1980, más de 75 países comenzaron estrategias multisectoriales dirigidas a atender problemas ambientales tales como la degradación, la conversión y pérdida del hábitat, la deforestación, la contaminación del agua y la pobreza (Grid Arendal, 2014).

Dos años más tarde, en una Sesión Especial de la Asamblea General de las NU (UNGASS) se estableció la “*Carta Mundial de la Naturaleza*” y la “*Convención de las NU sobre el Derecho del Mar*” (CONVEMAR), cuya finalidad era poner de manifiesto la importancia de la diversidad biológica, reconociendo el valor intrínseco de las especies y ecosistemas.

En 1984, la “*Conferencia Industrial Mundial sobre la Protección del Medio Ambiente*” se celebró en un contexto de graves catástrofes que dejaron una marca permanente tanto en el medio ambiente como en la comprensión de su relación con la salud humana⁴. Además se desarrolló en un momento en el que se estaba dando un

⁴ En 1984, el derrame en una planta de Union Carbide dejó un saldo de 3.000 muertos y 20.000 heridos en Bophal, India. En ese mismo año, casi un millón de personas murieron de inanición en Etiopía. Más tarde, en 1986 tuvo lugar el peor accidente nuclear del mundo cuando explotó un reactor en la planta nuclear de Chernóbil en la República de Ucrania, Unión Soviética. El derrame en 1989 de 50 millones de litros de petróleo del carguero Exxon Valdez en Prince William Sound, Alaska, demostró que ninguna zona, por más remota y virgen, está a resguardo del efecto de las actividades humanas (Granados, 2010).

progresivo proceso de deslocalización de empresas desde los países de Occidente a países en desarrollo, buscando menores costes, más flexibilidad y menos control en materia medioambiental. Ante esta situación dicha Conferencia introdujo el concepto de “*eficacia ecológica*” para que las empresas tendieran sus procesos productivos tradicionales hacia otros más sostenibles.

Un año más tarde un grupo de investigadores ingleses, Farnham, Gardiner y Shanklin, llevaron a cabo las primeras mediciones del agujero de la capa de ozono, cuyos pesimistas resultados tomaron al mundo científico y a los políticos por sorpresa (Grid Arendal, 2014). A partir de entonces, la lucha contra los CFC (clorofluorocarburos) ha sido imparable, y esta sustancia se ha ido eliminando progresivamente de los productos que la incorporaban (frigoríficos, aparatos climatizadores, sprays, etc.). En este mismo año (1985) tuvo lugar el “*Convenio de Viena para la protección de la capa de ozono*”, donde se desarrolló el “*Protocolo de Montreal*” (1987) en el que se ponían de manifiesto todas las sustancias que inciden negativamente sobre la capa de ozono.

Como ya se ha comentado con anterioridad, en 1987 tuvo lugar la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CMMAD) donde se definió el concepto de “*desarrollo sostenible*”.

Para finalizar la década de los ochenta, indicar que el PNUMA y la Organización Meteorológica Mundial (OMM), crearon el “*Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambios Climáticos*” (IPCC), para investigar los efectos del cambio climático. Asimismo, en 1989 se celebró el “*Convenio de Basilea*” sobre el control de los movimientos transfronterizos de residuos peligrosos y su eliminación, constituyéndose como el tratado multilateral que se ocupa más exhaustivamente de los desechos peligrosos.

La década de los noventa se inició con la “*Conferencia de Río de Janeiro*” en 1992, conocida como la Cumbre de la Tierra, cuya finalidad era “*elaborar estrategias y medidas para detener e invertir los efectos de la degradación del medio ambiente, en el contexto de la intensificación de esfuerzos nacionales e internacionales hechos para promover un desarrollo sostenible y ambientalmente racional en todos los países*” (Cuenca, 2004, pág. 289). De esta Conferencia hay que resaltar la alta participación, con la asistencia de representantes procedentes de 178 países. En ella se fijaron veintitrés objetivos entre los que destacaban la evaluación del estado del medio ambiente; la determinación de estrategias regionales y mundiales; el examen de los medios de transferir la tecnología; y los recursos financieros disponibles para fomentar el desarrollo

sostenible. Sin embargo, se trataron otras cuestiones que se plasmaron en varios documentos de gran importancia (Cuenca, 2004, pág. 289):

- “*La Carta de la Tierra*”, que establecía un consenso mundial para aumentar la cooperación entre Estados, entre sectores estratégicos y entre las personas. En ella se incluían los principios de “*la responsabilidad común pero diferenciada*”; “*el que contamina paga*”; “*el que usa los recursos paga*”; y el principio sobre “*el derecho al desarrollo*”.
- “*Convenio marco sobre el cambio climático*”, cuya pretensión era estabilizar ciertas emisiones que atrapan el calor del sol y aumentan la temperatura generando el “*efecto invernadero*”. Este convenio justificaba la preocupación por el cambio climático que se estaba produciendo y que ya se había tratado en el Convenio de Viena (1985) y en el Protocolo de Montreal (1987).
- “*Convenio sobre la diversidad biológica*”. Este documento recogía que cada país se responsabilizara de sus áreas de protección ambiental; de que los países desarrollados debían suministrar tecnología y recursos financieros a los programas de protección ambiental en los países en desarrollo; y de que había que decidir sobre la agencia que administraría el fondo para la financiación de estos programas.
- “*Declaración de principios sobre la protección de los bosques*”. Se constituye como el primer consenso mundial en materia de masa forestal y consta de una serie de directrices para una ordenación más sostenible de los bosques. Además, se abrieron a la firma dos instrumentos con fuerza jurídica obligatoria: La “*Convención Marco sobre el Cambio Climático*” y el “*Convenio sobre la Diversidad Biológica*”. Asimismo, se iniciaron negociaciones con miras a una “*Convención de lucha contra la desertificación*”, que quedó abierta a la firma en octubre de 1994 y entró en vigor en diciembre de 1996 (Granados, 2010). Este documento fue propuesto por Estados Unidos para compensar de alguna manera su negativa al Convenio sobre la diversidad biológica. Sin embargo, a pesar de los esfuerzos realizados, no fue firmado por los países madereros tropicales, que veían este documento como una amenaza para sus economías.
- “*Programa Agenda 21*”, consistía en un plan de acción mundial para promover el desarrollo sostenible. En él se plantearon los retos ante el siglo XXI y se llevaron a cabo una serie de propuestas en los ámbitos social y económico, enmarcadas bajo el contexto del medio ambiente.

Después de la Cumbre de la Tierra celebrada en Río, tuvieron lugar otras conferencias de carácter internacional. Entre ellas caben destacar: la “*Conferencia Mundial de los Derechos Humanos de Viena*” (1993); la “*Conferencia Global para el Desarrollo Sostenible de Estados Desarrollados de Pequeñas Islas*” (1994); la “*Conferencia Internacional sobre Población y Desarrollo de El Cairo*” (1994); la “*IV Conferencia Mundial de la Mujer en Beijing*” (1995); la “*Conferencia de las NU sobre los Asentamientos Humanos (Hábitat II)*” en Estambul (1996); y la “*Cumbre Mundial de la Alimentación en Roma*” (1996) (Granados, 2010, pág. 103-104).

En el año 1996, se adoptó el “*Tratado de Prohibición Completa de los Ensayos Nucleares*” (TPCEN). Este Tratado supuso que los países firmantes no realizaran ninguna explosión de ensayo de armas nucleares y prohibió toda explosión de esta índole en cualquier lugar sometido a su jurisdicción o control. Algunos países como India o Pakistán no firmaron el Tratado.

Ya en 1997, se convocó en Nueva York la “*Cumbre para la Tierra +5*”. Esta Cumbre tuvo lugar en un periodo extraordinario de sesiones de la Asamblea General de la ONU (Organización de las Naciones Unidas). Su principal objetivo era analizar la ejecución del Programa 21, aprobado en la Cumbre de 1992 (NU, 1997a). Después de intensas deliberaciones debidas a las diferencias entre los Estados acerca de cómo financiar el desarrollo sostenible a nivel mundial, se obtuvieron diversos acuerdos que se plasmaron en el documento final de la sesión (NU, 1997b):

- Adoptar objetivos jurídicamente vinculantes para reducir la emisión de los gases de efecto invernadero que son causantes del cambio climático.
- Avanzar con más vigor hacia las modalidades sostenibles de producción, distribución y utilización de la energía.
- Enfocarse en la erradicación de la pobreza como requisito previo del desarrollo sostenible.

En diciembre de 1997 se aprobó el “*Protocolo de Kioto*” como una nueva propuesta para paliar el cambio climático (NU, 2014). En él se establecieron metas obligatorias para todos los países industrializados en relación con la reducción de las emisiones, creando una serie de mecanismos innovadores para ayudar a estos países a alcanzarlas. Este documento no entró en vigor hasta noviembre de 2004, tras ser ratificado por 55 países (que representaban el 55% de las emisiones de dióxido de carbono en 1990).

El siglo XXI se ha presentado como un momento único y estratégico para proponer y ejecutar estrategias con la finalidad de alcanzar el tan deseado objetivo de desarrollo sostenible. El cambio de siglo, se mostró como una nueva era en la que se había consolidado un aspecto a tener en cuenta: la globalización, por lo que la premisa vigente se sintetiza en el concepto de “*glocalización*”, es decir, “*pensar globalmente y actuar localmente*”.

En este contexto la Asamblea General de las NU acordó que tuviera lugar la “*Cumbre del Milenio*” celebrada en el año 2000 en Nueva York, siendo la reunión con mayor número de jefes de Estado y gobiernos llevada a cabo en el mundo. Esta Cumbre fue una oportunidad histórica de convenir un proceso para la revisión fundamental del papel de las NU y de los desafíos que enfrenta en el nuevo siglo. En ella se hizo hincapié en distintos campos, donde el objetivo de sostenibilidad fue uno de ellos. Se puso de manifiesto que dicho objetivo no se estaba logrando, de hecho se aludió a la urgencia de garantizar a las generaciones futuras un modo de vida sostenible a través de la disminución del calentamiento global, la conservación de los ecosistemas, al uso eficiente de los recursos hídricos, la protección de los suelos, y sobre todo a través de una nueva ética en la gestión de recursos.

Este mismo año también tuvo lugar el “*Foro Mundial del Agua*”, y un año más tarde se firmó el “*Convenio de Estocolmo sobre los contaminantes orgánicos persistentes*” (COP), que limita el uso de ciertos productos químicos.

En 2002 tuvo lugar la “*Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sostenible*”, también conocida como “*Cumbre de Johannesburgo*”. Ésta se instauró como un seguimiento al Programa 21, cuyo objetivo principal fue la adopción de compromisos concretos relativos a este programa y el logro del desarrollo sostenible. A pesar de que el contexto en el que se desarrolló no era el más favorable (atentados terroristas del 11 de septiembre, globalización, inmigración masiva, etc.), se logró:

- La “*Declaración de Johannesburgo sobre Desarrollo Sostenible*”. Esta declaración volvió a reiterar los postulados acordados en Río, indicando que el desarrollo sostenible se basa en tres pilares: desarrollo económico, local y ambiental. Además definió los grandes problemas que quedan pendientes de resolver: la erradicación de la pobreza; la modificación de las pautas insostenibles de producción y consumo; y la protección y ordenación de los recursos naturales para el desarrollo social y económico. También puso de manifiesto la existencia de

diferencias abismales en la distribución de la riqueza (que han aumentado con el proceso de globalización) (véase Sánchez, 2002), insistiendo en que dichas disparidades son una grave amenaza para alcanzar el desarrollo sostenible (Fuentes, 2003).

- El “*Plan de Aplicación de las Decisiones de la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible*” muestra acciones concretas que contribuirán a cumplir los compromisos establecidos tanto en la Declaración de Río de 1992 como en el Programa 21.

A pesar de que no se desarrolló en el contexto ideal, y de que resultó decepcionante al no ir más allá de la Cumbre de Río, la Cumbre de Johannesburgo supuso un éxito en ciertos aspectos. Entre ellos, cabe destacar la existencia de unión internacional para tratar problemas globales que nos afectan a todos, así como la predisposición entre países para tratar temas específicos; hizo énfasis en la erradicación de la pobreza, el acceso a servicios básicos de saneamiento, salud, o a recursos como el agua, para alcanzar un mínimo nivel de desarrollo social en los países menos adelantados.

En de junio de 2012 tuvo lugar la “*Cumbre Río +20*” de NU sobre Desarrollo Sostenible. Su objetivo era asegurar un compromiso político para alcanzar el objetivo de desarrollo sostenible; evaluar los progresos realizados; analizar las lagunas existentes en la aplicación de los acuerdos de las principales cumbres sobre sostenibilidad, así como abordar los nuevos desafíos. La Conferencia tenía previsto centrarse en dos temas: una economía verde en el contexto del desarrollo sostenible y la erradicación de la pobreza; y el marco institucional para el desarrollo sostenible (Portal Río +20, 2012). A pesar de la alta participación, los resultados obtenidos no fueron los esperados debido a la falta de consenso entre los diversos grupos de trabajo. Por un lado, la falta de acuerdos entre el G-77 + China y el rechazo a establecer un seguimiento de los compromisos por parte de la Unión Europea de los veintisiete (UE-27), a causa de la crisis financiera y económica del momento. Por otro, los temas propuestos se trataron de forma muy genérica y se acordaron compromisos mínimos para no entrar en la discusión de las especificaciones y correr el riesgo de que la Conferencia llegara a su fin sin ningún documento acordado.

CAPÍTULO 2. LA CRISIS AMBIENTAL EN EUROPA Y EN ESPAÑA: EVOLUCIÓN DE LA NORMATIVA EN MATERIA DE GESTIÓN DE RESIDUOS.

En los últimos años, tanto en Europa como en España se ha ido generalizando una mayor concienciación acerca de las consecuencias que lleva consigo la crisis ambiental. Esta mayor concienciación se ha visto reflejada en el marco normativo europeo y español, donde se observa un endurecimiento de la legislación ante prácticas poco sostenibles, así como un mayor apoyo para aquellas actividades que sí lo son.

Dado que existe una extensa normativa en materia medioambiental (véase CE, 2014a), que abarca desde la lucha por el cambio climático; el fomento del desarrollo sostenible; la contaminación atmosférica; la protección y gestión de las aguas; la protección de la naturaleza y de la biodiversidad; la protección del suelo; etc., en este capítulo se hace un breve repaso de la legislación europea y española en materia de gestión de residuos, ya que éstos constituyen el eje central de este trabajo.

2.1. EVOLUCIÓN DE LA NORMATIVA EN MATERIA DE GESTIÓN DE RESIDUOS EN EUROPA.

En el caso de la UE, se va a hacer hincapié en las tres principales disposiciones legislativas, que son el reglamento, la directiva y la decisión⁵; y solamente se tendrán en cuenta ciertas comunicaciones por considerarse de gran interés al estar relacionadas con la gestión de residuos. Toda esta documentación está disponible en la página web de la Comisión Europea (CE) (véase CE, 2014a), siendo la principal fuente de información de este apartado.

Desde la firma de los “*Tratados de Roma*” (1957) por los que se creó la Comunidad Económica Europea (CEE), ha habido una constante preocupación ambiental que se ha visto reflejada en la dilatada política ambiental que ha desarrollado desde entonces. Siguiendo con la línea anterior, se ha hecho una revisión cronológica de la normativa europea más representativa en materia de gestión de residuos, para así mostrar la

⁵ Los reglamentos equivalen a las leyes nacionales que se aplican en todos los países miembros; las directivas sientan principios básicos, pero dejan su puesta en práctica en manos de los gobiernos a través de las respectivas normativas nacionales; y las decisiones regulan cuestiones concretas y sólo se aplican a la persona u organización a la que hacen referencia.

evolución de la política comunitaria en este tipo de cuestiones desde la década de los setenta hasta la actualidad.

En sus orígenes la entonces CEE, definió el medio ambiente como “*el conjunto de los elementos que forman, en la complejidad de sus relaciones, el marco, los medios y las condiciones de vida del hombre y de la sociedad, tal y como son o como se conciben*” (CE, 2014a). En este sentido, la política de medio ambiente de la CEE se basó en el hecho de que debía existir una conciliación entre crecimiento económico y protección ambiental, reconociendo la importancia de los recursos naturales por constituir nuestra fuente de materias primas y recursos energéticos, ya que delimitan el ritmo de crecimiento.

Tras el mencionado Convenio de Estocolmo, la primera actuación que se llevó a cabo en la CEE, fue la “*Cumbre Europea de París*”, celebrada en 1972. Los objetivos de dicha Cumbre fueron ultimar la unión económica y monetaria, reforzar las relaciones externas de la CEE así como las instituciones europeas. Además de ello, se puso de manifiesto la importancia que tenía el medio ambiente por su influencia en la actividad económica y en el conjunto de la sociedad, por lo que se decidió que debía ser objeto en las futuras políticas.

Así pues, en el año 1973 se elaboró el “*Primer Programa Comunitario de Medio Ambiente*” (1973-1976), que basó su actuación en la lucha contra la contaminación, en las acciones dirigidas a mejorar las condiciones de vida así como en determinadas acciones de carácter internacional. Con este programa pionero, el medio ambiente cobró tal importancia, que formó parte del Derecho Comunitario cuando entró en vigor el Acta Única Europea en el año 1986 (Granados, 2010).

Las primeras actuaciones comunitarias en materia de residuos se materializaron en la *Directiva 75/439/CEE*, relativa a la gestión de aceites usados, que fue derogada en diciembre de 2010 por la actual Directiva Marco de Residuos. Este mismo año, y enmarcada en el Primer Programa Comunitario de Medio Ambiente, se desarrolló la *Directiva 75/442/CE*, constituyéndose como la primera Directiva Marco sobre Residuos, que fue posteriormente modificada por las Directivas 91/156/CEE y 96/350/CE, hasta su derogación por la Directiva 2006/12/CE sobre residuos.

También en los años setenta, vieron la luz ciertas Directivas: la *78/176/CEE*, relativa a los residuos procedentes de la industria del dióxido de titanio, que ha sido modificada por las Directivas: *82/883/CEE*, relacionada con las modalidades de supervisión y control de los medios afectados por residuos de la industria del dióxido de

titanio (la que a su vez, ha sido modificada en varias ocasiones); por la Directiva 83/29/CEE, relativa a los residuos procedentes de la industria del dióxido de titanio; y por la Directiva 91/692/CEE, sobre la normalización de informes relativos a la aplicación de determinadas directivas referentes al medio ambiente.

En 1977 se elaboró el “*Segundo Programa Comunitario*” (1977-1981), que más que incorporar novedades, su objetivo principal fue actualizar el programa anterior tratando de que se finalizasen sus acciones. Este programa estimulaba la generación de políticas a largo plazo fomentando un crecimiento económico cualitativamente mejor. Para ello, las medidas a aplicar se clasificaron en cuatro grupos: reducción de la contaminación y daño; protección y gestión racional del espacio, del medio y de los recursos naturales (donde se incluye la gestión de residuos); acciones de carácter general relativos a la protección y mejora del medio ambiente; y acciones de la CEE en materia internacional (Gómez, 1989). En este mismo año además se elaboró el “*Primer Informe sobre el Estado del Medio Ambiente*” en la CEE, y dos años después se publicó el “*Segundo Informe sobre el Estado del Medio Ambiente*”.

En 1982, se elaboró el “*Tercer Programa Comunitario*” (1982-1986), basado en la prevención como elemento crucial para proteger el medio ambiente. En el programa se consideró que la política medioambiental debía ser de carácter estructural y no se podría modificar en ningún caso por proyectos de carácter coyuntural. Entre sus objetivos finales caben destacar: la protección de la salud humana, la defensa de la biodiversidad y del medio ambiente natural (mantenimiento, restauración y protección de la flora y fauna en distintos espacios, etc.), así como evitar el incremento de las divergencias entre las distintas regiones de la CEE. Para alcanzar los objetivos medioambientales se desarrolló una política global que incluía investigación, divulgación, procedimientos y propuestas relativas a la consecución de datos, asignación de recursos, aplicación de políticas, técnicas, etc., llevando además numerosas acciones de carácter internacional de apoyo, fomento y cooperación medioambiental (Gómez, 1989).

El 1 de mayo de 1985 ve la luz el “*Acuerdo europeo referente al transporte internacional de mercancías peligrosas por carretera*” (ADR), y sus enmiendas, donde se incluye el transporte de residuos peligrosos.

Un año después se publica la *Directiva 86/218/CEE* relativa a la protección del medio ambiente y, en particular de los suelos. Con ella se regula el uso de los lodos de depuradora en la agricultura para evitar dañar los suelos, la flora y fauna, y el ser humano. En ella se fijan valores máximos de concentración de lodos, prohibiendo su diseminación

cuando superen estos límites. Esta Directiva ha sido modificada por la Directiva 91/692/CEE, sobre la normalización y racionalización de los informes relacionados con la aplicación de determinadas Directivas referentes al medio ambiente; y por los Reglamentos (CE) n° 807/2003 y n° 219/2009, relacionados con los comités vinculados a la Comisión, y con la reglamentación y procedimientos de control.

El año 1987 se constituyó como el Año Europeo del Medio Ambiente, elaborándose además el “*Cuarto Programa Comunitario*” (1987-1992). Éste, a diferencia de los programas precedentes fue más innovador en el sentido de que “*concibió la protección del medio ambiente como un elemento esencial de las demás políticas comunitarias, especialmente en sus aspectos económicos y sociales*” (Gómez, 1989, pág. 10), recogiendo los principios de acción en materia de medio ambiente que recoge el Acta Única Europea (1986). Con este programa, la política medioambiental se centró en la urgente necesidad de conservar el medio ambiente y en la conciliación con las actividades económicas. Enmarcadas en este programa, se publicaron varias Directivas relacionadas con la gestión de residuos. Éste es el caso de la *Directiva 87/217/CEE*, sobre la prevención y reducción de la contaminación y del medio ambiente producida por amianto; y la *Directiva 87/101/CEE*, por la que se modifica la Directiva 75/439/CEE relativa a la gestión de aceites usados.

Más tarde, en 1990 se creó la “*Agencia Europea de Medio Ambiente*” (AEMA), que entró en vigor a finales de 1993, inmediatamente después de que se decidiera establecer su sede en Copenhague, aunque hasta 1994 no se empezó a trabajar a pleno rendimiento. “*Su objetivo es ofrecer información sólida e independiente sobre el medio ambiente. Es la fuente de información principal para los responsables del desarrollo, la aprobación, la ejecución y la evaluación de las políticas medioambientales, y también para el público*” (AEMA, 2014).

Un año más tarde en 1991, apareció el “*Primer Programa Comunitario LIFE*” (1991-1995), cuyo objetivo principal era contribuir a la implantación de la legislación comunitaria en materia de protección de la Naturaleza. El Programa LIFE es el instrumento que financia las acciones de protección del medio ambiente en la UE, y cofinancia proyectos en tres ramas diferentes: LIFE-Naturaleza, LIFE-Medio Ambiente (donde se incluye la gestión de residuos), y LIFE-Terceros Países.

Este mismo año, también se celebró la “*Conferencia Paneuropea sobre el Medio Ambiente*”, celebrada en Castillo de Dobris (Praga). Ésta reunió a ministros de Medio Ambiente de toda Europa, abriendo el proceso “*Medio Ambiente para Europa*”. Esta

reunión tenía como objetivo establecer un marco político para la actuación común en temas de medio ambiente y fomentar un desarrollo cualitativo en Europa, donde la gestión de residuos también fue uno de los temas tratados.

En 1991, se establece un marco normativo para la gestión, recuperación y correcta eliminación de residuos peligrosos a través de la *Directiva 91/689/CEE*, que fue modificada más tarde por el Reglamento (CE) n° 166/2006, relativo al establecimiento de un registro europeo de emisiones y transferencias de contaminantes y posteriormente derogada por la actual Directiva Marco de Residuos (2008/98/CE).

En 1992 con la firma del “*Tratado de Maastricht*”, el objetivo de desarrollo sostenible (promovido en 1987 por el Informe Brundtland) tomó mayor importancia en las políticas europeas, y fue con el “*Tratado de Ámsterdam*” (1999) cuando se obligó a incorporar este objetivo en todas las políticas sectoriales en los países firmantes. También en 1992 se publicó el “*Cuarto Informe sobre el Estado del Medio Ambiente*”, en el que se hacía referencia a los residuos europeos, y la *Directiva 92/112/CEE*, por la que se fijó el régimen de armonización de los programas de reducción de la contaminación producida por los residuos de la industria del dióxido de titanio, a fin de eliminar dicha contaminación.

En 1993, el “*Quinto Programa Comunitario (1993-2000): “Hacia un desarrollo sostenible”*”, marcó un punto de inflexión respecto a los programas anteriores. Esta diferenciación se debió a los resultados obtenidos por el Cuarto Informe sobre el Estado de Medio Ambiente, asumiéndose la degradación de la naturaleza a pesar de las medidas que se habían llevado a cabo décadas atrás. Ante esta desolación se desarrolla una nueva estrategia basada en un nuevo modelo de desarrollo: el desarrollo sostenible (Ojeda, 1999).

En cuanto a los residuos peligrosos, en 1993 se publica la *Decisión 93/98/CEE*, para el control de la eliminación y el transporte transfronterizo de residuos peligrosos, materializando los principios del mencionado Convenio de Basilea (1989). Este mismo año también se aprueba el *Reglamento n° 1836/93/CEE* sobre el sistema comunitario de gestión y auditoría medioambientales, afectando también a la generación de residuos; así como el *Reglamento (CEE) n° 259/93*, relativo a la vigilancia y al control de los traslados de residuos en el interior, y a la entrada y a la salida de la Comunidad Europea. Además tiene lugar la “*Conferencia Paneuropea sobre el Medio Ambiente*”, en Lucerna (Suiza). Sus pretensiones serían continuadas por las posteriores Conferencias celebradas en Sofía (Bulgaria, 1995), y Aarhus (Dinamarca, 1998).

En 1994 se elabora un instrumento de ratificación del Convenio de Basilea para su aplicación en los países firmantes. Este mismo año se publican las normas sobre envases y residuos de envases en la *Directiva 94/62/CE*. Ésta es de aplicación a todos los envases existentes en el mercado comunitario y a todos los residuos de éstos, tanto si son utilizados o desechados por las industrias, comercios, oficinas, servicios, hogares, etc., con independencia de los materiales de los que estén fabricados. Asimismo, esta Directiva ha sido modificada por la Directiva 2004/12/CE; la Directiva 2005/20/CE; y el Reglamento (CE) nº 219/2009.

También en 1994 se publica la *Directiva 94/31/CE* por la que se modifica la Directiva 91/689/CEE sobre residuos peligrosos; y la *Decisión de la Comisión Europea (CE) 94/741/CE*, relativa a los cuestionarios para los informes de los Estados miembros sobre la aplicación de las Directivas 75/439/CEE, 75/442/CEE y 86/278/CEE.

En 1995, tiene lugar la reforma de la estrategia comunitaria sobre residuos. Este mismo año, se celebra la “*Conferencia Paneuropea sobre Medio Ambiente*”, en Sofía (Bulgaria), publicándose el “*Informe Dobris*”. En él se establecieron principios y políticas para la mejora del medio ambiente, a fin de aunar criterios al respecto y alcanzar en Europa un patrón de desarrollo más sostenible. El informe, válido a día de hoy, se dirige a todas las personas que se ocupan profesionalmente del medio ambiente (donde se incluyen las actividades económicas vinculadas a la gestión y tratamiento de residuos), así como a aquéllas motivadas por un interés más general. Su propósito es ofrecer una base de referencia objetiva para los planificadores y responsables de desarrollo que intervienen en la elaboración de políticas y la programación en el ámbito del medio ambiente y en ámbitos sectoriales (MAGRAMA, 2014b).

En 1996, se publica la *Directiva 96/59/CE*, relativa a la eliminación de los policlorobifenilos y los policloroterfenilos (PCB/PCT), que más tarde fue modificada por el Reglamento (CE) nº 596/2009, y por la que se pretende controlar la eliminación y descontaminación de los aparatos que contienen dichas sustancias. Este mismo año se publica el “*Segundo Programa LIFE*” (1996-1999).

En el año 1997, el Consejo publica la *Decisión 97/640/CE*, por la que se aprueba la enmienda al Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de desechos peligrosos y su eliminación.

En cuanto a la información ambiental, en 1998 se firma el “*Convenio de Aarhus*” en la “*Convención sobre el Acceso a la Información, la Participación del Público en la*

toma de decisiones y el Acceso a la Justicia en asuntos medioambientales”, donde la información en materia de residuos también es facilitada al público.

En 1999, se inicia la Semana Verde, que consistió en una serie de conferencias de carácter anual de la UE sobre cuestiones medioambientales. También se aprueba el *Reglamento (CE) n° 1420/1999*, por el que se establecen normas y procedimientos comunes aplicables a los traslados de ciertos tipos de residuos a determinados países no miembros de la OCDE (Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico); así como el *Reglamento (CE) n° 1547/1999* por el que se determinan, con arreglo al Reglamento (CEE) n° 259/93, los procedimientos de control que deberán aplicarse a los traslados de algunos residuos a determinados países a los que no es aplicable la Decisión C(92)39 final de la OCDE (MAGRAMA, 2014a).

Este mismo año se publicó la *Directiva 1999/31/CE*, relativa al vertido de residuos, que ha sido modificada por los Reglamentos 1882/2003 y 1137/2008. Con ella, la UE estableció una serie de requisitos técnicos muy estrictos para el control de vertidos de residuos, con la finalidad de prevenir en unos casos y reducir en otros, los efectos negativos sobre el medio ambiente. También se publica este año la *Directiva 1999/77/CE*, por la que se adapta al progreso técnico por sexta vez el anexo I de la Directiva 76/769/CEE relativa a la aproximación de las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas de los Estados miembros que limitan la comercialización y el uso de determinadas sustancias y preparados peligrosos (amianto).

Finalmente, cabe señalar que en 1999, la Comisión realiza una *Comunicación* y un “*Cuarto Informe sobre la situación actual y las perspectivas de la gestión de residuos radiactivos en la UE*”, tras la aplicación del plan de acción de la Comunidad (1980-1999).

En el año 2000, se publica la *Directiva 2000/53/CE*, relativa a los vehículos al final de su vida útil. Dado el volumen de residuos generados por los vehículos, ha sido modificada en sucesivas ocasiones por las Decisiones 2002/525/CE, 2005/438/CE, y 2005/673/CE, relativas a los vehículos al final de su vida útil; y por las Decisiones 2008/33/CE y 2008/112/CE, referentes a las competencias de ejecución atribuidas a la Comisión, y sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas respectivamente. Asimismo, la Directiva 2000/53/CE está vinculada con otras disposiciones de carácter medioambiental, como es el caso de la Directiva 2005/64/CE, relativa a la homologación de los vehículos de motor en lo que concierne a su aptitud para la reutilización, el reciclado y valorización y por la que se modifica la Directiva 70/156/CEE (sobre homologación de vehículos de motor y sus remolques); así como con

la Decisión 2005/293/CE, por la que se establecen las modalidades necesarias para controlar el cumplimiento de los objetivos de reutilización y valorización así como de reutilización y reciclado. También en relación con los vehículos, hay que citar que desde el año 2000, han sido muchas las actuaciones llevadas a cabo por la UE para reducir el impacto del transporte por carretera y el transporte aéreo. Desde entonces, la UE ha publicado multitud de disposiciones en las que se establecen limitaciones de las emisiones contaminantes; medidas de gestión del tráfico; medidas fiscales; y el fomento del transporte ferroviario, del marítimo, y de la intermodalidad (véase CE, 2014a).

En el año 2000 también vio la luz la *Directiva 2000/76/CE*, relativa a la incineración de residuos, que fue modificada por el Reglamento 1137/2008. Esta Directiva pretende reducir los efectos negativos que pueden causar los métodos de incineración y co-incineración de residuos sobre el medio ambiente y la salud humana. Para ello propone unos límites máximos de emisión, la obligación de obtener permisos para utilizar estas instalaciones, etc.

Asimismo, aparece la *Directiva 2000/59/CE* sobre instalaciones portuarias receptoras de desechos generados por buques y de residuos de carga, con la que se propone proteger el medio marino de los daños que puedan causar los barcos y puertos que reciben y descargan residuos. Esta Directiva ha sido modificada por la Directiva 2002/84/CE, sobre seguridad marítima y prevención de la contaminación por buques, así como por el Reglamento (CE) nº 1137/2008, vinculado con los procedimientos de reglamentación con control.

También en materia de residuos, este mismo año se publica la *Decisión 2000/532/CE*, que sustituye a la Decisión 94/3/CE por la que se establece una lista de residuos de conformidad con la letra a) del artículo 1 de la Directiva 75/442/CEE relativa a los residuos; y también sustituye a la Decisión 94/904/CE por la que se establece una lista de residuos peligrosos en virtud del apartado 4 del artículo 1 de la Directiva 91/689/CEE relativa a los residuos peligrosos. Asimismo surge la *Decisión 2000/738/CE* sobre el cuestionario para los Estados miembros acerca de la aplicación de la Directiva 1999/31/CE relativa al vertido de residuos.

Finalmente, en el año 2000 se publica el “*Libro Blanco sobre la responsabilidad medioambiental*” (COM (2000) 66), donde se pone de manifiesto la necesidad de buscar una forma adecuada para la aplicación del principio “*quien contamina, paga*”, que ya se contemplaba en el Tratado constitutivo de la Comunidad Europea.

En 2001, comienza el “*Sexto Programa Comunitario*” (2001-2010), también denominado “*Medio Ambiente 2010: el futuro está en nuestras manos*”, basado en el Quinto Programa Comunitario. Este nuevo programa, indica las prioridades de acción de la UE en materia de medio ambiente, fijando los objetivos intermedios y finales para alcanzar dichas prioridades. Asimismo, se centra en aspectos tales como la contaminación atmosférica; la gestión y tratamiento de residuos; protección del suelo; medio ambiente urbano; medio ambiente marino; y el uso de pesticidas.

Este mismo año se publica la *Decisión 2001/118/CE*, por la que se modifica la Decisión 2000/532/CE en lo que se refiere a la lista de residuos.

En 2002, año se publica el *Reglamento (CE) nº 2150/2002*, relativo a las estadísticas sobre los residuos. Algunos Estados miembros (Reino Unido, Austria, Lituania, Polonia, Suecia, Bélgica, Portugal, Grecia, Chipre, Austria, Francia y Luxemburgo) se han acogido a ciertas excepciones en materia de estadísticas sobre residuos (véase CE, 2014). Este reglamento ha sido a su vez modificado por el Reglamento (CE) nº 574/2004; el Reglamento (CE) nº 783/2005; el Reglamento (CE) nº 221/2009; y el Reglamento (UE) nº 849/2010. También en 2002 surge el *Reglamento (CE) nº 2099/2002*, por el que se crea el Comité de seguridad marítima y prevención de la contaminación por los buques (COSS) y se modifican los reglamentos relativos a la seguridad marítima y a la prevención de la contaminación por los buques (Castañón, 2010).

Asimismo surgen dos Directivas en materia de residuos. Una de ellas sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, y otra sobre restricciones a la utilización de determinadas sustancias peligrosas en aparatos eléctricos electrónicos, la *Directiva 2002/96/CE* y la *Directiva 2002/95/CE* respectivamente. Estas Directivas han sido modificadas en bastantes ocasiones, concretamente por la Directiva 2003/108/CE, la Directiva 2008/34/CE y la 2008/35/CE referentes a las competencias de ejecución atribuidas a la Comisión; por la Directiva 2008/112/CE (que también modifica las Directivas 76/768/CEE, 88/378/CEE y 1999/13/CE); y por las Directivas 2000/53/CE, 2002/96/CE y 2004/42/CE, en este caso para adaptarlas al Reglamento (CE) nº 1272/2008, sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas.

Este mismo año también se publica la *Decisión 2002/151/CE*, sobre los requisitos mínimos del certificado de destrucción expedido con arreglo al apartado 3 del artículo 5 de la Directiva 2000/53/CE relativa a los vehículos al final de su vida útil. También se publica la *Decisión 1600/2002/CE*, por la que se establece el “*Sexto Programa de Acción*”

Comunitario en Materia de Medio Ambiente". En ella se recogen los objetivos; plazos y prioridades; los principales ejes del enfoque estratégico; y los cuatro ámbitos de acción.

En el año 2003 se publica la *Directiva 2003/108/CE*, por la que se modifica la Directiva 2002/96/CE sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos. También se elabora la *Decisión 2003/33/CE*, por la que se establecen los criterios y procedimientos de admisión de residuos en los vertederos con arreglo al artículo 16 y al anexo II de la Directiva 1999/31/CEE; y la *Decisión 2003/138/CE*, por la que se establecen las normas de codificación de los componentes y materiales para vehículos en aplicación de la Directiva 2000/53/CE relativa a los vehículos al final de su vida útil.

Este mismo año también se publican algunas Comunicaciones de interés, como es el caso de la *Comunicación de la Comisión (COM (2003) 301)*, "*Hacia una estrategia temática para la prevención y el reciclado de residuos*", con la que se sientan las bases para promover la prevención así como el reciclado de residuos, y a partir de ahí describe las posibles opciones estratégicas para actuar en materia de residuos.

En 2004 se establece el *Reglamento (CE) n° 574/2004*, por el que se modifican los anexos I y III del Reglamento (CE) n° 2150/2002 relativo a las estadísticas sobre residuos. También se publica el *Reglamento (CE) n° 850/2004*, sobre contaminantes orgánicos persistentes y por el que se modifica la Directiva 79/117/CE. Este Reglamento fue derogado a partir de junio de 2011 por el Reglamento (CE) n° 1107/2009, relativo a la comercialización de productos fitosanitarios por el que se derogan las Directivas 79/117/CEE y 91/414/CE.

Este mismo año también se publica la *Directiva 2004/35/CE* sobre responsabilidad medioambiental en relación con la prevención y reparación de daños medioambientales, la cual, afecta directamente a los residuos. En esta Directiva se refleja el principio de "*quien contamina, paga*", aplicado a las actividades económicas y expuesto en el ya comentado Libro Blanco (COM (2000) 66). Además dicha Directiva establece un marco común de responsabilidad con el fin de prevenir y reparar los daños causados a los animales, plantas, suelos, hábitats naturales y recursos hídricos. La Directiva 2004/35/CE se modifica en 2006 por la Directiva 2006/21/CE. También en relación con los residuos, se publica la *Directiva 2004/12/CE* por la que se modifica la Directiva 94/62/CE relativa a los envases y residuos de envases. Asimismo, aparece la *Decisión 2004/249/CE*, relativa al cuestionario para los informes de los Estados miembros a cerca de la aplicación de la Directiva 2002/96/CE sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (MAGRAMA, 2014a).

En el año 2005 surge el *Reglamento (CE) n° 782/2005*, sobre la determinación del formato para la transmisión de resultados de estadísticas sobre residuos; el *Reglamento (CE) n° 783/2005*, por el que se modifica el anexo II del Reglamento (CE) n° 2150/2002 relativo a las estadísticas sobre residuos; y el *Reglamento (CE) n° 1445/2005*, por el que se definen criterios de evaluación de la calidad apropiados y el contenido de los informes de calidad de las estadísticas sobre residuos a efectos del Reglamento (CE) n° 2150/2002.

También en este año se publica la *Decisión 2005/63/CE*, por la que se modifica el anexo II de la Directiva 2000/53/CE relativa a los vehículos al final de su vida útil; la *Decisión 2005/84/Euratom*, por la que se aprueba la adhesión de la Comunidad Europea de la Energía Atómica (EURATOM) a la Convención conjunta sobre seguridad en la gestión del combustible gastado y sobre seguridad en la gestión de desechos radiactivos; y la *Decisión 2005/437/CE*, que deroga la Decisión 2005/63/CE por la que se modifica el anexo II de la Directiva 2000/53/CE relativa a los vehículos al final de su vida útil.

Este año aparecen una serie de Comunicaciones, como la *Comunicación (COM (2005) 666)* titulada “*Un paso adelante en el consumo sostenible de recursos. Estrategia temática sobre prevención y reciclado de residuos*”, que establece las orientaciones y las medidas a seguir para reducir la presión ejercida sobre el medio ambiente por la generación y gestión de residuos (COM (2005) 666, de 21/12/2005); o la *Comunicación “Estrategia temática sobre el uso sostenible de los recursos naturales” (COM (2005) 670)*, que establece orientaciones de actuación en un periodo temporal de 25 años para un uso más eficaz y sostenible de los recursos naturales durante todo su ciclo de vida.

Un año más tarde, en 2006, se publica el *Reglamento (CE) n° 1013/2006*, relativo a los traslados de residuos, que ha sido modificado por la Directiva 2009/31/CE, por el Reglamento (CE) n° 219/2009, y por la Decisión 2010/438/UE.

También en 2006 se elabora la *Directiva 2006/12/CE* relativa a los residuos, por la que se dispone de un marco de gestión coordinada de los residuos en los Estados miembros, para así reducir la generación y organizar su gestión, tratamiento y eliminación. Esta Directiva fue válida hasta la aplicación de la actual Directiva Marco sobre Residuos (2008/98/CE) (Directiva 2006/12/CE, de 05/04/2006). También surge la *Directiva 2006/21/CE* sobre la gestión de los residuos de industrias extractivas por la que se modificaba la Directiva 2004/35/CE. Los residuos que están recogidos en la Directiva 2006/21/CE no se incluyen entre los que están bajo el ámbito de aplicación de la Directiva 1999/31/CE relativa al vertido de residuos. Con ella se pretendía prevenir o reducir los efectos así como los riesgos para el medio ambiente y para la salud provocados por los

desechos de las industrias extractivas. Algunas Disposiciones conexas a la Directiva 2006/21/CE, son la Decisión 2009/360/CE, que completa los requisitos técnicos para la caracterización de los residuos establecidos en el anexo II de esta Directiva. También hay que destacar la Decisión 2009/359/CE, en la que se delimita la definición del término residuos inertes que figura en dicha Directiva; la Decisión 2009/358/CE, que señala las prescripciones mínimas para garantizar una recogida y transmisión armonizada según contempla la Directiva 2006/21/CE; la Decisión 2009/337/CE, en la que se definen los criterios de clasificación aplicables a las instalaciones de gestión de residuos con arreglo al anexo III de dicha Directiva; la Decisión 2009/335/CE y la Directiva 2009/31/CE, relacionadas con la garantía financiera prevista en la Directiva 2006/21/CE, y el marco jurídico para el almacenamiento geológico seguro de dióxido de carbono respectivamente; así como la Directiva 2009/126/CE, relativa a la recuperación de vapores de gasolina de la fase II durante el repostaje de los vehículos de motor en las estaciones de servicio.

Asimismo este año se publicó la *Directiva 2006/66/CE* relativa a las pilas y acumuladores y a los residuos de pilas y acumuladores, y por la que se deroga la Directiva 91/157/CEE. La Directiva 2006/66/CE, ha sido modificada por las Directivas 2008/12/CE y la 2008/103/CE, relacionadas con las competencias de ejecución atribuidas a la Comisión y con la puesta en el mercado de pilas y acumuladores respectivamente, así como por la Directiva 2013/56/UE. Además en materia de residuos radiactivos, en 2006 vio la luz la *Directiva 2006/117/Euratom*, relativa a la vigilancia y al control de los traslados de residuos radiactivos y combustible nuclear gastado. Con esta Directiva se fija un sistema de autorizaciones previas para cualquier movimiento de residuos radiactivos y, aunque este sistema se estableció en 1992, se modificó considerablemente en 2006.

Este mismo año se establece el “*Séptimo Programa Marco*” (2007-2013) a través de la *Decisión 2006/1982/CE* relativa al “*Séptimo Programa Marco de la Comunidad Europea para acciones de investigación, desarrollo tecnológico y demostración*” (2007 a 2013); así como por la *Decisión 2006/969/CE* relativa al “*Séptimo Programa Marco de EURATOM de acciones de investigación y formación en materia nuclear*” (2007 a 2011). Aunque el Séptimo Programa Marco descrito en la Decisión 2006/1982/CE se centra en las necesidades de la UE en términos de crecimiento y empleo, hace referencia al medio ambiente y a los residuos en sus programas de actuación.

Finalmente, en materia de residuos también se publica la *Decisión 2006/329/CE* por la que se establece el cuestionario que se utilizará en los informes sobre la aplicación de la Directiva 2000/76/CE relativa a la incineración de residuos.

En el año 2007, aparece el *Reglamento (CE) n° 614/2007*, relativo al instrumento financiero para el medio ambiente (LIFE+). El “*Programa LIFE +*” es el sucesor del ya comentado programa LIFE que se puso en marcha en 1992, financiando proyectos para contribuir al desarrollo y a la aplicación de la política y el Derecho en materia medioambiental (véase CE, 2014a). También ven la luz en este año el *Reglamento (CE) n° 1379/2007* por el que se modifican los anexos IA, IB, VII y VIII del Reglamento (CE) n° 1013/2006 relativo a los traslados de residuos, para adaptarlos al progreso técnico y a los cambios acordados en el marco del Convenio de Basilea. Este año también se publica el *Reglamento (CE) n° 1418/2007*, relativo a la exportación, con fines de valorización, de determinados residuos enumerados en los anexos III o IIIA del Reglamento (CE) n° 1013/2006, a determinados países a los que no es aplicable la Decisión de la OCDE sobre el control de los movimientos transfronterizos de residuos.

Asimismo, surge la *Decisión de 2007/151/CE*, por la que se modifican las Decisiones 94/741/CE y 97/622/CE en lo que atañe a los cuestionarios de información sobre la aplicación de las Directivas 2006/12/CE relativa a los residuos, y 91/689/CEE relativa a los residuos peligrosos.

En 2008, se publicó el *Reglamento (CE) n° 465/2008*, por el que se imponen, de conformidad con el Reglamento (CEE) n° 793/93, requisitos en materia de pruebas e información a los importadores y fabricantes de determinadas sustancias que pueden ser persistentes, bioacumulativas y tóxicas y que figuran en el Catálogo Europeo de Sustancias Químicas Comercializadas; el *Reglamento (CE) n° 669/2008*, por el que se completa el anexo IC del Reglamento (CE) n° 1013/2006, relativo a los traslados de residuos; el *Reglamento (CE) n° 740/2008*, que modifica el Reglamento (CE) n° 1418/2007 referente a los procedimientos que deben seguirse para la exportación de residuos a determinados países; y el *Reglamento (CE) n° 1272/2008*, sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas, y por el que se modifican y derogan las Directivas 67/548/CEE y 1999/45/CE y se modifica el Reglamento n° 1907/2006.

También en 2008 se elabora la *Directiva 2008/1/CE*, relativa a la prevención y al control integrados de la contaminación, también conocida como Directiva IPPC (Integration Pollution Prevention and Control). En ella se fijan las obligaciones que han de cumplir las actividades con gran potencial de contaminación: autorizaciones, permisos

de vertidos, etc. Asimismo se publicaron: la *Directiva 2008/12/CE*, que modifica la Directiva 2006/66/CE, relativa a las pilas y acumuladores y a los residuos de pilas y acumuladores; la *Directiva 2008/33/CE*, que modifica la Directiva 2000/53/CE relativa a los vehículos al final de su vida útil, por lo que se refiere a las competencias de ejecución atribuidas a la Comisión; la *Directiva 2008/34/CE*, por la que se modifica la Directiva 2002/96/CE sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, por lo que se refiere a las competencias de ejecución atribuidas a la Comisión; y la *Directiva 2008/103/CE*, que modifica la Directiva 2006/66/CE, relativa a las pilas y acumuladores y a los residuos de pilas y acumuladores por lo que respecta a la puesta en el mercado de pilas y acumuladores.

En el año 2008 y en cuanto a Directivas se refiere, hay que destacar la *Directiva 2008/98/CE* sobre los residuos y por la que se derogan determinadas Directivas tales como: la 75/442/CEE, la 91/689/CEE y la 2006/12/CE. Esta nueva Directiva se constituye como el eje de referencia para actuar sobre los residuos, desde su generación a su eliminación, centrándose en la prevención, y posteriormente en la valorización y el reciclaje (*Directiva 2008/98/CE*, de 19/11/2008). A día de hoy la *Directiva 2008/98/CE* se constituye como la Directiva Marco en materia de Residuos.

También en 2008 se elaboran: la *Decisión de la Comisión 2008/312/Euratom*, por la que se establece el documento uniforme para la vigilancia y el control de los traslados de residuos radiactivos y combustible gastado a los que se refiere la Directiva 2006/117/Euratom; la *Decisión 2008/105/CE* que modifica la Decisión 2004/432/CE, por la que se aprueban los planes de vigilancia presentados por terceros países relativos a los residuos; y la *Decisión 2008/689/CE*, que modifica el anexo II de la Directiva 2000/53/CE relativa a los vehículos al final de su vida útil.

Finalmente, este mismo año se publica la *Comunicación COM (2008) 46 final*, por la que se fijan las bases para la elaboración de un sistema compartido de información ambiental a nivel comunitario, donde también se incluyen los residuos: “*Hacia un Sistema Compartido de Información Medioambiental (SEIS)*”; y la *Comunicación COM (2008)811*, conocida como “*Libro Verde de la Comisión Europea sobre la gestión de los biorresiduos en la UE*”.

En el año 2009 se publica el *Reglamento (CE) n° 401/2009*, relativo a la AEMA y a la Red Europea de Información y de Observación sobre el Medio Ambiente. Dicho Reglamento deroga al Reglamento (CE) n° 1210/90, y pretende aumentar la coordinación entre la AEMA y la red Eionet (European Environment Information and Observation

Network) para poner en marcha el “*Sistema Compartido de Información Medioambiental*” (SEIS). Asimismo ve la luz el *Reglamento (CE) n° 221/2009*, por el que se modifica el *Reglamento (CE) n° 2150/2002*, relativo a las estadísticas sobre residuos, en lo que se refiere a las competencias de ejecución atribuidas a la Comisión; el *Reglamento (CE) n° 1221/2009*, relativo a la participación voluntaria de organizaciones en un sistema comunitario de gestión y auditoría medioambientales (EMAS), y por el que se derogan el *Reglamento (CE) n° 761/2001* y las Decisiones 2001/681/CE y 2006/193/CE; y el *Reglamento (CE) n° 967/2009*, por el que se modifica el *Reglamento (CE) n° 1418/2007*, relativo a la exportación, con fines de valorización, de determinados residuos a determinados países no miembros de la OCDE.

En este año se publica la *Directiva 2009/148/CE*, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al amianto durante el trabajo.

En cuanto a Decisiones en materia de residuos destacan: la *Decisión 2009/603/CE*, por la que se establecen requisitos para el registro de productores de pilas y acumuladores de conformidad con la *Directiva 2006/66/CE*; la *Decisión 2009/360/CE*, por la que se completan los requisitos técnicos para la caracterización de los residuos establecidos en la *Directiva 2006/21/CE* sobre la gestión de los residuos de industrias extractivas; la *Decisión 2009/359/CE*, por la que se completa la definición de los residuos inertes de la *Directiva 2006/21/CE*; la *Decisión 2009/358/CE*, relativa a la armonización, la transmisión periódica de información, de acuerdo con lo que establece la *Directiva 2006/21/CE*; la *Decisión 2009/800/CE*, que modifica la *Decisión 2004/432/CE*, por la que se aprueban planes de vigilancia presentados por terceros países relativos a los residuos, de conformidad con la *Directiva 96/23/CE*; y la *Decisión 2009/851/CE* por la que se crea un cuestionario para los informes de los Estados miembros acerca de la aplicación de la *Directiva 2006/66/CE* relativa a las pilas y acumuladores y a los residuos de pilas y acumuladores (MAGRAMA, 2014a).

En el año 2010, y en materia de residuos, se elabora el *Reglamento (UE) n° 413/2010*, por el que se modifican los anexos III, IV y V del *Reglamento (CE) n° 1013/2006*, relativo a los traslados de residuos para tener en cuenta los cambios adoptados en virtud de la *Decisión C(2008) 156* del Consejo de la OCDE; y el *Reglamento (UE) n° 849/2010*, por el que se modifica el *Reglamento (CE) n° 2150/2002*, relativo a las estadísticas sobre residuos.

Este mismo año se redacta la *Directiva 2010/75/UE*, sobre las emisiones industriales (prevención y control integrados de la contaminación). En ella se definen las obligaciones de las actividades industriales más contaminantes ante el medio ambiente, para evitar o minimizar los impactos negativos de su actividad sobre el medio y la salud humana. Esta Directiva sustituyó desde el 7 de enero de 2014 a la Directiva 78/176/CEE relativa a los residuos procedentes de la industria del dióxido de titanio; a la Directiva 82/883/CEE relativa a las modalidades de supervisión y de control de los residuos procedentes de la industria del dióxido de titanio; a la Directiva 92/112/CEE relativa a la reducción de los residuos procedentes de la industria del dióxido de titanio; a la Directiva 1999/13/CE relativa a la limitación de las emisiones de compuestos orgánicos volátiles (COV); a la Directiva 2000/76/CE relativa a la incineración de residuos; y a la Directiva 2008/1/CE relativa a la prevención y al control integrados de la contaminación (Directiva IPPC).

En 2011 se publica el *Reglamento (UE) n° 333/2011*, por el que se establecen criterios para determinar cuándo determinados tipos de chatarra dejan de ser residuos con arreglo a la Directiva 2008/98/CE.

En este año también se redacta la *Directiva 2011/37/UE*, que modifica el anexo II de la Directiva 2000/53/CE, relativa a los vehículos al final de su vida útil, así como la *Directiva 2011/70/Euratom*, por la que se establece un marco comunitario para la gestión responsable y segura del combustible nuclear gastado y de los residuos radiactivos.

En 2012 ve la luz el *Reglamento (UE) n° 493/2012*, por el que se establecen, de conformidad con la Directiva 2006/66/CE, normas detalladas para el cálculo de los niveles de eficiencia de los procesos de reciclado de los residuos de pilas y acumuladores.

En 2013 se elaboró el *Reglamento (UE) n° 715/2013* por el que se establecen criterios para determinar cuándo la chatarra de cobre deja de ser residuo con arreglo a la Directiva 2008/98/CE.

Este mismo año también hay que destacar la *Directiva 2013/56/UE*, por la que se modifica la Directiva 2006/66/CE, relativa a las pilas y acumuladores y a los residuos de pilas y acumuladores, por lo que respecta a la puesta en el mercado de pilas y acumuladores portátiles que contengan cadmio, destinados a utilizarse en herramientas eléctricas inalámbricas, y de pilas botón con un bajo contenido de mercurio, y se deroga la Decisión 2009/603/CE. Asimismo se publica en este año la Directiva 2013/2/UE que modifica el anexo I de la Directiva 94/62/CE, relativa a los envases y residuos de envases.

2.2. EVOLUCIÓN DE LA NORMATIVA EN MATERIA DE GESTIÓN DE RESIDUOS EN ESPAÑA.

En el artículo 45 de la Constitución Española de 1978, relacionado con el medio ambiente, indica:

45.1. Todos tienen el derecho a disfrutar de un medio ambiente adecuado para el desarrollo de la persona, así como el deber de conservarlo.

45.2. Los poderes públicos velarán por la utilización racional de todos los recursos naturales, con el fin de proteger y mejorar la calidad de vida y defender y restaurar el medio ambiente, apoyándose en la indispensable solidaridad colectiva.

45.3. Para quienes violen lo dispuesto en el apartado anterior, en los términos que la ley fije, se establecerán sanciones penales o, en su caso, administrativas, así como la obligación de reparar el daño causado” (Constitución Española, de 29/12/1978, art. 45).

Según este artículo, son los poderes públicos quienes han de velar por la utilización de los recursos naturales con el apoyo del resto de agentes cuyas actuaciones tienen incidencia sobre el medio ambiente (sector privado, sector técnico-científico y la ciudadanía). En el caso español, la propia organización territorial implica la existencia de distintos organismos públicos con distintas competencias dependiendo del ámbito territorial del que estemos hablando. Así pues, mientras que el Estado fija la legislación medioambiental sujeto a la política europea en esta materia, las Comunidades Autónomas (CCAA) se encargan de la gestión del mismo, pudiendo establecer normas adicionales de protección como así lo indica la Constitución Española. Por consiguiente, las administraciones locales tienen una serie de competencias que están vinculadas con su mayor cercanía al ciudadano (planificación del suelo; urbanismo; servicios de limpieza; recogida, gestión y tratamiento de residuos; abastecimiento de aguas y depuración de las residuales; etc.) (Granados, 2010). Por tanto, en un mismo territorio confluyen competencias de distintas administraciones públicas.

Al igual que en el apartado anterior, dada la diversidad de normativa de carácter medio ambiental, en éste sólo se va a considerar la normativa en materia de residuos. Asimismo, en el caso de España, sólo se va a hacer referencia a la normativa estatal, ya que es la legislación transversal para el conjunto de CCAA. En este apartado, la principal fuente de información procede del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (véase MAGRAMA, 2014a).

En nuestro país se puede decir que la primera normativa en materia de residuos se sintetizó en la *Ley 25/1964*, de energía nuclear, donde se hacía referencia a los residuos nucleares (Castañón, 2010).

No fue hasta la década de los ochenta cuando se comenzó a desarrollar una normativa más específica en materia de residuos, entre otras cosas, porque fue en estas fechas (1986), cuando España entró a formar parte de la UE, y tuvo que acatar la legislación comunitaria. Por tanto, como se verá a continuación, la gran mayoría de la legislación española en materia de residuos es claramente la transposición de la normativa europea.

Así pues, en el año 1988 se publicó el *Real Decreto 833/1988*, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986 básica de residuos tóxicos y peligrosos.

Años más tarde vieron la luz un mayor número de normativas en materia de gestión de residuos como es el caso del *Real Decreto 1406/1989*, por el que se imponen limitaciones a la comercialización y al uso de ciertas sustancias y preparados peligrosos; y el *Real Decreto 258/1989*, por el que se establece la normativa general sobre vertidos de sustancias peligrosas desde tierra al mar.

Este mismo año también se redactó la *Orden de 13 de octubre de 1989*, por la que se determinan los métodos de caracterización de los residuos tóxicos y peligrosos; así como la *Orden Ministerial de 28 de julio de 1989*, sobre prevención y disminución progresiva, a efectos de la supresión de la contaminación provocada por los residuos procedentes de la industria de dióxido de titanio.

También en este año se aprobó la *Resolución de 24 de julio de 1989*, por la que se dispone la publicación del Acuerdo del Consejo de Ministros por el que se aprueba el “*Plan Nacional de residuos industriales*” y que constituye la Comisión de seguimiento del mismo.

En 1990 se publica el *Real Decreto 1310/1990*, por el que se regula la utilización de los lodos de depuración en el sector agrario, así como la *Orden de 12 de marzo de 1990* sobre traslados transfronterizos de residuos tóxicos y peligrosos. .

Un año más tarde se aplica en España el *Real Decreto de 108/1991*, sobre la prevención y la reducción de la contaminación del medio ambiente producida por el amianto; así como la *Orden de 18 de abril de 1991* por la que se establecen normas para reducir la contaminación producida por los residuos de las industrias del dióxido de titanio; y la *Resolución de 23 de octubre de 1991* por la que se determinan los pasos

fronterizos para el traslado de residuos tóxicos y peligrosos (Castañón, 2010; MAGRAMA, 2014a).

En 1993 se publicó la *Orden de 26 de octubre de 1993* sobre utilización de lodos de depuración en el sector agrario.

En 1995 se estableció la *Resolución de 28 de abril de 1995*, por la que se dispone a la publicación del acuerdo del Consejo de Ministros de 17 de febrero de 1995 por el que se aprueba el “*Plan Nacional de Residuos Peligrosos*”.

Dos años más tarde, se redactó la *Ley 11/1997*, de envases y residuos de envases; así como el *Real Decreto 952/1997*, por el que se modifica el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, básica de residuos tóxicos y peligrosos.

Ya en 1998, se publica la *Ley 10/1998*, de residuos, instaurándose como la Ley Base en materia de residuos, derogada en 2011 por la entrada en vigor de la nueva Ley 22/2011, de residuos y suelos contaminados, que es la transposición de la actual Directiva Marco de Residuos.

Este año también se redactan el *Real Decreto 782/1998*, de 30 de abril, por el que se aprueba el Reglamento para el desarrollo y ejecución de la Ley 11/1997, de 24 de abril, de envases y residuos de envases.

También en 1998, se aprueba la *Orden de 27 de abril de 1998*, por la que se establecen las cantidades individualizadas a cobrar en concepto de depósito y el símbolo identificativo de los envases que se pongan en el mercado a través del sistema de depósito, devolución y retorno regulado en la Ley 11/1997, de envases y residuos de envases; y la *Orden de 13 de julio de 1998* por la que se modifica la de 20 de diciembre de 1994, de desarrollo del Real Decreto 1522/1984, por el que se autoriza la constitución de la Empresa Nacional de Residuos Radiactivos, Sociedad Anónima (ENRESA).

En 1999, ven la luz el *Real Decreto 1378/1999*, por el que se establecen medidas para la eliminación y gestión de los PCB, PCT y aparatos que los contengan; la *Orden de 21 de octubre de 1999* por la que se establecen las condiciones para la no aplicación de los niveles de concentración de metales pesados establecidos en el artículo 13 de la Ley 11/1997, de envases y residuos de envases, a las cajas y paletas de plástico reutilizables que se utilicen en una cadena cerrada y controlada; y la *Resolución de 25 de noviembre de 1999*, por la que se dispone la publicación del acuerdo de la “*Conferencia Sectorial de Medio Ambiente de 22 de noviembre de 1999*”, por el que se da conformidad al “*Programa Nacional de Pilas y Baterías Usadas*”.

En el año 2000 se redacta la *Resolución de 13 de enero de 2000*, por la que se dispone la publicación del Acuerdo de Consejo de Ministros, de 7 de enero de 2000, por el que se aprueba el “*Plan Nacional de Residuos Urbanos*”. Éste incluye varios programas: “*Programa Nacional de Prevención; Programa Nacional de Recuperación y Reciclaje; Programa Nacional de Residuos de Envases y Envases Usados; Programa Nacional de Compostaje; Programa Nacional de Valorización Energética; y Programa Nacional de Eliminación*” (MAGRAMA, 2014a).

En 2001 se publican el *Real Decreto 1416/2001*, sobre envases de productos fitosanitarios; así como el *Real Decreto 1481/2001*, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.

Asimismo, se redacta la *Orden de 7 de diciembre de 2001* por la que se modifica el anexo I del Real Decreto 1406/1989, por el que se imponen limitaciones a la comercialización y al uso de ciertas sustancias y preparados peligrosos.

También en este año este año se elabora la *Resolución de 9 de abril de 2001*, por la que se dispone la publicación del Acuerdo del Consejo de Ministros, por el que se aprueba el “*Plan Nacional de descontaminación y eliminación de PCB, PCT y aparatos que los contengan*”, cuya aplicación es desde el año 2001 hasta el año 2010. Finalmente, en 2001 también se establece la Resolución por la que se aprueba el “*Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición 2001-2006*”; y la *Resolución de 8 de octubre de 2001*, por la que se dispone la publicación del Acuerdo del Consejo de Ministros, por el que se aprueba el “*Plan Nacional de Neumáticos Fuera de Uso, 2001-2006*”.

Un año más tarde se redacta la *Ley 16/2002*, de prevención y control integrados de la contaminación, modificando la Ley 10/1998 de residuos, así como otras leyes no estrictamente vinculadas con los residuos. De esta manera, la Ley 16/2002 se establece como legislación básica sobre protección del medio ambiente.

También hay que destacar el *Real Decreto 1381/2002*, sobre instalaciones portuarias de recepción de desechos generados por los buques y residuos de carga; y el *Real Decreto 1383/2002*, sobre gestión de vehículos al final de su vida útil.

Asimismo en este año se establece la *Orden MAM/304/2002*, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos.

En 2003 se redacta el *Real Decreto 653/2003*, sobre incineración de residuos y el *Real Decreto 1349/2003*, sobre ordenación de las actividades de la Empresa nacional de Residuos Radiactivos, Sociedad Anónima (ENRESA), y su financiación.

Además en este año se elabora la *Orden ECO/1449/2003*, sobre gestión de materiales residuales sólidos con contenido radiactivo generados en las instalaciones de 2ª y 3ª categoría en la que se manipulen o almacenen isótopos radiactivos no encapsulados.

En 2004 se establece la *Orden FOM/1392/2004*, relativa a la notificación y entrega de desechos generados por buques. Asimismo ve la luz la *Orden INT/249/2004*, por la que se regula la baja definitiva de los vehículos descontaminados al final de su vida útil.

Un año más tarde, se publica: el *Real Decreto 9/2005*, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados; el *Real Decreto 208/2005*, sobre aparatos eléctricos y electrónicos y la gestión de sus residuos; y el *Real Decreto 1619/2005*, sobre la gestión de neumáticos fuera de uso.

En el año 2006 se publica la *Ley 9/2006*, de sobre evaluación de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente. También en este año se establecen numerosos Decretos en materia de residuos, como es el caso del *Real Decreto 551/2006*, por el que se regulan las operaciones de transporte de mercancías peligrosas por carretera en territorio español, donde se incluyen residuos peligrosos; el *Real Decreto 679/2006*, por el que se regula la gestión de los aceites industriales usados; el *Real Decreto 228/2006*, por el que se modifica el Real Decreto 1378/1999, por el que se establecen medidas para la eliminación y gestión de los policlorobifenilos, policloroterfenilos y aparatos que los contengan; el *Real Decreto 396/2006*, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto; y el *Real Decreto 252/2006*, por el que se revisan los objetivos de reciclado y valoración establecidos en la Ley 11/1997, de envases y residuos de envases, y por el que se modifica el RD 782/1998.

Además en 2006 se redacta la *Orden MAM/3624/2006*, por la que se modifican el Anejo 1 del Reglamento para el desarrollo y ejecución de la Ley 11/1997, de envases y residuos de envases, aprobado por el Real Decreto 782/1998, así como la Orden de 12 junio de 2001, por la que se establecen las condiciones para la no aplicación a los envases de vidrio de los niveles de concentración de metales pesados establecidos en el artículo 13 de la Ley 11/1997, de envases y residuos de envases.

Finalmente, en el año 2006 se establece el “*Acuerdo entre el Reino de España y el Principado de Andorra sobre traslado y gestión de residuos*”, y también se elabora el

“*Sexto Plan de Gestión de Residuos Radiactivos (PGRR)*”, que sustituye al quinto plan de julio de 1999.

En 2007, se elabora la *Ley 26/2007*, de Responsabilidad Medioambiental que se desarrolla bajo el principio “*quien contamina paga*”.

No estrictamente en materia de residuos aunque sí se recogen en él, surge el *Real Decreto 509/2007*, por el que se aprueba el Reglamento para el desarrollo y ejecución de la *Ley 16/2002*, de prevención y control integrados de la contaminación.

En 2008 se publica el *Real Decreto 105/2008*, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición; el *Real Decreto 106/2008*, sobre pilas y acumuladores y la gestión ambiental de sus residuos; y el *Real Decreto 2090/2008*, por el que se aprueba el Reglamento de desarrollo parcial de la *Ley 26/2007*, de responsabilidad medioambiental. Este año también surge la *Orden INT/624/2008*, por la que se regula la baja electrónica de los vehículos descontaminados al final de su vida útil.

Un año más tarde ve la luz el *Real Decreto 243/2009*, por el que se regula la vigilancia y control de traslados de residuos radiactivos y combustible nuclear gastado entre Estados miembros o procedentes o con destino al exterior de la Comunidad; el *Real Decreto 975/2009*, sobre gestión de los residuos de las industrias extractivas y de protección y rehabilitación del espacio afectado por actividades mineras; el *Real Decreto 1084/2009*, por el que se modifica el Real Decreto 1381/2002, de instalaciones portuarias de recepción de desechos generados por los buques y residuos de carga; el *Real Decreto 1304/2009*, por el que se modifica el Real Decreto 1481/2001, por el que se regula la eliminación de residuos mediante el depósito en vertedero; y el *Real Decreto 1823/2009*, por el que se regula la concesión directa de una subvención a las comunidades autónomas para la ejecución urgente de actuaciones para el cumplimiento de la legislación de vertederos, incluyendo la clausura de vertederos ilegales y la captación de biogás en vertederos, y otras actuaciones complementarias.

Este mismo año también se publica la *Resolución de 20 de enero de 2009*, por la que se aprueba el “*Plan Nacional Integrado de Residuos para el periodo 2008-2015*”. (Castañón, 2010; MAGRAMA, 2014a).

En el año 2010, se redacta el *Real Decreto 943/2010*, por el que se modifica el Real Decreto 106/2008, sobre pilas y acumuladores y la gestión ambiental de sus residuos.

En 2011 se publican la *Ley 2/2011*, de Economía Sostenible, donde se trata la gestión de residuos, así como la *Ley 22/2011*, de residuos y suelos contaminados, que como se ha comentado anteriormente es la transposición en nuestro país de la Directiva

Marco de Residuos (2008/98/CE), incluyendo las novedades oportunas en esta materia (véase capítulo 3). Por tanto la Ley 22/2011 se establece como la normativa básica en materia de residuos en nuestro país.

Asimismo, ve la luz la *Orden ARM/795/2011*, por la que se modifica el Anexo III del Real Decreto 679/2006, por el que se regula la gestión de los aceites industriales usados.

Un año más tarde se establece la *Ley 11/2012*, de medidas urgentes en materia de medio ambiente, donde la gestión de residuos forma parte de dichas medidas. También surge el *Real Decreto 777/2012*, por el que se modifica el Real Decreto 975/2009, sobre gestión de los residuos de las industrias extractivas y de protección y rehabilitación del espacio afectado por las actividades mineras (MAGRAMA, 2014a).

En 2013 surge la *Ley 5/2013*, por la que se modifican la Ley 16/2002, de prevención y control integrados de la contaminación y la Ley 22/2011, de residuos y suelos contaminados; así como el *Real Decreto 815/2013*, por el que se aprueba el Reglamento de emisiones industriales y de desarrollo de la Ley 16/2002, de prevención y control integrados de la contaminación.

Asimismo, se publicó: la *Orden AAA/1072/2013*, sobre utilización de lodos de depuración en el sector agrario; la *Orden AAA/1783/2013*, por la que se modifica el anejo 1 del Reglamento para el desarrollo y ejecución de la Ley 11/1997, de envases y residuos de envases, aprobado por Real Decreto 782/1998; y la *Orden AAA/661/2013*, por la que se modifican los anexos I, II y III del Real Decreto 1481/2001, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.

Finalmente, a principios de 2014 se estableció la *Orden PRE/26/2014*, por la que se modifica el anexo II del Real Decreto 1383/2002, sobre gestión de vehículos al final de su vida útil.

CAPÍTULO 3. IDENTIFICACIÓN, CONCEPTO Y CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS.

3.1. LOS RESIDUOS.

Los residuos suponen un grave problema ambiental especialmente para las sociedades más industrializadas. El crecimiento económico que ha tenido lugar en las últimas décadas ha ido asociado a un incremento en los niveles de renta, que ha llevado consigo un aumento de la producción, del consumo y del volumen de residuos generados. El abandono o una mala gestión de estos residuos conllevan problemas importantes para la salud humana y para el medio ambiente. Sin embargo, si los residuos son gestionados adecuadamente son susceptibles de convertirse en recursos, evitando así la extracción de materias primas, conservando los recursos naturales y favoreciendo el desarrollo sostenible (Resolución de 20/01/2009).

Ese incremento en la generación de residuos, ha llevado consigo la necesidad de que sean regulados a través de un marco normativo que abogue por su minimización y correcta gestión. Como se ha comentado en el capítulo anterior, tanto en la UE y por consiguiente en nuestro país, se ha desarrollado una extensa legislación desde hace varias décadas que promueve la protección del medio ambiente. En la actualidad, los documentos base en materia de residuos son la *Directiva 2008/98/CE* para el conjunto de la UE, la cual se ha transpuesto en España, a través de la nueva *Ley 22/2011* de residuos. Estos documentos se complementan con otro tipo de normativa, así como de planes y programas de actuación que promocionan la prevención y la adecuada gestión de los residuos. Resulta necesario resaltar el constante esfuerzo de las Administraciones Públicas (AAPP) para reducir la generación de residuos; estimular su adecuada clasificación, gestión y tratamiento y, aunque dicho esfuerzo ha tenido sus frutos, todavía queda mucho por hacer ya que el principal destino de los residuos en España sigue siendo la eliminación.

Cada vez más se va abandonando la tradicional orientación de la “*eliminación*” de residuos y se tiende hacia su valorización para reintegrarse nuevamente en los procesos de producción y de consumo (véase figura 3.1). Esta tendencia está ampliando el número de actividades económicas que se integran dentro del denominado “*sector medioambiental*”, dedicadas a la prevención y corrección de los impactos ambientales provocados por la actividad humana (Ruiz y Camacho, 2011). Por tanto, esta nueva

tendencia modifica la “dimensión” de las actividades vinculadas con la gestión y tratamiento de residuos, creándose nuevas actividades económicas, capaces de generar puestos de trabajo, valor añadido, etc., por lo que el sector medioambiental en general, y el “sector de los residuos” en particular, han de tenerse en cuenta en el futuro más inmediato (Camacho et al., 2012).

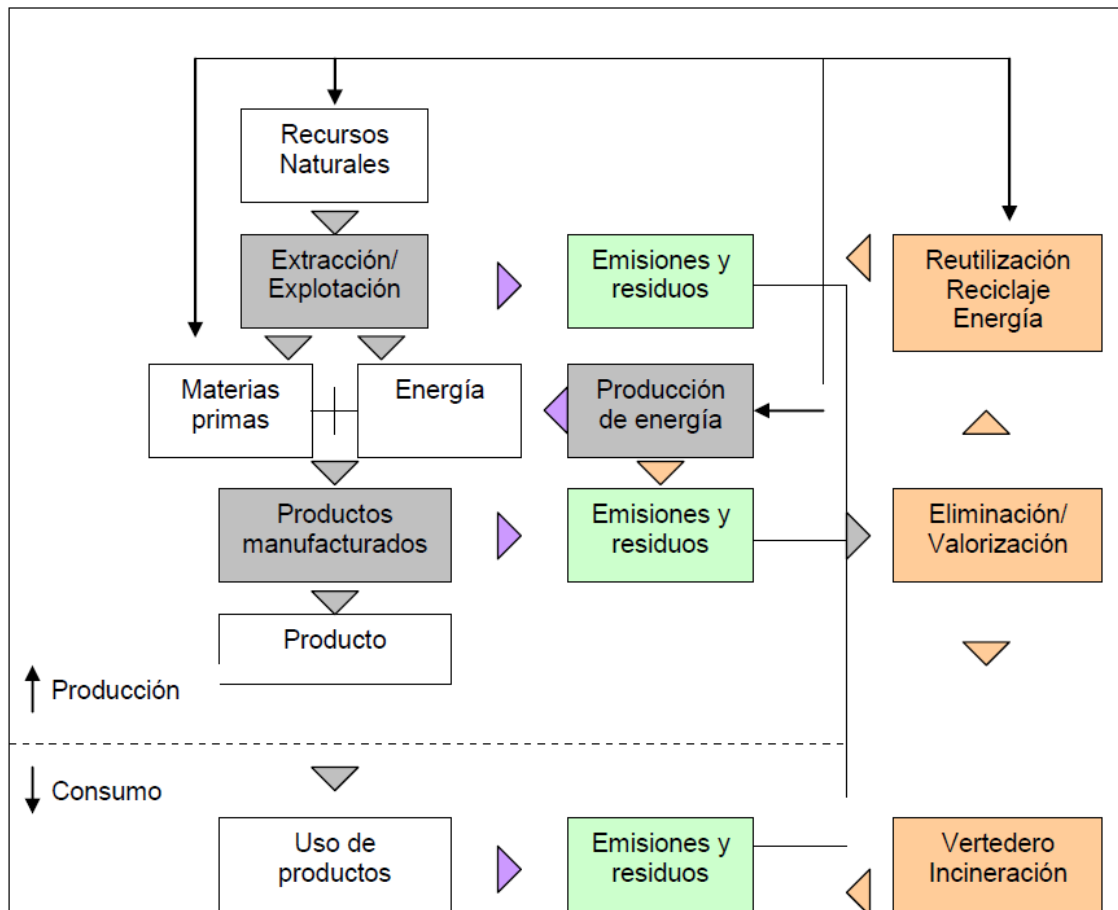


Figura 3.1. Descripción general de los flujos de residuos. Fuente: Camacho et al. (2012, pág. 4).

3.2. ¿QUÉ ENTENDEMOS POR RESIDUO?

3.2.1. Antecedentes.

No siempre ha existido una definición exacta para el término residuo. De hecho, se puede confirmar que es un concepto dinámico, ya que conforme evolucionan las sociedades y sus economías, nos encontramos con nuevos residuos. Así pues, a día de hoy se producen residuos que hace décadas o siglos no se generaban.

A nivel europeo, la primera Directiva Marco sobre Residuos se gestó en el año 1975 (75/442/CEE). Esta Directiva fue elaborada en el “*Primer Programa Marco de Gestión Ambiental*” y fue posteriormente modificada por las Directivas 91/156/CEE y 96/350/CE. La Directiva 75/442/CEE definía residuo como: “*cualquier substancia u objeto del cual se desprenda su poseedor o tenga la obligación de desprenderse en virtud de las disposiciones nacionales en vigor*”. Y por gestión de residuos “*la recogida, clasificación, transporte y tratamiento de los residuos, así como su almacenamiento y su depósito sobre o bajo tierra. Las operaciones de transformación necesarias para su reutilización, su recuperación, o su reciclaje*” (Directiva 75/442/CEE, de 15/07/1975, art. 1.a y 1.d). Asimismo, fijaba los principios generales de su gestión y en particular, la jerarquización: prevención, reducción, valorización (reciclaje con la inclusión de incineración con recuperación energética) (Directiva 75/442/CEE, de 15/07/1975).

Además, hacía recaer en cada uno de los Estados miembros, la tarea de asegurar la evacuación de los residuos sin perjudicar la salud pública o el medio ambiente. El reciclado de los residuos sólo se recomendaba y se debía permitir el transporte, así como facilitar los sitios de evacuación de residuos. Esta directiva era muy sencilla y generalista, pero a pesar de ello, instauró un marco para la gestión técnica de los residuos en toda Europa, aunque con diferencias abismales entre países. Así pues, países como Dinamarca estaban muy avanzados en aquellos momentos en materia de gestión y tratamiento de residuos, mientras que otros, como Irlanda, España o Grecia, no lo estaban en absoluto.

Como se ha comentado en el capítulo anterior, tras esta Directiva aparecieron muchas otras de carácter más específico, centradas en un único tipo de residuo. No obstante, se puede hacer referencia a la *Directiva 78/319/CE* sobre residuos peligrosos, posteriormente sustituida por la *Directiva 91/689/CEE*, en la que se incluye un amplio abanico de residuos. De ellas emana la actual Lista Europea de Residuos.

Tras la Directiva 75/442/CEE, el siguiente documento que trató de forma genérica al conjunto de los desechos fue la *Directiva 2006/12/CE*, relativa a los residuos, constituyéndose como la nueva Directiva Marco sobre Residuos. En efecto, aquella ya había sido modificada en sucesivas ocasiones; cualquier regulación en materia de gestión de residuos, debía tener como objetivo la protección de la salud humana y del medio ambiente; era necesario generalizar una terminología común; eliminar la disparidad normativa entre los distintos Estados miembros; debía favorecer la valorización de los residuos y la utilización de materiales de valorización como materias primas, para preservar los recursos naturales; fomentar que los Estados miembros adoptasen medidas

que limitaran la producción de residuos; etc. Fue por todo ello por lo que era necesario codificar la Directiva 75/442/CEE y sus modificaciones sucesivas, en un único documento, sustituyendo a todas ellas. Dicha codificación tenía por objeto aclarar y racionalizar la normativa de residuos, pero no modificó el contenido de las normas aplicables.

Así pues, la Directiva 2006/12/CE, relativa a los residuos, definía a éstos como “*cualquier sustancia u objeto perteneciente a una de las categorías que se recogen en el anexo I⁶ y del cual su poseedor se desprenda o del que tenga la intención o la obligación de desprenderse*” (Directiva 2006/12/CE, de 05/04/2006, art.1.a). De esta manera, y al contrario que la Directiva 75/442/CEE, se fijaba una definición común para el conjunto de los Estados miembros, evitando así la heterogeneidad conceptual existente en torno a los residuos.

⁶ ANEXO I de la Directiva 2006/12/CE, relativa a residuos. Categorías de Residuos:

Q1 Residuos de producción o de consumo no especificados a continuación.

Q2 Productos que no respondan a las normas.

Q3 Productos caducados.

Q4 Materias que se hayan vertido por accidente, que se hayan perdido o que hayan sufrido cualquier otro incidente, con inclusión del material, del equipo, etc., contaminado a causa del incidente en cuestión.

Q5 Materias contaminadas o ensuciadas a causa de actividades voluntarias (por ejemplo, residuos de operaciones de limpieza, materiales de embalaje, contenedores, etc.).

Q6 Elementos inutilizables (por ejemplo, baterías fuera de uso, catalizadores gastados, etc.).

Q7 Sustancias que hayan pasado a ser inutilizables (por ejemplo, ácidos contaminados, disolventes contaminados, sales de temple agotadas, etc.).

Q8 Residuos de procesos industriales (por ejemplo, escorias, posos de destilación, etc.).

Q9 Residuos de procesos anticontaminación (por ejemplo, barros de lavado de gas, polvo de filtros de aire, filtros gastados, etc.).

Q10 Residuos de mecanización/acabado (por ejemplo, virutas de torneado o fresado, etc.).

Q11 Residuos de extracción y preparación de materias primas (por ejemplo, residuos de explotación minera o petrolera, etc.).

Q12 Materia contaminada (por ejemplo, aceite contaminado con PCB, etc.).

Q13 Toda materia, sustancia o producto cuya utilización esté prohibida por la ley.

Q14 Productos que no son de utilidad o que ya no tienen utilidad para el poseedor (por ejemplo, artículos desechados por la agricultura, los hogares, las oficinas, los almacenes, los talleres, etc.).

Q15 Materias, sustancias o productos contaminados procedentes de actividades de regeneración de terrenos.

Q16 Toda sustancia, materia o producto que no esté incluido en las categorías anteriores (Directiva 2006/12/CE, de 05/04/2006).

Asimismo, se agregaron nuevos conceptos (productor, poseedor, eliminación, valorización y recogida), y se modificó la definición de “gestión” de la Directiva 75/442/CEE, entendiendo por ésta “*la recogida, el transporte, la valorización y la eliminación de los residuos, incluida la vigilancia de estas operaciones, así como la vigilancia de los lugares de descarga después de su cierre*” (Directiva 2006/12/CE, de 05/04/2006, art. 1.d).

La Directiva 2006/12/CE, seguía siendo complementada por la Directiva 91/689/CEE, relativa a residuos peligrosos, que fue modificada en el año 1994 por la *Directiva 94/31/CE* y por el *Reglamento (CE) n° 166/2006*; y complementada por toda la legislación más específica de residuos.

El 12 de diciembre de 2010, la Directiva 2006/12/CE y la 91/689/CEE fueron derogadas por la actual *Directiva 2008/98/CE*, sobre residuos, o Directiva Marco de Residuos. Ello se debió a que resultaba necesario aclarar conceptos clave, como las definiciones de valorización y eliminación, así como puntualizar las diferencias existentes entre residuos y no residuos, o entre recuperación y eliminación. También resultaba imprescindible reforzar las medidas para prevenir la generación de residuos; delimitar no sólo la fase de residuo y el ciclo de vida de los productos y materiales; disminuir el impacto que tienen sobre el medio ambiente la generación y gestión de residuos, para así reforzar su valor económico; entre otros aspectos.

3.2.2. ¿Qué entendemos por residuo en la actualidad?

Manteniendo el concepto propuesto por la Directiva 2006/12/CE, la Directiva 2008/98/CE define residuo como: “*cualquier sustancia u objeto del cual su poseedor se desprenda o tenga la intención o la obligación de desprenderse*”, estableciéndose en su artículo 2.1. seis exclusiones básicas:

- a) *“Los efluentes gaseosos emitidos en la atmósfera;*
- b) *La tierra (in situ) incluido el suelo no excavado contaminado y los edificios en contacto permanente con la tierra;*
- c) *El suelo no contaminado y demás material en estado natural excavado durante las actividades de construcción cuando se tiene la certeza de que el material se utilizará a efectos de construcción en su estado natural en el sitio del que se extrajo;*
- d) *Los residuos radiactivos;*
- e) *Los explosivos desclasificados;*

f) Las materias fecales, paja y otro material natural, agrícola o silvícola, no peligroso, utilizado en la agricultura, en la silvicultura o en la producción de energía a base de esta biomasa, mediante procedimientos o métodos que no dañen el medio ambiente o pongan en peligro la salud humana” (Directiva 2008/98/CE, de 19/11/2008, art. 2.1).

También quedan excluidas otras sustancias por estar cubiertas por otra normativa comunitaria:

g) “Aguas residuales;

h) Subproductos animales, incluidos los productos transformados cubiertos por el Reglamento (CE) nº 1774/2002, excepto los destinados a la incineración, los vertederos o utilizados en una planta de gas o de compostaje.

i) Cadáveres de animales que hayan muerto de forma diferente al sacrificio, incluidos los que han muerto con el fin de erradicar epizootias, y que son eliminados con arreglo al Reglamento (CE) nº 1774/2002.

j) Residuos resultantes de la prospección, de la extracción, del tratamiento o del almacenamiento de los recursos minerales, así como de la explotación de canteras cubiertos por la Directiva 2006/21/CE sobre la gestión de los residuos de industrias extractivas” (Directiva 2008/98/CE, de 19/11/2008, art. 2.2).

Asimismo, se excluyen de esta Directiva los *“sedimentos reubicados en el interior de las aguas superficiales a efectos de gestión de las aguas y vías navegables, de prevención de inundaciones o las sequías o de recuperación de tierras, si se demuestra que dichos sedimentos no son peligrosos” (Directiva 2008/98/CE, de 19/11/2008, art. 2.3).*

Es importante señalar que el artículo 4 de la Directiva 2008/98/CE de residuos, expone que los Estados miembros deben adoptar una serie de medidas para tratar los residuos de acuerdo con esta jerarquía de prioridades:

a) “Prevención.

b) Preparación para la reutilización.

c) Reciclado.

d) Otro tipo de valorización (por ejemplo, la valorización energética)

e) Eliminación” (Directiva 2008/98/CE, de 19/11/2008, art. 4.1).

Además, se establece que los Estados miembros pueden desarrollar su propia normativa para reforzar dicha jerarquía en el tratamiento de los residuos, siempre que no se comprometa ni la salud humana ni el medio ambiente. Por tanto, la Directiva Marco de Residuos constituye el principal instrumento normativo para cambiar el enfoque de la gestión de residuos en el conjunto de la UE-27, donde la prevención en la generación de residuos es la mejor opción de gestión, seguida en este orden por la valorización (preparación para la reutilización, del reciclado, de otras formas de valorización), y por último la eliminación.

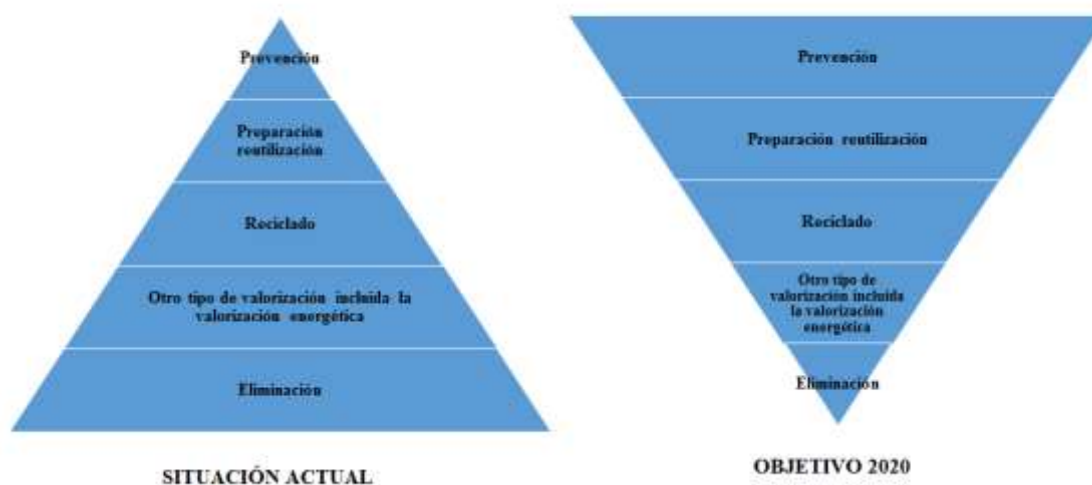


Figura 3.2. Jerarquía en el tratamiento de residuos. Fuente: MAGRAMA (2013b).

La Directiva 2008/98/CE incluye como aspectos más novedosos en materia de residuos lo siguiente:

El concepto de residuo se mantiene, ya que en la Directiva 2006/12/CE queda debidamente delimitado. Sin embargo, la nueva Directiva incorpora muchas más definiciones para aclarar ciertos conceptos que no quedaban del todo claro en la Directiva anterior, y añade otros nuevos, tales como “*biorresiduo*”, “*recogida separada*”, “*prevención*”, “*reutilización*”, “*tratamiento*”, “*preparación para la reutilización*”, etc. (véase artículo 3, Directiva 2008/98/CE).

Asimismo, el artículo 5 de la Directiva 2008/98/CE, define el concepto de “*subproducto*”, considerándose como toda sustancia u objeto obtenido a partir de un determinado proceso productivo, siempre que la finalidad de dicho proceso no sea su producción. Además, añade que el subproducto es susceptible de ser usado sin necesidad de ser sometido a ningún tipo de transformación y su utilización es legal, ya que cumple

con los requisitos establecidos por la normativa respecto a los productos, no siendo una amenaza para la salud ni para el medio ambiente (Directiva 2008/98/CE, de 19/11/2008). De esta manera se hace una distinción entre los residuos y los subproductos. En efecto, si la Directiva 2008/98/CE, promueve la prevención como premisa básica para reducir la generación de residuos, carece de sentido considerar los subproductos como residuos. De hecho, no se ajustan a la propia definición de residuo, además de que al dejar de considerarlos residuos el volumen de desechos generados se reduce. Por tanto, se ponen de manifiesto dos aspectos importantes: por un lado, la importancia de tener en cuenta la mayor o menor potencialidad de una sustancia o material para ser residuo; y por otro lado, la necesidad de distinguir entre residuo y, el resto de sustancias y objetos que no lo son.

Otra novedad de la Directiva 2008/98/CE, es que amplía el concepto de “*gestión de residuos*”, indicando que supone “*la recogida, el transporte, la valorización y la eliminación de los residuos, incluida la vigilancia de estas operaciones, así como el mantenimiento posterior al cierre de los vertederos, incluidas las actuaciones realizadas en calidad de negociante o agente*” (Directiva 2008/98/CE, de 19/11/2008, art. 3.9).

Aporta además la idea fundamental de “*fin de la condición de residuo*” o “*end of waste*”, que no aparece en las Directivas anteriores, y que ha sido ampliado por el *Joint Research Centre (JCR)* y el *Institute for Prospective Technological Studies (IPTS)*, organismos dependientes de la Comisión Europea (véase Delgado et al., 2009; Villanueva et al., 2010). Este concepto da importancia a la operación de valorización de residuos, ya que tras su puesta en práctica, éstos vuelven a ser útiles e incluso pueden sustituir a otros materiales, que de otro modo se habrían utilizado (véanse epígrafes 3.2.3. y 4.4.). Según el artículo 6 de la Directiva 2008/98/CE, para que un residuo deje de serlo se deben de cumplir las siguientes condiciones:

- a) *“la sustancia u objeto se usa normalmente para finalidades específicas;*
- b) *existe un mercado o una demanda para dicha sustancia u objeto;*
- c) *la sustancia u objeto satisface los requisitos técnicos para las finalidades específicas, y cumple la legislación existente y las normas aplicables a los productos; y*
- d) *el uso de la sustancia u objeto no generará impactos adversos globales para el medio ambiente o la salud”* (Directiva 2008/98/CE, de 19/11/2008, art. 6.1).

En comparación con las normativas precedentes, la Directiva 2008/98/CE amplía el ámbito de aplicación de los “*principios de proximidad y autosuficiencia*” (artículo 16),

de tal forma que ya no sólo se aplican exclusivamente a la eliminación de residuos, sino que también se extienden a la valorización de los residuos municipales mezclados recogidos de los hogares así como de otros productores.

Otra novedad propuesta en la Directiva 2008/98/CE, concretamente en el capítulo V, es que se establece la obligación de que todos los Estados miembros han de garantizar la elaboración de uno o varios planes de gestión de residuos, que reflejen un análisis actualizado de la situación de la gestión de residuos en el territorio nacional. Además dicha Directiva obliga a todos los Estados miembros a elaborar planes de prevención de residuos, con la finalidad de romper el vínculo entre crecimiento económico y los impactos ambientales asociados a la generación de desechos. En el caso de España hay que destacar el “*Plan Nacional Integrado de Residuos (PNIR), 2008-2015*” (véase Resolución de 20/01/2009); así como el “*Programa de prevención de residuos 2014-2020*” (véase Resolución de 20/12/2013).

Finalmente, para alcanzar una adecuada política de residuos, y basándose en la información recopilada en los programas y planes comentados anteriormente, la Directiva propone una serie de objetivos cuantitativos. Entre dichos objetivos se encuentra la necesidad de alcanzar una recogida selectiva de papel, metales, plástico y vidrio, antes de 2015; pretende además que antes de 2020, al menos el 50% del peso de estos residuos domésticos deben de prepararse para su reutilización y reciclado; y fija que para antes de ese año, el 70% del peso de los residuos no peligrosos procedentes de la construcción y de las demoliciones (aunque con ciertas excepciones), deberán prepararse para la reutilización, el reciclado y otra valorización (incluida las operaciones de relleno que usen residuos como sucedáneos de otros materiales) (Directiva 2008/98/CE, de 19/11/2008).

En nuestro país, la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados, se constituye como la transposición de la Directiva 2008/98/CE, y actualiza la legislación estatal. El nuevo texto normativo intenta mejorar la coordinación entre las distintas AAPP en todos los ámbitos territoriales, demarca las obligaciones tanto de los productores como de los gestores de residuos, y elabora los instrumentos necesarios para ejecutar una política de residuos acorde con las necesidades actuales.

Al igual que la Directiva que transpone, la Ley apuesta por la prevención de residuos, identificando la prevención como la primera opción de la política de residuos. Adicionalmente, reconoce el potencial de las prácticas de prevención como instrumento para reducir las emisiones de gases efecto invernadero (GEI) y el impacto que tiene el impulso de estas medidas sobre la I+D+i. De hecho, la Ley de residuos define la

prevención como “*el conjunto de medidas adoptadas en la fase de concepción y diseño, de producción, de distribución y de consumo de una sustancia, material o producto, para reducir:*

1) la cantidad de residuo, incluso mediante la reutilización de los productos o el alargamiento de la vida útil de los productos,

2) los impactos adversos sobre el medio ambiente y la salud humana de los residuos generados, incluyendo el ahorro del uso de materiales o energía, y

3) el contenido en sustancias nocivas en materiales y productos.” (Ley 22/2011, de 28/07/2011, art. 3.h).

Asimismo, la citada Ley señala que la Administración General del Estado (AGE) deberá establecer objetivos mínimos de reducción de la generación de residuos; que las CCAA elaborarán programas prevención en su ámbito territorial; y permite que las entidades locales elaboren este tipo de programas para aquellos residuos que son de su competencia, con carácter facultativo. La fecha límite que establecieron la Directiva Marco y la Ley de Residuos terminó el 12 de diciembre de 2013. Los programas deben establecer objetivos de reducción para los residuos generados, y especialmente para las sustancias peligrosas. Estas medidas se deben orientar a lograr en 2020 una reducción del 10% en peso de los residuos generados en 2010 (MAGRAMA, 2013b).

Al igual que la Directiva Marco de Residuos, hay que señalar la mención expresa que se hace en la Ley de residuos, de los sistemas de responsabilidad ampliada del productor del producto, como potencialmente obligados a adoptar medidas en materia de prevención.

El marco jurídico de la prevención se complementa con la normativa específica desarrollada para algunos tipos de residuos: residuos peligrosos; envases y residuos de envases; residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE); residuos de construcción y demolición (RCD); residuos de vehículos fuera de uso (VFU); residuos de pilas y acumuladores; aceites industriales; y neumáticos fuera de uso (NFU).

Finalmente, hay que hacer una referencia a cómo contempla la prevención en la generación de residuos, el PNIR (2008-2015). En él, se establecieron las líneas generales de la política de residuos en materia de prevención y se fijaron objetivos cualitativos y cuantitativos de prevención para los principales flujos de residuos. Estos objetivos están vigentes hasta la evaluación bienal de los resultados de los “*Programas de Prevención*”

(cuyo objetivo es cumplir con los objetivos fijados en la normativa de residuos), y la finalización del propio PNIR (MAGRAMA, 2013b).

3.2.3. Fin de la condición de residuo.

En las últimas décadas han aumentado los esfuerzos para mejorar y promover la valorización de residuos. Es decir, su transformación en materiales aptos para su posterior uso, por lo que se han establecido algunos estándares para comercializar cada residuo, de tal manera que pueda ser utilizado como residuo, sometiéndose bajo la legislación de residuos, o tras el cumplimiento de ciertos requisitos, pueda ser utilizado como producto.

Si como se ha comentado, un residuo es *“cualquier sustancia u objeto del cual su poseedor se desprenda o tenga la intención o la obligación de desprenderse”*, también es necesario conocer, cuándo un residuo deja de serlo.

En este sentido, el concepto *“fin de la condición de residuo”* o su equivalente en inglés *“end-of-waste”* (introducido por la Comunicación de la Comisión de 21 de diciembre de 2005, *“Un paso adelante en el consumo sostenible de recursos-Estrategia temática sobre prevención y reciclado de residuos”*) intenta establecer cuándo ocurre esto. Esta estrategia preveía una simplificación de la legislación vigente, y proponía la fusión de la Directiva Marco sobre los Residuos (que por entonces era la Directiva 2006/12/CE); con la Directiva sobre los residuos peligrosos y los aceites usados; así como con la Directiva IPPC (Directiva 2008/1/CE, relativa a la prevención y al control integrados de la contaminación), eliminando ciertos solapamientos, y consolidando de esta manera las tres directivas sobre los residuos procedentes de la industria del dióxido de titanio (COM (2005) 666, de 21/12/2005). A su vez, esta Comunicación proponía una Directiva Marco en la que se establecieran los criterios ambientales para determinar exactamente cuándo un residuo deja de serlo, y podría ser considerado como un material y por tanto, susceptible de ser comercializados como producto (COM (2005) 666, de 21/12/2005). Ante este contexto, y a petición de la Comisión Europea y la Dirección General de Medio Ambiente, el IPTS⁷ ha desarrollado una metodología general de análisis para que un residuo deje de serlo (Delgado et al., 2009; Villanueva et al., 2010).

⁷ Institute for Prospective Technological Studies. El IPTS es uno de los siete institutos científicos del Joint Research Centre (JRC) de la Comisión Europea.

En la actualidad, la Directiva Marco de Residuos (2008/98/CE) en su artículo 6, indica:

1. *“Determinados residuos específicos dejarán de ser residuos, en el sentido en que se definen en el artículo 3, punto 1, cuando hayan sido sometidos a una operación, incluido el reciclado, de valorización y cumplan los criterios específicos que se elaboren, con arreglo a las condiciones siguientes:*

- a) “la sustancia u objeto se usa normalmente para finalidades específicas;*
- b) existe un mercado o una demanda para dicha sustancia u objeto;*
- c) la sustancia u objeto satisface los requisitos técnicos para finalidades específicas, y cumple la legislación existente y las normas aplicables a los productos; y*
- d) el uso de la sustancia u objeto no generará impactos adversos globales para el medio ambiente o la salud.*

Los criterios incluirán valores límite para las sustancias contaminantes cuando sea necesario y deberán tener en cuenta todo posible efecto medioambiental nocivo de la sustancia u objeto.

2. *Las medidas concebidas para modificar elementos no esenciales de la presente Directiva, complementándola, relativas a la adopción de los criterios contemplados en el apartado 1 y que especifiquen el tipo de residuo al que se aplicarán dichos criterios, se adoptarán de conformidad con el procedimiento de reglamentación con control contemplado en el artículo 39, apartado 2. Deberán de tenerse en cuenta criterios de fin de la condición de residuo al menos, entre otros, para los áridos, el papel, el vidrio, el metal, los neumáticos y los textiles.*

3. *Los residuos que dejen de ser residuos de conformidad con los apartados 1 y 2, dejarán también de ser residuos a efectos de los objetivos de valorización y reciclaje establecidos en las Directivas 94/62/CE, 2000/53/CE, 2002/96/CE y 2006/66/CE y demás normas comunitarias pertinentes cuando se cumplan los criterios de valorización y reciclaje previstos en dichas normas.*

4. *Cuando no se hayan establecido criterios a escala comunitaria [...], los Estados miembros podrán decidir caso por caso si un determinado residuo ha dejado de serlo teniendo en cuenta la jurisprudencia aplicable [...]*” (Directiva 2008/98/CE, de 19/11/2008, art. 6).

Según Delgado et al. (2009), las dos primeras condiciones son complementarias y su cumplimiento asegura que la sustancia u objeto que ha sido residuo, tenga algún tipo de utilidad y por tanto, se evite su eliminación. Estas dos condiciones implican que nunca puede darse la condición de “*end-of-waste*” en un residuo para el que, tras su valorización no exista un uso y por ende, no se haya desarrollado una verdadera demanda. Algunos indicadores que permiten garantizar el cumplimiento de estas dos condiciones son: la existencia de comercio, es decir, una oferta (proveedor) y una demanda (usuario); un precio de mercado; y la existencia de normas o especificaciones para el comercio de estas sustancias u objetos. Por ejemplo, en el caso de la chatarra, la existencia de estándares reconocidos y especificaciones para el comercio son un claro indicador para garantizar el fin de la condición de residuo de estos metales. Asimismo, un indicador que asegura que el apartado c de la primera condición se cumple, es el hecho de que se aplique para algún residuo que ha dejado de serlo, algún estándar o especificación técnica correspondiente a materiales equivalentes, siempre que dichos estándares o especificaciones tengan el mismo propósito en ambos tipos de sustancias. Por el contrario, el fin de la condición de residuo no sería aplicable si la sustancia u objeto obtenida a partir de un residuo, requiere medidas especiales o transformaciones que no son requeridas para la materia prima comparable o equivalente. Por ejemplo, en el caso de los áridos reciclados, el cumplimiento de los requisitos de la Directiva de Productos de Construcción (89/106/CE), es un indicio a favor del fin de su condición de residuo.

La tercera condición requiere básicamente que el residuo que ha dejado de serlo no debe someterse a la legislación de residuos. Como en el caso anterior, una sustancia u objeto que deja de ser residuo tiene las mismas consideraciones que un producto ante los riesgos para la salud humana y el medio ambiente. Para evaluar el cumplimiento de esta condición, es necesario comparar el uso de la sustancia u objeto en la legislación de productos relacionados o equivalentes, con el uso de dichas sustancias u objetos bajo la legislación de residuos.

Según el documento “*End-of-waste Criteria*” (Delgado et al., 2009), el objetivo central de esta metodología es definir una serie de criterios técnicos que determinen cuándo un residuo deja de serlo sin poner en peligro el medio ambiente o la salud humana.

Estos criterios deben ser cumplidos por ciertos⁸ materiales obtenidos a partir de residuos, y además se debe asegurar que la calidad de dicho material es tal que no tiene por qué desecharse, y que su uso no es perjudicial. De hecho, el concepto de fin de la condición de residuo implica que el material obtenido a partir de un residuo tiene un valor intrínseco, por lo que ya no resulta indiferente su descarte, y además ha sido procesado hasta el punto de que no supone ningún riesgo para salud humana ni para el medio ambiente.

Según el “*Study on the selection of waste streams for end-of-waste criteria*” (Villanueva et al., 2010), se establecen tres categorías de residuos según su adaptabilidad a los criterios “*end-of-waste*”:

La categoría 1, incluye todos aquellos flujos de residuos que son fácilmente adaptables a dichos criterios para alcanzar la condición de fin de residuo, debido a que su composición es conocida; las posibilidades de suponer riesgos para la salud o el medio ambiente son prácticamente nulas; y tienen mercados definidos. Esta categoría se subdivide en otras dos:

- Por un lado están los residuos utilizados como materias primas o materiales secundarios en los procesos industriales, entre los que hay que destacar la chatarra de acero y hierro; la de aluminio y cobre; los plásticos; el papel; los textiles; el vidrio; la chatarra de zinc, de plomo y de latón; y otros metales.
- La segunda subcategoría estaría formada por todos aquellos residuos que se pueden emplear directamente en el medio ambiente: residuos de la construcción y demolición; cenizas y escorias; así como residuos biodegradables estabilizados para el reciclaje.

La segunda categoría está formada por aquellos flujos de residuos que podrían someterse a los criterios “*end-of-waste*”. Sin embargo, para estos residuos no está claro en todos los casos si su actual gestión en la UE tiene lugar a través del reciclaje; y si el reciclaje es una prioridad en comparación con otra valorización como la recuperación energética controlada, o su eliminación en vertedero o en instalaciones adecuadas. Para

⁸ La metodología que propone el IPTS no pretende ser aplicada estrictamente a todo tipo de residuos. Esto no será posible dadas las grandes diferencias existentes tanto en las propiedades como en las posibilidades de aplicación de los distintos tipos de residuos.

la categoría 2, se necesita información más detallada sobre estos residuos, así como de sus posibles puntos de venta antes de optar a la aplicación de los criterios “*end-of-waste*”. Entre estos residuos estarían los residuos sólidos de combustibles, los residuos de la madera, los residuos de aceites, los residuos de disolventes, y los neumáticos fuera de uso.

Finalmente, la categoría 3 estaría formada por todos aquellos flujos de residuos que no son susceptibles o apropiados para ser sometidos a los criterios “*end-of-waste*”. En esta categoría sólo se incluyen los metales preciosos.

Es importante señalar que esta metodología no trata cuestiones estratégicas de gestión de residuos para comparar y/o decantarse por alguna de las diversas opciones de tratamiento como el reciclaje, el uso o la eliminación de cualquier flujo de residuos. Su objetivo básico es simplemente desarrollar una serie de criterios para eliminar de la clasificación de residuos aquéllos que tras haber sido tratados, pueden considerarse como productos. Además, dichos criterios no excluyen a los materiales reciclados. Si un material no cumple los requisitos para dejar de ser un residuo, no implica que no pueda ser reciclado y necesite ser eliminado. Los residuos que no cumplan los requisitos para dejar de serlo, pueden reciclarse y/o reutilizarse bajo la condición de residuo. A su vez, dicha metodología se ha diseñado, y se debe utilizar, como guía necesaria para la definición de los criterios para alcanzar el fin de la condición de residuo, siendo su aplicación práctica totalmente flexible.

3.2.3.1. ¿En qué consisten los criterios que implican el fin de la condición de residuo, propuestos por la metodología del IPTS?

Como se ha comentado anteriormente y conforme a las condiciones de la Directiva Marco de Residuos, los criterios para alcanzar el fin de la condición de residuo, se pueden definir como “*todos los requisitos que deben cumplirse por un material derivado de un residuo, el cual debe asegurar que la calidad del material es tal, que su uso no resulta perjudicial para la salud humana o el medio ambiente*” (Delgado et al., 2009, pág. 18). Dada la diferente naturaleza de los residuos candidatos para dejar de serlo, y las consideraciones medioambientales asociadas a ellos, es obvio que los criterios del “*end-of-waste*” serán específicos para cada material en concreto, y serán definidos individualmente para las diferentes categorías de residuos, para sus potenciales materiales secundarios y para sus aplicaciones.

Por tanto, el objetivo principal de los criterios se centra en garantizar unos estándares de calidad del material candidato para dejar de ser un residuo (véase la figura 3.3). Sin embargo, definir sus características específicas, su composición y valores límite de contaminantes no es la única vía para lograr este objetivo, ya que hay una serie de posibles opciones para garantizar esta calidad. Por ejemplo, algunos criterios del fin de la condición de residuo, podrían ser más efectivos si son definidos a partir de la calidad del residuo inicial (como la separación en origen de materiales tales como los residuos de la construcción y demolición, el papel o el vidrio); en el proceso (por ejemplo, el control de la temperatura en el compost); o en el uso (como el etiquetado con las recomendaciones pertinentes para la aplicación de los nutrientes que contienen los residuos en la agricultura).

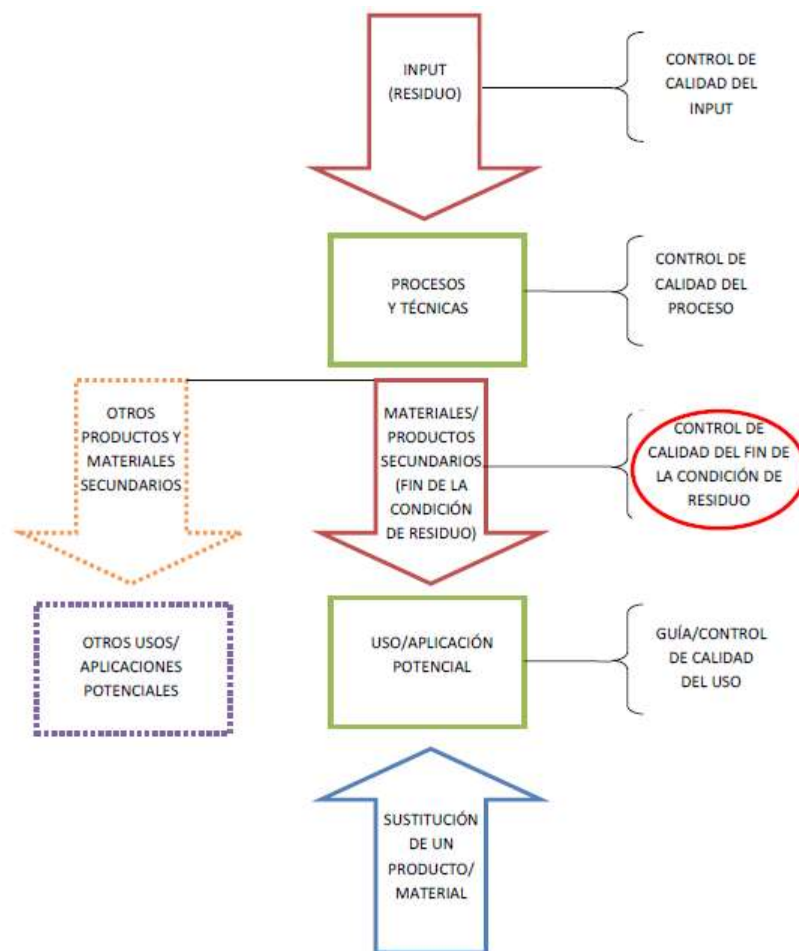


Figura 3.3. Cadena de recuperación y posibles puntos de intervención de los criterios del fin de la condición de residuo para los productos o materiales candidatos. Fuente: Delgado et al. (2009, pág. 19).

Tras aplicar esta metodología a ciertos tipos de residuos, se ha llegado a la conclusión de que para evitar riesgos para la salud y el medio ambiente, es necesario incluir al menos un estudio que recoja los siguientes aspectos:

- Materiales de entrada o inputs.
- Procesos y técnicas de tratamiento.
- Procedimientos de control de calidad.
- Calidad del producto.
- Posibles aplicaciones o usos.

Materiales de entrada o inputs.

De acuerdo con el documento “*End-of-Waste Criteria*”, dada la heterogeneidad de los desechos se prevé que los criterios para alcanzar el fin de la condición de residuo incluyan algunos requisitos o limitaciones en cuanto al origen del material. Éstos podrían elaborarse a partir de un listado que especifique los aspectos positivos y negativos de los residuos, o las características específicas de cada uno de ellos. Este control, se contempla como un paso fundamental para reducir los posibles riesgos de contaminación del residuo candidato para dejar de serlo. Mientras que dicho control puede ser ejercido a través de la imposición de valores límite para los posibles contaminantes en el material de salida u output (previamente procesado), se ha demostrado que rara vez es técnica y económicamente viable. Además, este control inevitablemente implicaría la exclusión de ciertos residuos en algunas operaciones de valorización para alcanzar el fin de la condición de residuo, aunque su recuperación y reutilización como desecho seguirían siendo otras opciones válidas.

Los aspectos basados en la viabilidad técnica y económica de la reutilización de los residuos son más una barrera para los residuos mezclados, que para los que están separados, pero en este último caso, el coste de la recogida selectiva puede convertirse en un problema, porque presenten un riesgo significativo para el medio ambiente durante la recolección, en el almacenamiento, en el transporte, durante la valorización o incluso en el uso. A modo de ejemplo, algunas superficies de asfalto contienen alquitrán como un aglutinante y el nivel de hidrocarburos aromáticos policíclicos presentes en este tipo de residuos son excluidos de cualquier operación de reciclaje. Los componentes de alquitrán pueden ser destruidos por un tratamiento térmico específico, pero ciertos estudios

revisados por el JRC, han demostrado que los residuos que contienen alquitrán no pueden dejar de ser residuos. En este caso, sólo los residuos de las carreteras, libres de residuos minerales y alquitrán, pueden ser susceptibles para dejar de ser desechos. Lo mismo ocurre con otros residuos procedentes de la construcción y de la demolición que contienen asbestos, PCB, etc.

En general, es necesario determinar las sustancias y los riesgos asociados a todo residuo que sea apto para aplicar los criterios “*end-of-waste*”, para establecer o no medidas específicas durante su recogida. En cada caso, para garantizar la calidad deseada del producto, se debe determinar si el peligro asociado a un residuo puede ser controlado adecuadamente durante el proceso de recogida, o si debe ser excluido. En estos casos, tanto los riesgos como el nivel de control deben ser descritos debidamente, ya que se consideran aspectos necesarios que deben formar parte los criterios para alcanzar el fin de la condición de residuo.

Los procesos y técnicas de tratamiento.

El segundo de los criterios del fin de la condición de residuo es el control sobre el proceso de valorización que se va a llevar a cabo, en el que se incluyen tanto los parámetros técnicos como las fases clave del proceso, para lograr que el residuo ya procesado se adecue a las normas requeridas para los productos. Cabe señalar aquí que cualquier tratamiento de residuos estará sometido bajo la normativa de residuos.

El proceso más básico de control es la clasificación de los residuos a través del control visual. Por su parte, se requiere un procesamiento más complejo y un mayor control de calidad cuando los residuos están mezclados, durante el proceso de estabilización química, en los procesamientos químicos o biológicos, en la reducción del tamaño de las partículas, en el análisis químico del producto, etc., para determinar si dicho output cumple con las exigencias de calidad, y poder garantizar si es apto para ser utilizado.

El tratamiento u operaciones de valorización de los residuos tendrán un efecto directo sobre el coste y la calidad del material producido. En los parámetros del proceso de control necesarios para garantizar un material de cierta calidad se deben incluir las fases esenciales del proceso, así como objetivos tanto químicos como físicos que se han de cumplir en dicho proceso (son ejemplos de parámetros a considerar la temperatura, el

tiempo de residencia⁹, el contenido de humedad, el pH, etc.), lo que elevará los costes. Asimismo, para cada fase del tratamiento del residuo, así como para todas las posibles variantes de tratamiento, los parámetros del proceso que se vayan a tener en cuenta han de ser estrictamente controlados para asegurar que el producto final cumpla con las normas pertinentes para que no suponga un riesgo ni para la salud humana y el medio ambiente. Estos parámetros, formarán parte de los criterios para alcanzar la condición de “*end-of-waste*”.

La calidad del producto.

Para que el material que ha sido procesado tenga cabida en el mercado, ha de cumplir ciertos estándares de calidad. En algunos casos, el producto obtenido deberá ser probado para demostrar el cumplimiento de las normas de calidad aplicables, siempre que los controles previos no hayan la hayan determinado previamente. Hay que tener en cuenta que el muestreo y el análisis puede ser costoso, especialmente si se repite con frecuencia.

En los países donde existen estándares de calidad de carácter nacional e internacional para los productos, como es el caso de la UE, quienes se encargan del procesamiento han desarrollado sistemas de producción y uso en base a esas normas. A pesar de reconocer los estándares de calidad para cada aplicación potencial del material, suelen existir una serie de requisitos específicos referentes a las características del material, a la cantidad de material disponible y a la consistencia en el tiempo.

Todas las normas establecidas para el producto deben ser identificadas y registradas. En cada caso, la base jurídica y geográfica han de señalar, por ejemplo, si existen normas internacionalmente acordadas, así como las especificaciones de uso común en el comercio o si hay acuerdos *ad hoc* entre los proveedores y usuarios. También debe tenerse en cuenta si las normas se aplican específicamente a los materiales obtenidos a partir de los residuos, o si se aplican a todos los productos de la competencia, independientemente de su condición de residuo o producto.

Tanto si existen estas normas nacionales o internacionales como si no, es necesario evaluar los riesgos ambientales asociados con el almacenamiento, transporte, procesamiento y uso de cada material en cuestión; y tener en cuenta cómo la legislación de residuos ofrece una protección contra los riesgos que puedan generar estas sustancias

⁹ Es el tiempo requerido para que un determinado material complete su ciclo de ingreso, permanencia y egreso en un medio permeable.

en comparación con la protección que ofrece la legislación de los productos. Todos estos parámetros son incorporados a los criterios para alcanzar el fin de la condición de residuo, para asegurar que los posibles riesgos son reducidos o eliminados.

Posibles aplicaciones o usos.

La consideración de los posibles usos del material obtenido se necesita para establecer un mercado o una demanda y los riesgos ambientales asociados con cada uso, por lo que es posible que los criterios para garantizar el fin de la condición de residuo no puedan regular o controlar cada una de dichas aplicaciones. Por ejemplo, si la chatarra sólo puede dejar de ser residuo al ser fundida en un horno, o si el abono de sólo puede dejar de ser residuo cuando se vierte sobre la tierra, entonces no es necesario aplicar la legislación de residuos. En estos casos se prevé, que el productor de cualquier material apto para usos específicos se vería obligado a etiquetar el material en términos del cumplimiento de los estándares para su uso, e incluso etiquetar el material si no es apto para otros fines.

En muchos casos, el uso de una sustancia u objeto es regulado bajo la misma legislación tanto si éstos son residuos como si no lo son. Cuando la sustancia u objeto vuelve al proceso productivo, como en el caso de la chatarra, los cascos de vidrio, o los residuos de papel, su procesamiento es regulado por legislación comunitaria de carácter ambiental, como es el caso de la Directiva 2008/1/CE, relativa a la prevención y al control integrados de la contaminación (Directiva IPPC). En los pocos casos en los que las sustancias u objetos se utilizan directamente en el medio ambiente, como el compost y los áridos (Villanueva et al., 2010), es probable que el uso sea regulado por la legislación específica para ciertos productos, y también por la legislación de residuos (si la sustancia u objeto continúa siendo residuo). Por ejemplo, el uso de compost en el suelo puede ser regulado por las normas generales relativas a los fertilizantes, y el uso de áridos por la legislación sobre productos de construcción. De acuerdo con las condiciones generales para el fin de la condición de residuo, la legislación específica de estos materiales (ya tratados y considerados como “*no residuos*”), tiene que proporcionar un nivel equivalente de protección para la salud humana y el medio ambiente, para que los criterios del fin de la condición de residuo sean aceptados.

Debido a que la sustancia u objeto debe cumplir con la legislación y las normas aplicables a los productos, los criterios del fin de la condición de residuo requieren que dichas sustancias lleven una etiqueta con:

- Los fines para los que su uso es apto.
- Posibles usos para los que no es apto.
- Su conformidad con los estándares aplicables a su uso en el mercado de destino.
- Su conformidad con todos los estándares sujetos al criterio del fin de la condición de residuo.

Por tanto, la aplicación de estos criterios será regulada por la legislación de residuos ya que, hasta que no se apliquen todos ellos, la sustancia u objeto es un residuo. Así, la vigilancia y el cumplimiento de los requisitos de etiquetado de una sustancia o un objeto que deja de ser residuo, siempre será posible en virtud de la legislación de residuos. Sólo cuando las sustancias u objetos dejan de ser residuos, la legislación sobre éstos deja de tener efecto, ya que el material se convierte en un producto y por lo tanto, queda sujeta a la legislación que se aplique a un producto normal en materia de salud y seguridad medioambiental.

Los procedimientos de control de calidad.

Siguiendo con el informe “*End-of-waste Criteria*”, en todos los casos se espera que todo el proceso de recogida y procesamiento de residuos esté sometido a procedimientos de reconocimiento de calidad para confirmar el cumplimiento de los criterios propuestos por dicho informe. Como el fin de la condición de residuo significa producir un material (que no es un residuo) a partir de un residuo, el fabricante tiene obligaciones correspondientes a su responsabilidad como productor, especialmente en relación con la certificación de la calidad de los materiales producidos y su adecuación al uso. Para lograr esto sería necesario poder certificar que cada fase de la producción se lleva a cabo de acuerdo con el proceso adecuado o bajo normas de calidad; y que cualquier toma de muestras y su análisis ha sido llevado a cabo bajo estándares reconocidos. La necesidad de verificación externa y de auditoría no es fácil de establecer, aunque en algunas grandes empresas se han establecido sistemas de control de calidad, y muchas otras están desarrollando programas de calidad garantizando una alta confianza en la calidad del producto. El elemento más importante es que hay un registro claro y verificable del cumplimiento de cada paso de la cadena de producción desde que el residuo entra al proceso productivo hasta que se obtiene un determinado producto tras su tratamiento.

Un sistema de control de la calidad no garantiza la calidad de un producto final, pero sí asegura la adecuación de los procesos aplicados en toda la cadena de producción. Por lo tanto, un sistema de control de la calidad puede asegurar el cumplimiento de cada una de estas condiciones, incluyendo los siguientes elementos:

- Un conjunto de procedimientos que abarcan todas las fases más importantes del proceso productivo.
- Un seguimiento de los procesos para asegurar que sean eficaces.
- Mantenimiento de registros adecuados.
- Comprobación de los defectos del output o del material obtenido, con las adecuadas medidas de corrección cuando sean necesarias.
- Revisión periódica de los procesos individuales y del sistema de calidad para garantizar su efectividad.
- Facilitar y promover una mejora continua.

Tener un plan de aseguramiento de la calidad examinada y validada por una entidad de certificación acreditada o un verificador externo se complementa con cualquier procedimiento de verificación interna y proporciona una mayor credibilidad al esquema elegido. La ISO 9000 es el estándar más ampliamente utilizado como base para los sistemas de gestión de calidad en general (Delgado et al., 2009).

3.2.3.2. Directrices para la evaluación de impacto.

Según “*End-of-Waste Criteria*”, una parte de la metodología general es evaluar los impactos potenciales en una serie de ámbitos, que incluye aspectos legales, económicos, de mercado, sociales, de salud y ambientales, para asegurar que los requisitos para alcanzar fin de la condición de residuo están plenamente garantizados. Para ello se comparan dos escenarios: uno en el que se aplican los criterios del fin de la condición de residuo; y otro en el que no se aplicaría esta condición y, que por tanto, el residuo permanecería como tal.

Impacto ambiental y de salud.

En la evaluación de impacto ambiental y de salud se han de asegurar tres aspectos fundamentales. El primero, confirmar que la interacción de los distintos criterios “*end-*

of-waste” excluyen la posibilidad de cualquier adversidad en la utilización del producto, o que incluso reduce estos impactos. En segundo lugar, hay que evaluar si los impactos en el medio ambiente y en la salud humana asociados a un determinado producto varían entre las distintas regiones de la UE. Y finalmente, evaluar los impactos indirectos ejercidos sobre el medio ambiente y la salud.

En principio, la evaluación del impacto ambiental y de la salud debería tener diferentes resultados para los escenarios considerados, independientemente de si los impactos son directos o indirectos. Esto implica que el alcance de la evaluación debe incluir todo el ciclo de vida del producto, desde su recuperación, transformación y utilización, así como el impacto causado por un mal uso o por un accidente.

En la práctica, el enfoque de la evaluación de impacto ambiental y salud consiste en calcular la diferencia entre el escenario en el que se han aplicado los criterios “*end-of-waste*”, y el escenario en el que no se han aplicado. El balance global del diferencial debe ser positivo, de lo contrario la propuesta de los criterios para alcanzar el fin de la condición de residuo tendría que ser revisada o rechazada.

Asimismo se le presta especial atención a la fase de recuperación, porque es a partir de ésta cuando se comienzan a aplicar los primeros controles para proteger la salud y el medio ambiente (legislación sobre residuos, procesamiento, almacenamiento, transporte y fin de la condición de residuo), y es aquí donde se atisban las primeras diferencias entre los dos escenarios.

En el caso de que el uso del material consista en introducirlo en el medio ambiente, y el material no sea considerado inerte (como ocurre por ejemplo con el compost); o este material sea considerado relativamente inerte (como los áridos utilizados en la construcción), la relación entre la concentración de contaminantes en el producto y la cantidad de producto usada, puede utilizarse como un indicador para evaluar las diferencias del impacto ambiental y de salud provocados por el uso del producto.

En el supuesto de que el material se use como input para los procesos industriales, es necesario evaluar si, y cómo, los niveles de emisiones de estos procesos y la composición del output o productos obtenidos, se ven afectados. En la práctica, se consideran los valores límite de concentración de contaminantes, en lugar de realizar mediciones. De hecho, según los criterios “*end-of-waste*”, ésta es la única solución práctica teniendo en cuenta que los valores límite de concentración de contaminantes difiere entre materiales y entre los Estados miembros de la UE.

Otro aspecto importante de la evaluación de impacto es comparar la manera en la que tanto la legislación de residuos así como otro tipo de legislación protege el medio ambiente o la salud humana de los riesgos asociados con el almacenamiento, transporte, procesamiento y uso del material en cuestión; y la manera en lo que lo haría la legislación en el caso de que el material deje de ser un residuo. También se aplicarán cambios en los controles aplicados (tales como inspección, registro, etc.) para garantizar los criterios “*end-of-waste*” cuando la salud humana o el medio ambiente se vean afectados por el almacenamiento, transporte, procesamiento y uso de una sustancia u objeto. Lo mismo ocurrirá cuando se produzca un mal uso o un accidente. La evaluación de cómo los cambios en los controles afectan a la protección de la salud y del medio ambiente será de carácter cualitativo, y debe basarse en la eficacia de los diferentes controles administrativos aplicables en ambos escenarios.

La evaluación del impacto ambiental y de la salud humana debería concluir con un juicio global acerca del impacto neto. Para que los criterios “*end-of-waste*” sean aceptables, el balance final ha de ser positivo (de no ser así la propuesta “*end-of-waste*” para ese tipo de residuo debería ser revisada o retirada). Para los riesgos e impactos parciales, se debe juzgar si son aceptables en comparación con los beneficios generales obtenidos a partir de la aplicación de los criterios “*end-of-waste*”, y si existen medidas adecuadas para abordarlos.

Impacto económico.

En esta sección de la evaluación de impacto se consideran los costes directos y los beneficios en los que incurren las diferentes etapas de la cadena de recuperación (recogida, transporte, almacenamiento, pre-tratamiento, tratamiento, marketing, uso, etc.). El resto de cuestiones económicas se analizan en el impacto de mercado.

Siguiendo con el informe “*end-of-waste*” al igual que en el caso anterior, se comparan los costes directos y los beneficios obtenidos tanto para un escenario en el que se aplican los criterios del fin de la condición de residuo, como en un escenario en el que los residuos no dejan de serlo.

Asimismo, en la evaluación del impacto económico se debe distinguir en qué parte de la cadena de recuperación y valorización de los residuos tienen lugar los diferentes costes y beneficios y quién los genera (qué tipos de empresas, entidades públicas u hogares). De esta manera se pueden identificar quiénes son los agentes potencialmente “*ganadores*” y quiénes los “*perdedores*” al introducir los criterios “*end-of-waste*”. A

su vez, los cambios en los costes y beneficios en la cadena de recuperación y valorización influirán en el precio del output o material obtenido de dichos procesos, algo que debe ser cuantificado en la medida de lo posible, y por ello la evaluación del impacto económico está vinculada con la evaluación del impacto en los mercados.

Finalmente, hay que dedicar especial atención al hecho de si las pequeñas y medianas empresas (PYME), se verán afectadas de manera desproporcionada por los costes (por ejemplo, los costes asociados a la complejidad administrativa), y si las diferencias entre costes y beneficios dependen de la localización (por ejemplo, debido a las diferencias en las condiciones administrativas, ambientales o territoriales).

Es cierto que el cumplimiento de las condiciones del fin de la condición de residuo tiene costes adicionales que afectarán al precio final del material obtenido a partir del residuo. Sin embargo, mediante el cumplimiento de los criterios propuestos, el material ya no es un residuo, sino que es un producto con un mayor valor de aceptación para el consumidor.

Impacto de mercado.

La evaluación del impacto en el mercado trata de analizar cómo variarían la oferta y la demanda como consecuencia de la aplicación de los criterios “*end-of-waste*” a los distintos residuos en el seno de la UE; cómo de eficiente sería el mercado; y qué precios se pagarían por el output obtenido a partir de un residuo. La evaluación del impacto del mercado también debe identificar los posibles “*ganadores*” y “*perdedores*” como resultado de la aplicación de los criterios “*end-of-waste*”, y cómo se comportarían los mercados de materiales alternativos (sustitutos potenciales).

Durante la evaluación, se deberían considerar otros aspectos como: los efectos de las fluctuaciones estacionales de la oferta y la demanda; el alcance del almacenamiento temporal del material en cuestión; y las futuras tendencias del mercado.

Dado que los criterios del “*end-of-waste*” han de aplicarse a un residuo para que deje serlo, también cabe la posibilidad de que las normas obligatorias de ámbito nacional o regional tengan que ser cumplidas en cada caso, algo que es estrictamente necesario a la hora de considerar un posible mercado para el material en cuestión.

Dado que el material en cuestión es producido a partir de los residuos, es importante evaluar si el mercado va a ser eficiente en el equilibrio entre la oferta y la demanda; y si va a conducir los precios a unos niveles apropiados. Hay que tener en cuenta que, en algunos casos, la cantidad de residuos generada puede ser un factor decisivo para la

cantidad de output obtenida tras el procesamiento de dichos residuos, y habría que considerar la sensibilidad de la producción, de la demanda y de los precios.

Si los criterios “*end-of-waste*”, suponen unos mayores estándares de calidad que los tradicionalmente aplicados al resto de productos no sujetos a dicha metodología, esto podría limitar la capacidad de la oferta ante un incremento de la demanda del material para el que se han aplicado los criterios “*end-of-waste*”. En cuanto a la demanda, los clientes son más propensos a aceptar y a pagar más por un producto garantizado con normas de calidad específicas.

Los nuevos estándares de calidad tendrían un impacto tanto en la cantidad de material que se ha de producir (oferta), así como en el potencial número de clientes dispuestos a utilizar ese producto (demanda).

Por tanto, la aplicación de los criterios “*end-of-waste*” implica que se produzca un aumento de la demanda y por consiguiente del uso de un *ex-residuo* en detrimento del uso de materias primas. Si estos otros materiales son subproductos o también son residuos, dicha sustitución podría potencialmente dar lugar a un aumento de la generación de residuos en otros lugares. Especial atención debe darse a los efectos del mercado si los criterios “*end-of-waste*” facilitan o dificultan las exportaciones e importaciones entre los Estados miembros de la UE, así como entre la UE y el Resto del Mundo (RM).

Finalmente, la evaluación del impacto de mercado debe cubrir tanto los materiales a los que se le aplican y cumplen los criterios propuestos, como a materiales del mismo tipo a los que no se le aplican.

Impacto legislativo.

Cuando a un determinado residuo se le han aplicado los criterios “*end-of-waste*”, y éstos son cumplidos, la legislación de residuos deja de aplicarse a esta sustancia u objeto. Por tanto, hay que preguntarse qué legislación se debe aplicar cuando el residuo deja de serlo.

En ciertos Estados miembros, y para ciertos residuos, existe una legislación específica que ha adaptado los criterios “*end-of-waste*”, por lo que la evaluación de impacto legislativo debería identificar estos casos. En otras ocasiones hay resoluciones oficiales o prácticas reguladas por las autoridades nacionales, que relacionan el cumplimiento de los criterios del fin de la condición de residuo con ciertos estándares o protocolos. En estos casos, se necesitaría una adaptación de los criterios “*end-of-waste*” (por ejemplo, relacionados con los valores límite de contaminantes o con la calidad del

material obtenido), aunque no sería necesario que esta adaptación tuviera carácter legislativo.

Finalmente, como medida complementaria a los criterios que garantizan el fin de la condición de residuo, debería adaptarse la legislación reguladora del uso de determinados materiales de los Estados miembros, para armonizar los estándares técnicos, la toma de muestras y los análisis. En general, la necesidad de medidas complementarias y de normalización de la normativa entre los Estados miembros, deben ser identificadas por la evaluación de impacto legislativo.

Otros impactos socioeconómicos.

Con la introducción del fin de la condición de residuo, se podrían esperar al menos dos impactos socio-económicos principales. Uno se refiere a la separación en origen y recogida selectiva de residuos que pueden requerir una participación adicional y la colaboración con los productores de residuos. El otro impacto, se refiere a la aceptación de los productos una vez que han sido tratados, relacionado con el hecho de que la percepción del consumidor puede cambiar. En efecto, la finalidad de los criterios “*end-of-waste*” es garantizar unos estándares mínimos de calidad a unos materiales que han sido obtenidos a partir de residuos, asegurando de esta manera que no existen riesgos para la salud humana o el medio ambiente, y evitando así el consumo de otros materiales. Sin embargo, este impacto social sólo se produce para aquellos materiales que entran en un mercado de consumo público, ya que en la mayoría de los casos, se convierten en materiales secundarios que vuelven a ser procesados en el sistema productivo, como los metales, los vidrios, los plásticos, los textiles y el papel (Villanueva et al., 2010).

No obstante, el mayor impacto social estaría vinculado con los cambios de comportamiento necesarios para poner en práctica por ejemplo, la recogida selectiva de residuos. A través de la aplicación de los procedimientos de control de calidad, los residuos recogidos serían procesados, y por ende, dejarían de ser residuos y tendrían un valor intrínseco, por lo que de esta manera cambiaría la aptitud social hacia la eliminación de los residuos.

Por tanto, en la evaluación del impacto socioeconómico se deben analizar las cuestiones sociales y económicas vinculadas con la información y el convencimiento de los productores de residuos del cumplimiento de una serie de criterios cruciales para la posterior aplicación del fin de la condición de residuo (como es la separación de residuos).

Asimismo, se debe analizar si existen otro tipo de impactos, de ser así, y si éstos son importantes, se deben incluir en dicha evaluación.

3.3. CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS.

3.3.1. Antecedentes.

Dada la diversidad de residuos, existen infinitas posibilidades de clasificarlos, atendiendo a su peligrosidad, a sus modos de gestión, a su origen, etc. En el seno de la UE se han venido realizando diferentes clasificaciones desde hace décadas, para homogeneizar la agrupación de residuos entre los países miembros.

La primera clasificación que se realizó en la UE se recogió en la *Decisión de la Comisión 94/3/CE*, por la que se establece una lista de residuos de conformidad con la letra a) del artículo 1 de la Directiva 75/442/CEE, relativa a los residuos. Dicha decisión era conocida como “*Catálogo Europeo de Residuos*” (CER), y hacía referencia a todos los residuos, independientemente de que se destinaran a operaciones de eliminación o de recuperación. El CER clasificaba los residuos en veinte categorías, como se muestra a continuación:

- 1) Residuos de la prospección, extracción, preparación y otros tratamientos de minerales y canteras.
- 2) Residuos de la producción primaria agrícola, horticultura, caza, pesca y acuicultura, de la preparación y elaboración de alimentos.
- 3) Residuos de la transformación de la madera y de la producción de papel, cartón, pasta de papel, tableros y muebles.
- 4) Residuos de la industria textil y de la piel.
- 5) Residuos del refinado de petróleo, purificación del gas natural y tratamiento pirolítico del carbón.
- 6) Residuos de procesos químicos inorgánicos.
- 7) Residuos de procesos químicos orgánicos.
- 8) Residuos de la formulación, fabricación, distribución y utilización (FFDU) de revestimientos (pinturas, barnices y esmaltes vítreos), sellantes y tintas de impresión.
- 9) Residuos de la industria fotográfica.
- 10) Residuos inorgánicos de procesos térmicos.

- 11) Residuos inorgánicos que contienen metales procedentes del tratamiento y revestimiento de metales; hidrometalurgia no férrea.
- 12) Residuos del moldeado y tratamiento de superficie de metales plásticos.
- 13) Aceites usados (excepto aceites comestibles y las categorías 05 y 12).
- 14) Residuos de sustancias orgánicas utilizadas como disolventes (excepto las categorías 07 y 08).
- 15) Embalaje, absorbentes, trapos de limpieza, materiales de filtración y ropas de protección (no especificados en otra categoría).
- 16) Residuos no especificados en otra categoría del catálogo.
- 17) Residuos de la construcción y demolición (incluyendo construcción de carreteras).
- 18) Residuos de servicios médicos o veterinarios y/o de investigación asociada.
- 19) Residuos de instalaciones para el tratamiento de residuos, plantas de tratamiento de aguas residuales e industria del agua.
- 20) Residuos municipales y residuos asimilables procedentes del comercio, industrias e instituciones, incluyendo fracciones recogidas selectivamente (Decisión 94/3/CE, de 20/12/1993).

Complementando a la CER, se elaboró la *Decisión 94/904/CE* del Consejo, de 22 de diciembre de 1994, por la que se establecía una lista de residuos peligrosos en virtud del artículo 1, apartado 4, de la Directiva 91/689/CEE, sobre residuos peligrosos. La Decisión 94/904/CE, siguiendo la codificación de la CER, incluía residuos peligrosos en las categorías expuestas anteriormente, a excepción de la 1 (residuos de la prospección, extracción, preparación y otros tratamientos de minerales y canteras) y la 15 (embalajes, absorbentes, trapos de limpieza, materiales de filtración y ropas de protección).

El 1 de enero de 2002, tanto la Decisión 94/3/CE como la 94/904/CE, en la que se establecían la CER y la lista de residuos peligrosos respectivamente, fueron derogadas por la *Decisión 2000/532/CE*, en la que se propone la “*Lista Europea de Residuos*” (LER) (Decisión 2000/532/CE, de 03/05/2000). Las Decisiones 94/3/CE y 94/904/CE fueron derogadas por varios motivos. Entre ellos cabe destacar que varios países habían notificado a la Comisión Europea la existencia de residuos que cumplían los requisitos para catalogarse como peligrosos, pero que sin embargo, no se incluían en el listado de este tipo de residuos. Además, los residuos peligrosos que se incluían en la Decisión 94/904/CE, no aparecían en la CER (Decisión 94/3/CE), lo que ponía de manifiesto una

clara inoperatividad al tener que manejar dos listados (véase Decisión 2000/532/CE, de 03/05/2000).

Ante esta situación, la Decisión 2000/532/CE, se estableció con la finalidad de elaborar una única lista, la LER, que integra y actualiza las clasificaciones anteriores.

3.3.2. Clasificación de los residuos en la actualidad.

A pesar de que se pueden hacer diferentes clasificaciones de residuos, en la UE sí existe una clasificación armonizada propuesta por la Decisión de la Comisión de 3 de mayo de 2000 (2000/532/CE) o LER. Esta lista se elaboró con la finalidad de integrar las clasificaciones de residuos vigentes hasta entonces, así como para realizar una clasificación que sirviera de referencia común para toda la UE, con el fin de mejorar la eficiencia de las actividades de gestión de residuos. Además, incluye una codificación común de las características de los residuos, lo que ha facilitado enormemente la clasificación de los desechos peligrosos. Dicha codificación tiene un impacto importante en el transporte de los residuos, en los permisos de instalación, en decisiones sobre la capacidad de reciclado del residuo, o como base para las estadísticas de residuos. La LER ha sido modificada por la Decisión de la Comisión 2001/118; la Decisión de la Comisión 2001/119; y por la Decisión del Consejo 573/2001, y una vez realizadas las modificaciones oportunas, los residuos son clasificados en veinte grupos principales:

- 1) Residuos de la prospección, extracción de minas y canteras y tratamientos físicos y químicos de minerales.
- 2) Residuos de la agricultura, horticultura, acuicultura, silvicultura, caza y pesca; residuos de la preparación y elaboración de alimentos.
- 3) Residuos de la transformación de la madera y de la producción de tableros y muebles, pasta de papel, papel y cartón.
- 4) Residuos de las industrias del cuero, de la piel y textil.
- 5) Residuos del refinado del petróleo, de la purificación del gas natural y del tratamiento pirolítico del carbón.
- 6) Residuos de procesos químicos inorgánicos.
- 7) Residuos de procesos químicos orgánicos.
- 8) Residuos de la fabricación, formulación, distribución y utilización (FFDU) de revestimientos (pinturas, barnices y esmaltes vítreos), adhesivos, sellantes y tintas de impresión.

- 9) Residuos de la industria fotográfica.
- 10) Residuos de procesos térmicos.
- 11) Residuos del tratamiento químico de superficie y del recubrimiento de metales y otros materiales; residuos de la hidrometalurgia no férrea.
- 12) Residuos del moldeado y del tratamiento físico y mecánico de superficie de metales y plásticos.
- 13) Residuos de aceites y de combustibles líquidos (excepto los aceites comestibles y los de los capítulos 05, 12 y 19).
- 14) Residuos de disolventes, refrigerantes y propelentes orgánicos (excepto los de los capítulos 07 y 08).
- 15) Residuos de envases; absorbentes, trapos de limpieza, materiales de filtración y ropas de protección no especificados en otra categoría.
- 16) Residuos no especificados en otro capítulo de la lista.
- 17) Residuos de la construcción y demolición (incluida la tierra excavada de zonas contaminadas).
- 18) Residuos de servicios médicos o veterinarios o de investigación asociada (salvo los residuos de cocina y de restaurante no procedentes directamente de la prestación de cuidados sanitarios).
- 19) Residuos de las instalaciones para el tratamiento de residuos, de las plantas externas de tratamiento de aguas residuales y de la preparación de agua para consumo humano y de agua para uso industrial.
- 20) Residuos municipales (residuos domésticos y residuos asimilables procedentes de los comercios, industrias e instituciones), incluidas las fracciones recogidas selectivamente.

Como se habrá podido observar, estos grupos no difieren en estructura de los grupos que proponía la CER comentada anteriormente. Lo que sí varía es el contenido de dichas categorías, en las cuales se incluyen los residuos peligrosos, así como los residuos que se vayan descubriendo, ya que la Decisión 2000/532/CE y sus modificaciones, indican que este listado queda abierto a futuras modificaciones, por lo que será revisado periódicamente dependiendo de los nuevos conocimientos acerca de los residuos (Decisión 2000/532/CE, de 03/05/2000).

En este sentido, la Estrategia Temática sobre Prevención y Reciclado (COM (2005) 666, de 21/12/2005), pidió una revisión del sistema de nomenclatura de los residuos con

el fin de simplificar y modernizar la legislación sobre residuos. Para ello, la Comisión llevó a cabo un estudio sobre la revisión de la LER, realizado por Ökopol y ARGUS. El estudio ha proporcionado información sobre la aplicación de la LER, se proponen enmiendas y la evaluación del impacto de esas modificaciones. Basándose en estos resultados, un grupo de trabajo compuesto por representantes de los Estados miembros y de la Comisión discutió las cuestiones técnicas para preparar una decisión sobre las modificaciones necesarias a la lista de residuos y las propiedades peligrosas de algunos de ellos. Basándose en las discusiones del grupo se ha desarrollado una propuesta técnica que será la base para elaborar una normativa (CE, 2014b).

Las encuestas realizadas en este estudio a veinte Estados miembros, mostraron que la mayoría de éstos han transpuesto la LER en su legislación nacional, sin cambios. Tan sólo cinco de los veinte países encuestados han realizado modificaciones en la LER. Estas modificaciones incluyen la introducción de códigos de residuos adicionales y la modificación de los ya existentes, así como la adaptación de los valores límite en los criterios de riesgo. Tan sólo en un caso se ha procedido a la modificación del procedimiento de clasificación.

Sin embargo, es importante tener en cuenta que la transposición literal de la Decisión 2000/532/CE, no es suficiente para garantizar una aplicación armonizada de la lista. Ello depende de varios factores tales como la supervisión o la orientación en la aplicación de la LER en los Estados miembros. De hecho, la mayoría de los países encuestados pusieron de manifiesto la necesidad y la importancia de la orientación para una aplicación correcta y armonizada. Varios países indicaron que la publicación a nivel europeo de un documento de orientación, sería bien recibido por todos los países. Al conocer esta petición, se publicaron documentos de orientación y herramientas para facilitar la aplicación de la LER en diez de los países que fueron encuestados, donde los grupos destinatarios fueron las autoridades competentes en materia de medio ambiente, las empresas generadoras y aquéllas que son gestoras de residuos (CE, 2014b).

Las respuestas a los cuestionarios que se realizaron en este estudio, indican que hay un conflicto de intereses entre los Estados miembros que prefieren tener una lista de residuos menos extensa, y aquellos Estados miembros que desearían tener entradas específicas para cada tipo de residuo. La situación se puede caracterizar de la siguiente manera (CE, 2014b):

- La LER con sus 839 códigos de residuos resulta bastante extensa, la falta de entradas específicas es considerada como uno de los principales problemas de clasificación identificados por varios Estados miembros. El uso frecuente de 99 códigos en algunos países podría ser visto como resultado de la falta de entradas específicas. Sin embargo, también podría interpretarse como una aplicación inadecuada del procedimiento de clasificación de la LER.
- Por otro lado, la evaluación estadística realizada por Ökopol y ARGUS, ha demostrado que un número significativo de códigos de residuos de la LER representan sólo una parte muy pequeña de la desechos generados y/o solamente se utilizan en unos pocos Estados miembros. Esto indica que algunos códigos de residuos son demasiado específicos y probablemente se puede prescindir de ellos. Según el estudio realizado por Ökopol y ARGUS, los principales problemas de clasificación mencionados por los Estados miembros pueden resumirse como sigue (CE, 2014b):
 - Los problemas derivados de la estructura de la LER y el procedimiento de clasificación.
 - Los problemas relativos a la clasificación de residuos peligrosos y la aplicación de las entradas.
 - Los problemas derivados de la falta de códigos de residuos adecuados.
 - Clasificación ambigua por la existencia de dos o más códigos posibles para un mismo residuo.
 - Los problemas derivados de las definiciones, que en ocasiones resultan poco claras o imprecisas.

Este estudio ha puesto de manifiesto que la LER necesita una nueva revisión, por lo que es posible que se modifique próximamente.

A partir de la clasificación de la LER y desde un punto de vista estadístico, se realiza una agrupación diferente para facilitar el manejo de la información. En este sentido, la oficina de estadística de la Unión Europea (Eurostat) hace una distinción de 44 categorías de residuos, que se agrupan en: residuos de compuestos químicos; residuos de preparados químicos; otros residuos químicos; residuos sanitarios y biológicos; residuos metálicos; residuos no metálicos; equipos desechados; residuos animales y vegetales; residuos mezclados; lodos comunes; residuos minerales; y residuos solidificados, estabilizados y vitrificados (véase tabla 3.1); en función del *Reglamento (CE) n° 2150/2002* del

Parlamento Europeo y del Consejo relativo a las estadísticas sobre residuos. Este Reglamento ha sido modificado por¹⁰:

- Reglamento (CE) nº 574/2004 de la Comisión de 23 de febrero de 2004 por el que se modifican los anexos I y III del Reglamento (CE) nº 2150/2002 del Parlamento Europeo y del Consejo, relativo a las estadísticas sobre residuos.
- Reglamento (CE) 783/2005 de la Comisión de 24 de mayo de 2005 por el que se modifica el anexo II del Reglamento (CE) nº 2150/2002 del Parlamento Europeo y del Consejo, relativo a las estadísticas sobre residuos.
- Reglamento (CE) nº 1893/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo de 20 de diciembre de 2006 por el que se establece la nomenclatura estadística de actividades económicas NACE Revisión 2 y por el que se modifica el Reglamento (CEE) nº 3037/90 del Consejo y determinados Reglamentos de la CE sobre aspectos estadísticos específicos.
- Reglamento (CE) nº 221/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo de 11 de marzo de 2009 por el que se modifica el Reglamento (CE) nº 2150/2002 del Parlamento Europeo y del Consejo, relativo a las estadísticas sobre residuos, en lo que se refiere a las competencias de ejecución atribuidas a la Comisión.
- Reglamento (UE) nº 849/2010 de la Comisión de 27 de septiembre de 2010 por el que se modifica el Reglamento (CE) nº 2150/2002 del Parlamento Europeo y del Consejo, relativo a las estadísticas sobre residuos.

La tabla 3.1, muestra la equivalencia entre la clasificación propuesta por el Reglamento (CE) nº 2150/2002 en su versión más actualizada (CER-Stat rev.4) y la LER establecida por la Decisión 2000/532/CE tras sus modificaciones. Esta equivalencia es la que presentan tanto el Eurostat como el INE al público, por lo que va a ser esta clasificación la que se empleará en posteriores capítulos.

¹⁰ Véanse las equivalencias entre la LER y el Reglamento (CE) Nº 2150/2002 actualizado con las modificaciones pertinentes en INE, 2010a.

Tabla 3.1. Categorías de residuos para la elaboración de estadísticas.

Clasificación estadística	Descripción	Tipo de peligrosidad
01 Residuos de compuestos químicos	01.1 Disolventes usados	Peligrosos
	01.2 Residuos ácidos, alcalinos o salinos	Peligrosos y no peligrosos
	01.3 Aceites usados	Peligrosos
	01.4 Catalizadores químicos usados	Peligrosos y no peligrosos
02 Residuos de preparados químicos	02.1 Residuos químicos fuera de clasificación	Peligrosos y no peligrosos
	02.2 Explosivos no utilizados	Peligrosos
	02.3 Residuos químicos mezclados	Peligrosos y no peligrosos
03 Otros residuos químicos	03.1 Depósitos y residuos químicos	Peligrosos y no peligrosos
	03.2 Lodos de efluentes industriales	Peligrosos y no peligrosos
	03.3 Lodos y residuos líquidos procedentes del tratamiento de residuos	Peligrosos y no peligrosos
05 Residuos sanitarios y biológicos	05.1 Residuos sanitarios infecciosos	Peligrosos
	05.2 Residuos sanitarios humanos no infecciosos	No peligrosos
06 Residuos metálicos	06.1 Desperdicios y residuos de metales férreos	No peligrosos
	06.2 Desperdicios y residuos de metales no férreos	No peligrosos
	06.3 Residuos metálicos, férreos y no férreos mezclados	No peligrosos
07 Residuos no metálicos	07.1 Residuos de vidrio	Peligrosos y no peligrosos
	07.2 Residuos de papel y cartón	No peligrosos
	07.3 Residuos de caucho	No peligrosos
	07.4 Residuos plásticos	No peligrosos
	07.5 Residuos de madera	Peligrosos y no peligrosos
	07.6 Residuos textiles	No peligrosos
	07.7 Residuos que contienen PCB	Peligrosos

Continúa

Clasificación estadística	Descripción	Tipo de peligrosidad
08 Equipos desechados	08.1 Vehículos desechados	Peligrosos y no peligrosos
	08.2 Equipos eléctricos y electrónicos desechados	Peligrosos y no peligrosos
	08.4 Máquinas y componentes de equipos desechados	Peligrosos y no peligrosos
09 Residuos animales y vegetales	09.1 Residuos animales y de productos alimenticios mezclados	No peligrosos
	09.2 Residuos vegetales	No peligrosos
	09.3 Purín y estiércol	No peligrosos
10 Residuos mezclados	10.1 Residuos domésticos y similares	No peligrosos
	10.2 Materiales mezclados e indiferenciados	Peligrosos y no peligrosos
	10.3 Residuos de separación	Peligrosos y no peligrosos
11 Lodos comunes	11.1 Lodos del tratamiento de aguas residuales	No peligrosos
	11.2 Lodos de la purificación de agua potable y de transformación	No peligrosos
	11.4 Contenido de fosas sépticas	No peligrosos
12 Residuos minerales	12.1 Residuos de construcción y demolición	Peligrosos y no peligrosos
	12.2 Residuos de amianto	Peligrosos
	12.3 Residuos de minerales naturales	Peligrosos y no peligrosos
	12.4 Residuos de la combustión	Peligrosos y no peligrosos
	12.5 Residuos minerales diversos	Peligrosos y no peligrosos
	12.6 Suelos	Peligrosos y no peligrosos
	12.7 Lodos de drenaje	Peligrosos y no peligrosos
	12.8 Residuos de tratamiento de residuos	Peligrosos y no peligrosos
13 Residuos solidificados, estabilizados o vitrificados	13.1 Residuos solidificados, estabilizados o vitrificados	Peligrosos y no peligrosos
	13.2 Residuos vitrificados	No peligrosos

Fuente: INE (2010a), Reglamento (CE) N° 2150/2002 y Reglamento (UE) n° 849/2010.

Siguiendo a Camacho et al. (2012), resulta necesario indicar que la regulación sobre las estadísticas de residuos establece una clara distinción entre generación y tratamiento de residuos. En este sentido, la *generación de residuos* comprende todos los residuos que han sido producidos por los hogares y por las distintas actividades económicas. De esta manera también se incluyen los residuos secundarios generados por los servicios dedicados a la gestión y tratamiento de residuos.

Por su parte, el *tratamiento de los residuos*, engloba todo residuo considerado como input en los servicios de tratamiento, bien sean servicios independientes o empresas que tienen sus propios sistemas de eliminación o valorización en los lugares de producción. Por tanto, cuando se hace referencia al tratamiento de residuos como tal, se está aludiendo al conjunto de operaciones de valorización y eliminación (Camacho et al., 2012).

Según el “*Manual on waste statistics: A handbook for data collection on waste generation and treatment*” (Eurostat, 2010), por el que se implementa el Reglamento (CE) nº 2150/2002, la *valorización* comprende cualquier operación cuyo resultado principal son residuos que tienen un fin útil al reemplazar otros materiales que de otra forma hubieran sido utilizados para cumplir una determinada función, o residuos que son preparados para cumplir dicha función, en una planta en concreto o en la economía en general. Las once operaciones de valorización se recogen en la tabla 3.2.

Tabla 3.2. Tipos de operaciones de valorización.

Código	Tipo de operaciones de valorización
R1	Utilización principal como combustible o como otro medio de generar energía
R2	Valorización/regeneración de disolventes
R3	Reciclado/valorización de sustancias orgánicas que no se utilizan como disolventes (incluidas las operaciones de formación de abono y otras transformaciones biológicas)
R4	Reciclado/valorización de metales y compuestos metálicos
R5	Reciclado/valorización de otras materias inorgánicas
R6	Regeneración de ácidos o bases
R7	Valorización de productos utilizados para reducir la contaminación
R8	Valorización de componentes procedentes de catalizadores
R9	Regeneración u otro nuevo empleo de aceites
R10	Tratamiento de suelos, produciendo un beneficio a la agricultura o una mejora ecológica de los mismos
R11	Utilización de residuos obtenidos a partir de cualquiera de las operaciones enumeradas entre R1 y R10

Fuente: Eurostat (2010, pág. 32).

Según Camacho et al. (2012), el código *RI* hace referencia a la incineración como una alternativa para la generación de energía, mientras que el resto de operaciones describen procesos que pueden dar lugar al reciclado, con la excepción de la valorización de energía.

El *reciclado* se define como un tipo de valorización mediante el que los residuos se reprocessan para convertirse en productos, materiales o sustancias para su fin inicial o para

otros fines. Incluye el reprocesado de materiales orgánicos (compostaje, digestión anaeróbica, etc.) pero excluye el uso como combustible y el uso para operaciones de relleno (Eurostat, 2010, pág. 30).

La *eliminación* integra todas las operaciones que no son de recuperación, incluso cuando la operación tiene como resultado secundario la recuperación de sustancias o energías (Eurostat, 2010, pág. 30). Se establecen nueve tipos de operaciones de eliminación (tabla 3.3).

Tabla 3.3. Tipos de operaciones de eliminación.

Código	Tipo de operaciones de eliminación
D1	Depósito en el suelo o en su interior (por ejemplo, descarga, etc.)
D2	Tratamiento en medio terrestre (por ejemplo, biodegradación de residuos líquidos o lodos en el suelo, etc.)
D3	Inyección en profundidad (por ejemplo, inyección de residuos bombeables en pozos, minas de sal, fallas geológicas naturales, etc.)
D4	Lagunaje (por ejemplo, vertido de residuos líquidos o lodos en pozos, estanques o lagunas, etc.)
D5	Descarga en lugares de vertido especialmente preparados (por ejemplo, envasado en alveolos estancos separados, recubiertos y aislados entre sí y del medio ambiente)
D6	Vertido en el medio acuático, salvo en los mares/océanos
D7	Vertido en los mares/océanos, incluida la inserción en el lecho marino
D10	Incineración en tierra
D12	Almacenamiento permanente (por ejemplo, colocación de contenedores en una mina, etc.)

Fuente: Eurostat (2010, pág. 32).

Como se observa en la tabla 3.4, las operaciones de valorización se desglosan en dos categorías: *R1* es la valorización que implica la utilización como combustible u otro medio de generar energía; y el resto de operaciones de reciclado. Por su parte, las operaciones de eliminación pueden ser depósito en el suelo o en su interior (*D1, D3, D4, D5, D12*); incineración (*D10*); y tratamiento en el medio terrestre o vertido en el medio acuático (*D2, D6, D7*).

Tabla 3.4. Categorías de operaciones de eliminación y valorización para la elaboración de estadísticas.

	Depósito en el suelo o en su interior	D1, D3, D4, D5, D12
Eliminación	Tratamiento en el medio terrestre/Vertido en el medio acuático	D2, D6, D7
	Incineración	D10
Valorización	Reciclado	R2 a R11
	Utilización como combustible u otro medio de generar energía	R1

Fuente: Camacho et al. (2012, pág. 14).

3.4. LOS RESIDUOS EN EUROPA Y EN ESPAÑA.

Como se ha comentado anteriormente, las cuestiones medioambientales y por consiguiente, las vinculadas a la gestión de residuos, han sido reflejadas en las políticas ambientales llevadas a cabo en Europa desde los años setenta. El objetivo de estas políticas ha sido reducir la cantidad de residuos generados, reutilizarlos y reciclarlos, alargando así el ciclo de vida de los productos y reinsertándolos, en la medida de lo posible, a través de su uso final o como inputs en los procesos productivos. Además de alargar el ciclo de vida del producto, la UE se ha marcado como objetivo de carácter estratégico: dar un paso más en el desacoplamiento entre el uso de recursos y la generación de los residuos.

Hay que indicar que el concepto de ciclo de vida del producto, es relativamente novedoso en las políticas europeas tanto ambientales como sectoriales (véase figura 3.4). Su inclusión en las primeras se justifica porque los impactos ambientales se han de tener en cuenta durante toda la vida del producto (y del servicio) para reducir el desplazamiento de las cargas ambientales tanto en las distintas fases del ciclo de vida del producto, como entre países. También se tienen en cuenta en las políticas sectoriales, porque permiten mejorar la eficiencia en la utilización de recursos y en la gestión de residuos (AEMA, 2010).

La AEMA realiza dos clasificaciones de los residuos. Por una parte, identifica cuatro grandes grupos de residuos en función de los sectores generadores de los mismos: residuos urbanos; residuos industriales y comerciales; residuos procedentes de la construcción y la demolición; y residuos de extracción. Por otra parte, la AEMA identifica

seis categorías o tipos de residuos según las características propias de éstos: pilas y acumuladores; bio-residuos; vehículos al final de su vida útil; residuos peligrosos; residuos de envases y embalajes; y residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (Camacho et al., 2012).

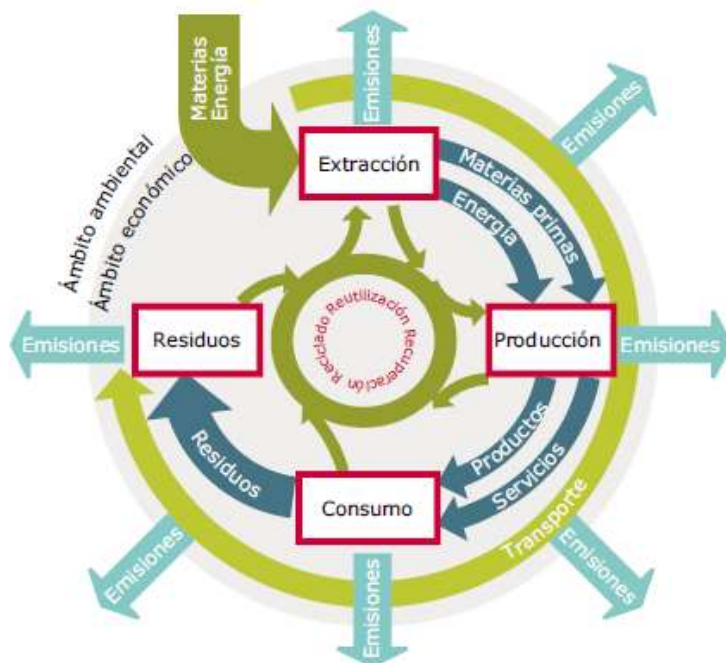


Figura 3.4. Cadena del ciclo de vida: extracción-producción-consumo-residuos. Fuente: AEMA (2010, pág. 70).

3.4.1. Según sectores generadores.

3.4.1.1. Residuos urbanos.

Dentro de esta categoría, se encuentran todos aquellos residuos “generados en los domicilios particulares, comercios, oficinas y servicios, así como todos aquéllos que no tengan la calificación de peligrosos y que por su naturaleza o composición puedan asimilarse a los producidos en los anteriores lugares o actividades. Tendrán también la consideración de residuos urbanos los siguientes: residuos procedentes de la limpieza de las vías públicas, zonas verdes, áreas recreativas y playas; animales domésticos muertos, así como muebles, enseres y vehículos abandonados; residuos y escombros procedentes de obras menores de construcción y reparación domiciliaria” (Castañón, 2010, pág. 12).

Según el informe “Perfil ambiental de España 2012” (MAGRAMA, 2013c), los residuos urbanos, constituyen una pequeña parte de la generación total de residuos, pero dada su complejidad en cuanto a su composición, origen, recogida y transporte, son un

buen indicador de la evolución de la generación de residuos. También son un buen indicador de la eficacia de las políticas de residuos, ya que permiten identificar el desacoplamiento entre crecimiento económico y la generación de desechos. A su vez, su valorización, constituye un indicador de cumplimiento del principio de jerarquía en la gestión de los residuos.

Desde el año 2000, la cantidad de residuos urbanos per cápita generados por la UE-27 ha caído, pasando de 523 toneladas por persona a 492 en el año 2012, lo que supone una tasa de variación del -5,9%. Sin embargo, la generación de residuos urbanos sigue siendo superior a los niveles de los años noventa, debido principalmente a dos causas. Por una parte, ha crecido el consumo de los hogares (especialmente equipos informáticos, eléctricos, otros aparatos electrónicos, etc.) y además se ha acortado el ciclo de vida de los bienes de alta tecnología, es decir, se prefiere la sustitución del producto en cuestión, antes que la reparación o la reutilización. Por otra parte, este incremento del consumo puede deberse a la mejora en el registro y sistematización de la información de residuos que ha tenido lugar en los últimos años (Camacho et al., 2012).

En cuanto a la generación de residuos, hay que destacar las importantes diferencias existentes entre los países. Si para el año 2012, el promedio de la UE-27 se situaba en 492 kilogramos por persona, países como Dinamarca, Chipre, Luxemburgo, Alemania, Malta, Irlanda, Austria, Holanda, Francia, Italia, Finlandia y Grecia, se encontraban por encima de la media europea. Por su parte, entre los países que menos residuos generaron se sitúan en este orden Estonia, Letonia, República Checa, Polonia, Eslovaquia, Eslovenia, Rumanía, Hungría, Portugal, Bélgica, Bulgaria, Suecia, España, Lituania y Reino Unido, que se encuentran por debajo del promedio europeo.

En 2012 España se encontraba en una posición intermedia, con 464 kilogramos por persona. Hay que destacar la importante caída en la generación de este tipo de residuos. Si en el año 2000 en España se generaron 658 kilogramos por persona al año, en 2012 se redujo a 464 kilogramos per cápita, lo que supone una tasa de variación del -29,5%.

Tabla 3.5. Evolución de la generación de residuos urbanos en Europa. 2000-2012.
Kilogramos per cápita.

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Alemania	642	632	640	601	587	565	564	582	589	592	602	614	611
Austria	580	576	608	607	618	616	640	596	599	588	560	553	552
Bélgica	476	472	488	468	488	483	485	494	479	467	455	456	456
Bulgaria	612	595	599	599	594	582	570	553	599	598	554	508	460
Chipre	628	650	655	670	684	688	694	704	728	729	696	681	663
Dinamarca	610	606	616	598	620	662	666	707	741	693	673	718	668
Eslovaquia	254	239	284	298	275	290	302	310	329	324	335	327	324
Eslovenia	513	478	407	418	485	494	516	525	542	524	490	415	362
España	658	653	637	646	600	588	590	578	551	542	510	485	464
Estonia	459	370	405	416	447	435	398	448	391	338	304	299	279
Finlandia	502	465	458	466	469	478	494	506	521	480	470	505	506
Francia	514	526	530	506	519	530	536	543	541	535	533	537	534
Grecia	407	416	422	427	432	437	443	448	454	461	528	502	503
Holanda	598	595	600	586	599	599	597	606	600	589	571	568	551
Hungría	446	452	457	464	454	461	468	457	454	430	403	382	402
Irlanda	599	699	692	730	737	731	792	772	724	656	624	623	570
Italia	509	516	522	521	535	540	552	548	543	533	537	517	529
Letonia	271	305	343	304	318	320	425	391	345	352	324	350	301
Lituania	365	378	405	389	373	387	405	419	428	381	404	442	469
Luxemburgo	654	646	653	678	679	672	683	695	697	679	679	666	662
Malta	546	540	541	580	622	623	624	654	674	649	600	590	589
Polonia	320	290	275	260	256	319	321	322	320	316	315	315	314
Portugal	457	454	440	449	445	452	465	471	518	520	516	490	453
Reino Unido	577	591	598	591	602	581	583	567	541	522	509	491	472
Rep. Checa	335	274	279	280	279	289	297	294	306	317	318	320	308
Rumanía	355	341	385	353	349	383	396	391	411	381	387	387	389
Suecia	428	442	467	470	464	481	496	516	513	482	465	461	462
UE	523	521	527	514	514	516	522	523	520	511	506	500	492

Fuente: Eurostat (2014a).

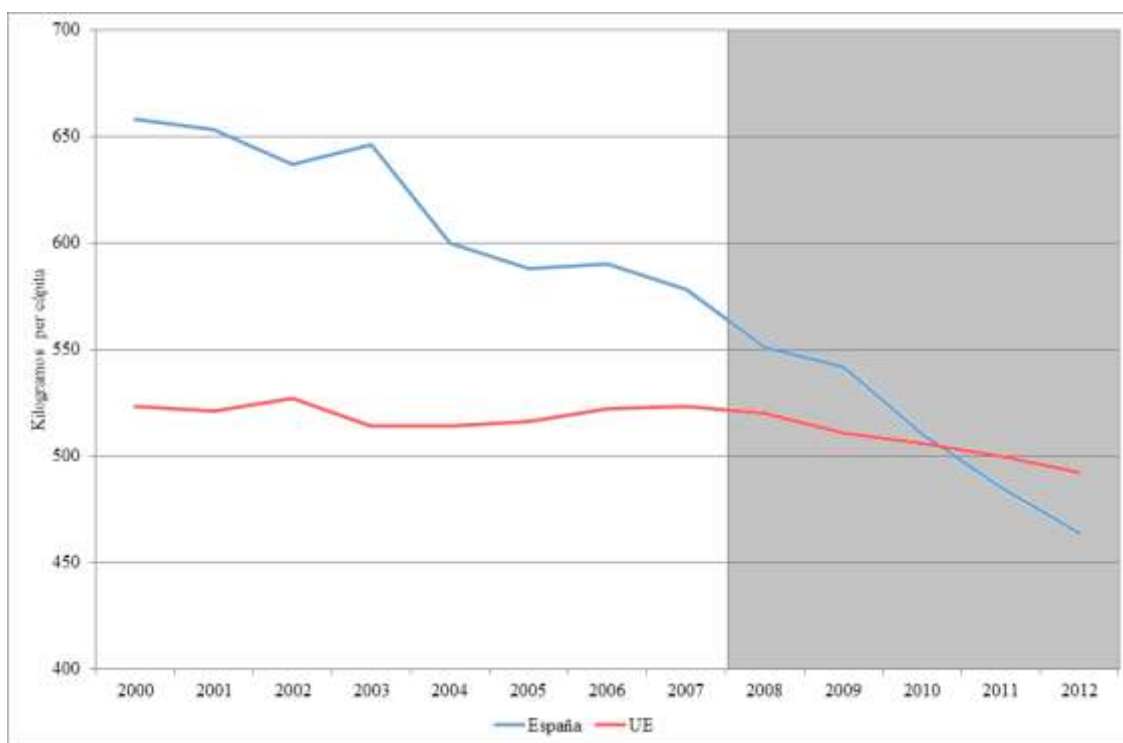


Figura 3.5. Evolución de la generación de residuos en la UE-27 y en España 2000-2012. Fuente: Elaboración propia a partir de Eurostat (2014a).

Eurostat ofrece información acerca del tratamiento que reciben los residuos municipales, distinguiendo entre la eliminación a través de almacenamiento en vertederos o mediante procesos de incineración; y la valorización, bien a través del reciclado o mediante otras formas de reciclado como el compostaje.

Los últimos datos disponibles corresponden al año 2012, reflejando que para el conjunto de la UE-27, los residuos urbanos eliminados supusieron un 57,8%. De ellos, fueron a vertederos el 33,7% e incinerados el 24,1%. Por su parte, los residuos que fueron valorizados supusieron un 42,2%, de los que el 27,3% fueron reciclados, y el 14,8% se destinaron a compostaje. No obstante hay que destacar que existe gran heterogeneidad entre los distintos países.

En general, el tratamiento de eliminación de residuos urbanos más generalizado es el almacenamiento en vertederos, aunque con grandes diferencias regionales. Así pues en 2012, en 14 países de la UE-27 más del 50,0% de los residuos urbanos acabaron en vertederos, destacando en porcentaje Rumanía, Malta, Letonia y Grecia, que superaron el 80,0%; Lituania, Chipre, Eslovaquia, Polonia y Bulgaria, con más de un 70,0%; Hungría y España, superaron el 60,0%; y finalmente, entre un 50,0% y un 56,0%, se encontraban República Checa, Portugal y Eslovenia. Esta situación es totalmente opuesta en países

como Alemania, Suecia, Bélgica, Holanda, Dinamarca o Austria, donde menos del 4,0% de los residuos se eliminaron en vertederos. En efecto, es en estos últimos países donde tienen más éxito las operaciones de incineración.

En cuanto a las operaciones de eliminación, en España destaca el predominio del almacenamiento en vertederos frente a la incineración de residuos urbanos, con un 63,3% y un 9,6% respectivamente. Por tanto, España se encuentra por encima de la media europea en cuanto a eliminación de residuos urbanos a través del depósito en vertederos.

Respecto a la valorización de este tipo de residuos, también existe gran disparidad entre los países miembros.

Para el año 2012, en cuanto a las operaciones de reciclaje se refiere, destacan Alemania, Eslovenia, Irlanda, Bélgica, Estonia, Suecia, Dinamarca, Reino Unido, Luxemburgo y Austria, donde más del 28,0% de los residuos son reciclados, superando el promedio de la UE-27 situado en un 27,3%. En el lado opuesto, se encuentran Rumanía, Eslovaquia y Malta, donde menos del 9,0% de los residuos urbanos generados se reciclan; así como Portugal, Chipre, Polonia, Letonia, Grecia, España y Lituania, que reciclan menos del 20,0% de sus residuos urbanos.

En cuanto al compostaje, hay que indicar que solamente Austria, Holanda, Bélgica, Luxemburgo, Alemania, Reino Unido, Francia y Suecia superaron la media europea situada en un 14,8%.

En este sentido, el informe sobre la trasposición de la Directiva 1999/31/CE relativa al vertido de residuos¹¹ (AEMA, 2009), ha estimado oportuno agrupar los distintos países europeos en tres categorías dependiendo de las estrategias empleadas para reducir el volumen de residuos: almacenamiento en vertederos, incineración o recuperación (principalmente reciclaje y compostaje).

El primer grupo comprende a todos aquellos países que mantienen altas tasas tanto en la valorización como en la incineración de residuos, y que a la vez tienen bajos niveles de almacenamiento de residuos en vertederos. Estos países generalmente ya habían introducido y aplicado instrumentos de política ambiental (y de residuos) antes de la adopción de la Directiva 94/62/EC relativa a envases y residuos de envases y de la Directiva 1999/31/CE relativa al vertido de residuos. Entre estos países podemos encontrar a: Alemania, Austria, Suecia, Francia, Bélgica, Holanda o Dinamarca.

¹¹ Posteriormente ha sido modificada por los Reglamentos (CE) nº 1882/2003 y 1137/2008.

El segundo grupo estaría constituido por todos aquellos países europeos que combinan altos porcentajes de valorización de materiales con niveles medios de incineración y de almacenamiento en vertederos. En este grupo se incluirían países como España, Finlandia o Reino Unido.

El tercer grupo está constituido por aquellos países cuyas tasas de valorización e incineración son relativamente bajas mientras que las tasas de almacenamiento en vertederos son bastante elevadas (AEMA, 2009).

Tabla 3.6. Residuos urbanos generados y tratados en la UE-27 2012.

	Generación Kg/persona	Eliminación %		Valorización %	
		Vertedero	Incineración	Reciclado	Compostaje
Alemania	668	0,4%	35,0%	46,6%	18,0%
Austria	663	3,4%	34,6%	28,1%	33,9%
Bélgica	662	1,2%	41,9%	36,1%	20,9%
Bulgaria	611	73,4%	0,0%	23,7%	2,9%
Chipre	589	78,8%	0,0%	12,2%	8,9%
Dinamarca	570	2,5%	52,3%	32,2%	13,0%
Eslovaquia	552	76,7%	9,9%	6,1%	7,3%
Eslovenia	551	50,9%	1,6%	42,2%	5,3%
España	534	63,3%	9,6%	16,9%	10,2%
Estonia	529	44,0%	15,7%	33,8%	6,5%
Finlandia	506	32,9%	33,8%	21,5%	11,8%
Francia	503	28,4%	32,8%	22,6%	16,1%
Grecia	492	82,5%	0,0%	15,9%	1,6%
Holanda	472	1,5%	49,0%	23,9%	25,6%
Hungría	469	65,4%	9,1%	20,9%	4,6%
Irlanda	464	39,3%	16,3%	36,5%	8,0%
Italia	462	41,1%	20,1%	24,3%	14,4%
Letonia	460	84,2%	0,0%	13,7%	2,1%
Lituania	456	78,9%	0,6%	18,6%	1,8%
Luxemburgo	453	17,6%	35,7%	28,3%	18,4%
Malta	402	86,8%	0,4%	8,5%	4,3%
Polonia	389	74,7%	0,5%	13,0%	11,8%
Portugal	362	54,4%	19,5%	11,5%	14,6%
Reino Unido	324	36,9%	16,8%	28,4%	17,8%
Rep.Checa	314	56,6%	20,2%	20,6%	2,6%
Rumanía	308	98,7%	0,0%	1,3%	0,1%
Suecia	301	0,8%	51,6%	32,3%	15,3%
UE-27	279	33,7%	24,1%	27,3%	14,8%

Fuente: Elaboración propia a partir de Eurostat (2014a).

3.4.1.2. Residuos industriales y comerciales.

Según la nueva Ley 22/2011 de 28 de julio, sobre residuos y suelos contaminados se entiende por residuos industriales “*residuos resultantes de los procesos de fabricación, de transformación, de utilización, de consumo, de limpieza o de mantenimiento, generados por la actividad industrial, excluidas las emisiones a la atmósfera reguladas en la Ley 34/2007, de 15 de noviembre*” (Ley 22/2011, de 28/07/2011, art. 3.d).

Por su parte, dicha Ley entiende por residuos comerciales “*residuos generados por la actividad propia del comercio al por mayor y al por menor, de los servicios de restauración y bares, de las oficinas y de los mercados, así como del resto del sector servicios*” (Ley 22/2011, de 28/07/2011, art. 3.c).

Por tanto, de estas dos definiciones se desprende que esta tipología de residuos es originada por las actividades económicas vinculadas a las actividades industriales¹² y al conjunto del sector servicios. Y son las propias empresas quienes tienen la responsabilidad de reducir el volumen de residuos generados, así como de interesarse en que sean gestionados y tratados adecuadamente. En este sentido, la legislación adoptada tanto en la UE como en España apuesta por los procesos productivos que alargan el ciclo de vida del producto a través de la incorporación de residuos que han sido valorizados, y que a su vez, optan por un uso eficiente de recursos, materiales y energía.

La tabla 3.7 muestra que el volumen de residuos industriales y comerciales generados en 2010 (último año para el que Eurostat tiene datos disponibles para esta categoría), es muy elevado. En este sentido, la UE-27 generó un promedio de 1,4 toneladas por persona. De los residuos eliminados, el 45,4% se depositó en vertedero, mientras que el 1,8% fue incinerado. Por su parte, se valorizaron a través de la incineración (recuperación de energía) un 3,8%, y un 49,0% se trató bajo otros tipos de valorización (excluyendo la recuperación energética). Por tanto, en cuanto a los residuos

¹² Según el PNIR (2008-2015), son generadores de residuos industriales el conjunto de la industria manufacturera: industria de la alimentación, bebidas y tabaco; industria textil y de la confección; industria del cuero y del calzado; industria de la madera y del corcho; industria del papel; edición, artes gráficas y reproducción de soportes grabados; refinado de petróleo; industria química; industria de la transformación del caucho y materias plásticas; industrias de otros productos minerales no metálicos; metalurgia y fabricación de productos metálicos; industria de la construcción de maquinaria y equipo mecánico; industria de material y equipo eléctrico, electrónico y óptico; fabricación de material de transporte; industrias manufactureras diversas; producción y distribución de energía eléctrica, gas y agua.

industriales y comerciales generados en la UE-27, hay que indicar que las operaciones más utilizadas son la eliminación a través del almacenamiento en vertederos así como su valorización (exceptuando la recuperación energética).

La característica principal de los residuos industriales y comerciales es la gran heterogeneidad entre los distintos Estados miembros. Por un lado, llama la atención la generación de este tipo de residuos por parte de Estonia (que superó los 8,7 toneladas por persona en 2010); seguida de Finlandia, Bélgica e Irlanda, que superaron las 3 toneladas; Dinamarca, Luxemburgo y Austria, que se situaron entre las 2 y las 3 toneladas; y Portugal, Bulgaria, Polonia, Holanda, Grecia, Reino Unido y Suecia que superaron las 1,5 toneladas de residuos industriales y comerciales por persona, es decir, tasas mayores al promedio europeo. En el lado opuesto se encuentran en el siguiente orden: Letonia, Malta, Chipre, España, Rumanía, Hungría, Eslovaquia, Francia, República Checa, Italia, Lituania, Eslovenia y Alemania; con valores inferiores a los del conjunto de la UE-27.

Hay que destacar que España se encuentra entre los países que generaron menos residuos industriales y comerciales durante el año 2010, con un total de 834 kilogramos por persona.

Respecto al tratamiento que reciben los residuos industriales y comerciales, hay que indicar que la eliminación es la opción predominante, optando por el depósito en vertederos, ya que en 2010, 11 países de la UE-27 (Bulgaria, Rumanía, Malta, Grecia, Suecia, Lituania, Estonia, Letonia, Irlanda, Finlandia y Hungría), destinaban más del 50,0% de estos desechos a los vertederos. Por el contrario, los países que menos residuos industriales y comerciales destinaron a los vertederos fueron Bélgica, Dinamarca, Alemania, Italia, Polonia y la República Checa.

Respecto a la incineración, tiene poca importancia relativa entre los países europeos, aunque hay que destacar que sí tiene bastante peso en Bélgica, donde el 6,5% de dichos residuos se incineran; Austria, con un 5,5%; Italia con un 4,8%; Alemania y Holanda con un 3,6% y un 3,1% respectivamente; Francia, Reino Unido y Portugal con algo más del 2,0%; y Luxemburgo con un 1,8%.

En cuanto a la valorización se refiere, destacan otros tipos de tratamiento que excluyen la incineración para la recuperación de energía. Esta opción es preferida por Polonia, Italia, República Checa, Alemania, Eslovenia, Bélgica, Reino Unido, España, Francia, Dinamarca, Chipre, Holanda y Austria, donde más del 50,0% de los residuos industriales y comerciales generados en 2010 fueron valorizados. Aunque la incineración como tratamiento de recuperación de energía no fue el más empleado, hay que destacar

que tiene porcentajes elevados para Dinamarca, donde el 24,2% de los residuos industriales y comerciales se valorizaron a través de este proceso. Éste también es el caso de Bélgica y de Portugal, con porcentajes del 15,8% y del 11,6% respectivamente; mientras que el resto de países no superó el 10,0%.

Tabla 3.7. Residuos industriales y comerciales generados y tratados en la UE-27 2010.

	Residuos Kg/persona	Eliminación %		Valorización %	
		Vertedero	Incineración	Incineración (Recuperación de energía)	Otra valorización (Excl. recuperación de energía)
Alemania	1.363	19,1%	3,6%	8,1%	69,1%
Austria	2.435	39,5%	5,5%	4,6%	50,4%
Bélgica	3.458	10,4%	6,5%	15,8%	67,2%
Bulgaria	1.752	98,7%	0,0%	0,1%	1,2%
Chipre	402	41,2%	0,3%	0,3%	58,2%
Dinamarca	2.725	16,1%	0,0%	24,2%	59,7%
Eslovaquia	962	49,6%	0,9%	3,3%	46,3%
Eslovenia	1.352	25,5%	0,6%	5,0%	68,9%
España	834	37,3%	0,3%	1,9%	60,5%
Estonia	8.691	65,0%	0,0%	1,9%	33,2%
Finlandia	3.801	60,0%	0,4%	9,3%	30,3%
Francia	968	33,7%	2,3%	4,2%	59,7%
Grecia	1.646	83,1%	0,0%	0,2%	16,7%
Holanda	1.685	41,1%	3,1%	5,1%	50,7%
Hungría	922	54,8%	0,6%	6,4%	38,2%
Irlanda	3.107	62,1%	0,5%	1,8%	35,6%
Italia	1.110	20,2%	4,8%	1,9%	73,2%
Letonia	341	62,6%	0,0%	6,3%	31,1%
Lituania	1.131	74,2%	0,0%	2,4%	23,4%
Luxemburgo	2.571	49,1%	1,0%	0,3%	49,6%
Malta	381	88,6%	0,6%	0,0%	10,8%
Polonia	1.745	22,3%	0,3%	2,6%	74,8%
Portugal	1.931	48,6%	2,1%	11,6%	37,7%
Reino Unido	1.608	31,4%	2,2%	0,1%	66,2%
Rep. Checa	1.035	23,0%	0,3%	4,2%	72,5%
Rumanía	849	91,5%	0,0%	0,7%	7,8%
Suecia	1.588	79,2%	0,1%	5,7%	15,0%
UE-27	1.424	45,4%	1,8%	3,8%	49,0%

Fuente: Elaboración propia a partir de Eurostat (2014a).

3.4.1.3. Residuos de extracción.

Es la Directiva 2006/21/CE, sobre la gestión de los residuos de industrias extractivas, la que trata esta categoría de residuos. En ella se indica que se incluyen dentro de los residuos de extracción “*los residuos resultantes de la prospección, de la extracción, del tratamiento y del almacenamiento de recursos minerales, así como de la explotación de canteras*” (Directiva 2006/21/CE, de 15/03/2006, consideraciones 6).

Según Camacho et al. (2012), esta tipología de residuos es la más cuantiosa a nivel europeo y puede ser muy variada, ya que incluye desde materiales naturales que sólo han sido triturados (residuos de la actividad minera ordinarios, materiales mineralizados inutilizables); o materiales naturales tratados, que pueden tener modificaciones en su composición química o contener otros elementos minerales. La capa superior del suelo que se separa para la extracción y la capa superficial del suelo también se clasifica como residuos minerales (véase la figura 3.6).

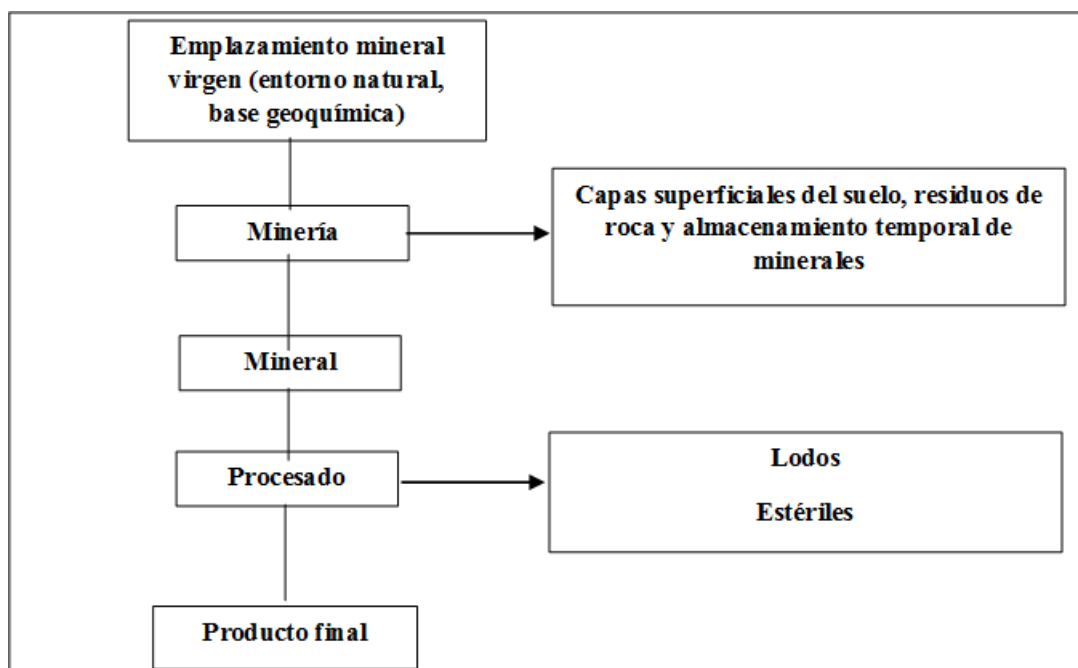


Figura 3.6. Tipos de residuos procedentes de la actividad minera. Fuente: Camacho et al. (2012, pág. 21).

Sin embargo, a pesar de ser los más abundantes, en muchos Estados miembros la gestión de los residuos de extracción no está legislada. Según Camacho et al. (2012), en un estudio realizado por el *Bureau de Recherches Géologiques et Minières* en 2001, se llevó a cabo una cuantificación de este tipo de residuos, para el que se tuvo que hacer un

importante inventario de minas a nivel europeo y se aplica una metodología bastante exhaustiva.

Según la Directiva 2004/35/CE, sobre responsabilidad medioambiental en relación con la prevención y reparación de daños medioambientales, las actividades extractivas son las responsables de los daños que produzcan al medio ambiente (Directiva 2004/35/CE, de 21/04/2004). En efecto, debido a la gravedad de los daños ambientales que producen este tipo de actividades, ninguna instalación de gestión de residuos de las industrias extractivas puede funcionar sin autorización de las autoridades competentes. Dicha autorización se obtiene sí y sólo si la entidad que pretende desarrollar la actividad explotadora cumple las disposiciones de la Directiva. No obstante, antes de obtener la autorización, las autoridades competentes informan al público sobre las solicitudes presentadas, para que la ciudadanía pueda remitir sus observaciones y participar en el proceso de evaluación, antes de conceder dichas autorizaciones. Además, al construir una nueva instalación de gestión de residuos o al modificar una instalación existente, la autoridad competente debe velar por el cumplimiento de las siguientes medidas (Directiva 2004/35/CE, de 21/04/2004):

- La instalación en cuestión debe estar situada en un lugar adecuado.
- Debe garantizarse su estabilidad física y evitar la contaminación del suelo, aire y agua.
- Las labores de seguimiento e inspección de la instalación deben realizarse por personal competente.
- Debe preverse el cierre, rehabilitación de la instalación y el seguimiento después del cierre.

De hecho, las explotaciones de instalaciones que presenten un alto riesgo para la salud pública o para el medio ambiente se clasifican como categoría A¹³, y deben de establecer (Directiva 2004/35/CE, de 21/04/2004):

¹³ “Una instalación de residuos se clasificará en la categoría A si:

— conforme a una evaluación del riesgo realizada teniendo en cuenta factores tales como el tamaño actual o futuro, la ubicación y el impacto medioambiental de la instalación de residuos, pudiera producirse un accidente grave como resultado de un fallo o un funcionamiento incorrecto, por ejemplo el colapso de una escombrera o la rotura de una presa, o

— si contiene residuos clasificados como peligrosos con arreglo a la Directiva 91/689/CEE por encima de un umbral determinado, o

- Una estrategia de prevención de accidentes graves.
- Un sistema de gestión de la seguridad.
- Un plan de emergencia interior con las medidas que se deban tomar en el emplazamiento en caso de accidente.

En cuanto a la gestión de los residuos de las industrias extractivas, las autoridades competentes deben velar por que el explotador de la instalación elabore un *plan de gestión de los residuos*, que será revisado cada cinco años. Los objetivos de dicho plan son:

- Evitar o reducir la producción de residuos y/o de su nocividad.
- Facilitar y fomentar la recuperación de los residuos a través de la reutilización, reciclaje o valorización.
- Facilitar la eliminación segura a corto y largo plazo.

Además, el plan debe incluir:

- La descripción de los residuos y de sus características (químicas, físicas, geológicas, etc.), la descripción de las sustancias utilizadas para el tratamiento de las materias minerales, los métodos de transporte y de tratamiento de los residuos.
- Los procedimientos de seguimiento y vigilancia.
- En su caso, la clasificación de la instalación de gestión de residuos (categoría A).
- Las medidas previstas para el cierre de la instalación y el seguimiento posterior al cierre.
- Las medidas destinadas a prevenir la contaminación del agua y el suelo.

Asimismo, los Estados miembros deben de asegurarse de que la entidad explotadora de una instalación de gestión de este tipo de residuos adopte una serie de medidas necesarias para prevenir la contaminación del agua y del suelo. Para ello se debe evaluar la producción de lixiviados, es decir, los líquidos que se filtran a través de los residuos depositados; evitar la contaminación de los lixiviados, las aguas superficiales y subterráneas; así como tratar las aguas y lixiviados contaminados para posteriormente ser eliminados (Directiva 2004/35/CE, de 21/04/2004).

— *si contiene sustancias o preparados clasificados como peligrosos con arreglo a las Directivas 67/548/CEE o 1999/45/CE por encima de un umbral determinado*". (Anexo III de la Directiva 2006/21/CE).

3.4.1.4. Residuos de construcción y demolición.

Se consideran residuos de la construcción y de demolición (RCD) todos aquéllos que han sido generados en una obra de construcción o demolición. Según la Ley 22/2011 de 28 de julio, sobre residuos y suelos contaminados, quedarían excluidos de esta categoría y se incluirían dentro de los residuos domésticos, aquellos residuos procedentes de obras menores de construcción y de reparación domiciliaria.

Según la AEMA (2010), la generación de RCD ha sido la categoría que más ha crecido desde la entrada del nuevo milenio, junto a los RAEE así como los residuos de envases.

En la tabla 3.8 se muestra la generación de RCD en el conjunto de la UE-27. En ella se pone de manifiesto que en el año 2010 (último año para el que Eurostat dispone de datos), los países que más RCD per cápita generaron, fueron: Luxemburgo con 17,5 toneladas por habitante; seguido de Holanda, Finlandia y Francia, con más de 4,0 toneladas por persona; y Malta y Alemania con 2,4 y 2,3 toneladas por habitante respectivamente. Estos valores se situaron por encima de la media europea, que en 2010 era de 1,7 toneladas per cápita. En este mismo año España se situaba muy por debajo de este valor, con un total de 815 kilogramos por habitante, una cantidad bastante menor que la de los años precedentes. Estos datos ponen de manifiesto que la construcción ha sufrido una importante caída en nuestro país como consecuencia de la crisis financiera y económica.

Tabla 3.8. Generación de RCD. Kilogramos per cápita.

	2004	2006	2008	2010		2004	2006	2008	2010
Alemania	2.322	2.386	2.402	2.336	Hungría	172	302	323	307
Austria	3.418	3.788	3.765	1.074	Irlanda	2.773	3.884	3.018	353
Bélgica	1.059	1.241	1.442	1.663	Italia	852	900	1.185	1.001
Bulgaria	385	133	244	11	Letonia	4	9	6	10
Chipre	671	397	548	1.288	Lituania	106	107	129	115
Dinamarca	791	1.067	1.033	572	Luxemburgo	15.237	14.334	16.949	17.490
Eslovaquia	261	171	242	331	Malta	7.005	6.150	4.953	2.385
Eslovenia	455	496	681	737	Polonia	52	371	182	545
España	1.079	1.066	978	815	Portugal	250	343	766	1.047
Estonia	359	532	822	328	Reino Unido	1.654	1.800	1.634	1.682
Finlandia	3.987	4.395	4.603	4.595	Rep. Checa	797	818	1.026	893
Francia	3.359	3.552	3.942	4.015	Rumanía	4	2	15	12
Grecia	301	614	610	187	Suecia	1.142	985	359	1.000
Holanda	3.048	3.470	3.581	4.698	UE-27	1.565	1.695	1.753	1.721

Fuente: Eurostat (2014a).

Los RCD pueden contener sustancias peligrosas, como el amianto. La tabla 3.9, indica los residuos peligrosos generados por la construcción para los años 2004, 2006, 2008 y 2010, años para los que Eurostat dispone de datos para la UE-27. En ella se pone de manifiesto que Luxemburgo fue el país en el que los RCD contenían más residuos peligrosos, con 381 kilogramos por persona. A Luxemburgo le siguen Bélgica, Holanda y Dinamarca con 140, 131 y 138 kilogramos por habitante; así como Alemania (79 kilogramos per cápita), Suecia (69 kilogramos per cápita) y Francia (con 40 kilogramos por persona); valores superiores al promedio europeo que se situaba en 32 kilogramos per cápita durante 2010. En el lado opuesto se encuentran Rumanía, Letonia y Grecia, con 0 kilogramos por persona; así como Bulgaria, Malta, Lituania, Polonia, Irlanda, Hungría, Eslovenia, Finlandia y España, con menos de 5 kilogramos por habitante.

Tabla 3.9. Generación de residuos peligrosos por parte del sector de la construcción. Kilogramos per cápita.

	2010		2010
Alemania	79	Hungría	2
Austria	6	Irlanda	2
Bélgica	140	Italia	7
Bulgaria	0	Letonia	0
Chipre	17	Lituania	1
Dinamarca	108	Luxemburgo	381
Eslovaquia	8	Malta	1
Eslovenia	2	Polonia	2
España	4	Portugal	14
Estonia	7	Reino Unido	14
Finlandia	3	Rep. Checa	9
Francia	40	Rumanía	0
Grecia	0	Suecia	69
Holanda	131	UE-27	32

Fuente: Eurostat (2014a).

Aunque no existen datos del tratamiento de los RCD a nivel europeo, sí existen estudios que han abordado este tema. Siguiendo a Camacho et al. (2012), cuatro consultoras¹⁴ elaboraron un estudio entre 1998 y 1999, en el que se analizaba la generación y valorización de residuos de construcción y demolición de edificios u obras de ingeniería civil (excluyendo carreteras, suelos excavados, conexiones de servicios

¹⁴ La británica “The Symonds Group Ltd”, la alemana “ARGUS”, la danesa “COWI Consulting Engineers and Planners” y la holandesa “PRC Bouwcentrum”.

como tuberías de drenaje, agua, gas y electricidad; y vegetación en superficie), demostrando que países como Alemania o Dinamarca han logrado porcentajes de reciclado de hasta un 90%. También se subrayó la concentración de generación (un 80%) de RCD en Alemania, España, Francia, Italia y Reino Unido, poniendo de manifiesto el peso relativo que tienen estas actividades en sus respectivas economías.

Para finalizar, indicar que la Directiva 2008/98/CE sobre residuos señala en su artículo 11 apartado 2.b que debe plantearse como objetivo para este tipo de residuos que *“antes de 2020, deberá aumentarse hasta un mínimo del 70% de su peso la preparación para la reutilización, el reciclado y otra valorización de materiales, incluidas las operaciones de relleno que utilicen residuos como sucedáneos de otros materiales, de los residuos no peligrosos procedentes de la construcción y de las demoliciones, con exclusión de los materiales presentes de modo natural definidos en la categoría 17 05 04 de la lista de residuos”* (Directiva 2008/98/CE, de 19/11/2008, art. 11.2.b). Asimismo, este objetivo también lo transpone la Ley 22/2011 de residuos y suelos contaminados.

3.4.2. Según tipos de residuos.

3.4.2.1. Pilas y acumuladores.

El documento que regula este tipo de residuos en la UE-27, es la Directiva 2006/66/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 6 de septiembre de 2006, relativa a las pilas y acumuladores y a los residuos de pilas y acumuladores, la cual derogó a la Directiva 91/157/CEE, y que ha sido posteriormente modificada por las Directivas 2008/12/CE y 2008/103/CE. Además la Directiva 2006/66/CE se complementa con la Decisión 2009/603/CE de la Comisión, por la que se establecen requisitos para el registro de productores de pilas y acumuladores; y con la Decisión 2008/763/CE, por la que se establece en la aplicación de dicha Directiva, una metodología común para el cálculo de ventas anuales de pilas y acumuladores portátiles a usuarios finales.

Dada la variedad de pilas y acumuladores existentes en el mercado, y la distinta composición de las mismas, pueden inducir a error a la hora de desecharlas, pudiendo contaminar el medio ambiente gravemente. Por tanto, para evitar la confusión del usuario final, la Directiva 2006/66/CE se aplica a todas las pilas y acumuladores puestos en el mercado europeo. Ese amplio ámbito de aplicación supone también garantizar economías de escala en la recogida y el reciclado, y obtener un aprovechamiento óptimo de los recursos. Además dicha Directiva prohíbe la circulación en el mercado europeo de ciertas

pilas y acumuladores que contienen mercurio o cadmio. Asimismo, la Directiva promueve un alto nivel de recogida y reciclado de los residuos generados, a través de la participación en el ciclo de vida tanto de productores, distribuidores, como de usuarios finales (Directiva 2006/66/CE, de 06/09/2006).

En la Directiva 2006/66/CE, se pone de manifiesto la necesidad de distinguir dos tipos de pilas y acumuladores: portátiles e industriales y de automoción.

Las pilas y acumuladores industriales *“incluyen las pilas y acumuladores empleados para el suministro de electricidad de emergencia o de apoyo en hospitales, aeropuertos u oficinas; las pilas y acumuladores empleados en trenes o aviones y las pilas y acumuladores empleados en plataformas petrolíferas o faros. Incluyen también las pilas y acumuladores diseñados para usos exclusivamente profesionales, tales como terminales de pago manuales en tiendas y restaurantes, lectores de códigos de barras en tiendas, equipos de vídeo profesionales para cadenas y estudios profesionales de televisión, y lámparas de casco de minero y lámparas de buzo sujetas al casco; las pilas y acumuladores de emergencia para puertas eléctricas para evitar que bloqueen o aplasten a personas; las pilas y acumuladores empleados en instalaciones de medición o en diversos tipos de equipos de medición e instrumentación; y las pilas y acumuladores empleados en relación paneles solares fotovoltaicos y demás aplicaciones de energía renovable. Incluyen también las pilas y acumuladores empleados en vehículos eléctricos, tales como coches eléctricos, sillas de ruedas, bicicletas, vehículos de aeropuerto y vehículos de transporte automático. Además de lo consignado en esta lista no exhaustiva de ejemplos, se debe considerar industrial toda pila o acumulador que no esté sellado o no sea de automoción”*.

Por su parte, las pilas y acumuladores portátiles, son *“las pilas y acumuladores sellados que cualquier persona normal pueda llevar en la mano sin dificultad y que no sean ni pilas o acumuladores de automoción ni pilas o acumuladores industriales, incluyen las pilas de célula única (tales como AA y AAA) y las pilas y acumuladores empleados por consumidores o profesionales en teléfonos móviles, ordenadores portátiles, herramientas eléctricas inalámbricas, juguetes y electrodomésticos tales como cepillos de dientes, maquinillas de afeitar y aspiradores manuales (con inclusión de los equipos similares empleados en escuelas, tiendas, restaurantes, aeropuertos, oficinas u hospitales) y toda pila o acumulador que los consumidores puedan emplear en electrodomésticos habituales”* (Directiva 2006/66/CE, de 06/09/2006, L 266/2).

El objetivo general de esta Directiva radica en maximizar la recogida selectiva de residuos de pilas y acumuladores, además de reducir su eliminación mezclándolos con otros residuos, para así alcanzar un alto nivel de reciclado de residuos de pilas y acumuladores. Para ello se ha propuesto:

- Que los Estados miembros deberán alcanzar un índice de recogida mínimo del 25% a más tardar el 26 de septiembre de 2012, que será del 45% hasta el 26 de septiembre de 2016.
- Debe prohibirse la eliminación de pilas y acumuladores industriales y de automoción en lugares de vertido o mediante incineración.
- Finalmente, en el Anexo III de dicha Directiva, se plantean una serie de especificaciones de los requisitos de tratamiento y reciclado:

○ Tratamiento:

- Se exige como mínimo la extracción de todos los fluidos y ácidos. Además es necesario que el tratamiento y cualquier almacenamiento (provisional o no), ha de llevarse a cabo en instalaciones impermeabilizadas y cubiertas o en contenedores adecuados.

○ Reciclado:

- Se exigen unos niveles mínimos de eficiencia (reciclado del 65% en peso, como promedio de pilas y acumuladores de plomo-ácido; reciclado del 75% en peso, como promedio de pilas y acumuladores de níquel-cadmio; y reciclado del 50% en peso, como promedio del resto de residuos de pilas y acumuladores).

En España la legislación europea en materia de residuos de pilas y acumuladores se ha transpuesto a través del Real Decreto 943/2010, de 23 de julio, por el que se modifica el Real Decreto 106/2008, de 1 de febrero, sobre pilas y acumuladores y la gestión ambiental de sus residuos; y del Real Decreto 106/2008, de 1 de febrero, sobre pilas y acumuladores y la gestión ambiental de sus residuos. Asimismo, el PNIR (2008-2015), exige que en materia de pilas y acumuladores se deberá alcanzar una tasa mínima de recogida del 45% a partir del 31 de diciembre de 2015, tasa que debería haber superado el 25% en el año 2011 (Resolución de 20/01/2009).

A pesar de la inexistencia de datos sobre el tratamiento que reciben los residuos de baterías y acumuladores en la UE-27, sí se dispone de información acerca del volumen de residuos generados. Así pues, para el año 2010, la UE-27 generó 1,7 millones de

toneladas, lo que supone una media de 3 kilogramos de estos residuos por persona. La mayoría de los países europeos generan en torno a 3 kilogramos de residuos de baterías y acumuladores. Sin embargo, hay que destacar a Portugal y Reino Unido, con 6 kilogramos por persona; seguidos de Chipre, Francia, Letonia y Lituania, con unos 5 kilogramos de residuos por persona.

En el lado opuesto encontramos países que ni si quiera llegan al kilogramo de residuos de pilas y acumuladores por persona, como es el caso de Eslovaquia, Polonia, República Checa y Rumanía. España se encuentra en una posición intermedia con 2 kilogramos de residuos de baterías y acumuladores por persona durante 2010.

Tabla 3.10. Residuos de baterías y acumuladores generados en la UE-27 2010.

	Toneladas	Kilogramos per cápita		Toneladas	Kilogramos per cápita
Alemania	313.429	4	Hungría	18.409	2
Austria	16.105	2	Irlanda	11.057	2
Bélgica	42.036	4	Italia	217.449	4
Bulgaria	10.279	1	Letonia	10.593	5
Chipre	4.459	5	Lituania	15.722	5
Dinamarca	14.023	3	Luxemburgo	847	2
Eslovaquia	2.124	0	Malta	1.140	3
Eslovenia	2.844	1	Polonia	17.177	0
España	113.332	2	Portugal	64.896	6
Estonia	2.888	2	Reino Unido	358.000	6
Finlandia	22.131	4	Rep. Checa	3.868	0
Francia	313.082	5	Rumanía	4.600	0
Grecia	45.845	4	Suecia	32.579	3
Holanda	67.229	4	UE-27	1.730.000	3

Fuente: Eurostat (2014a).

3.4.2.2. Biorresiduos.

La Comisión Europea desarrolló en 2008 el Libro Verde sobre la gestión de los biorresiduos en la UE (COM (2008) 811 final), donde se definen como “*residuos biodegradables de jardines y parques, residuos alimenticios y de cocina procedentes de hogares, restaurantes, servicios de restauración colectiva y establecimientos de venta al por menor; así como residuos comparables procedentes de plantas de procesado de alimentos. No se incluyen los residuos agrícolas o forestales, el estiércol, los lodos de depuración ni otros residuos biodegradables como textiles naturales, papel o madera tratada. También quedan excluidos los subproductos de la industria alimentaria que*

nunca se convierten en residuos” (COM (2008) 811 final, de 03/12/2008, pág. 2). Se trata de un concepto nuevo en la legislación que se diferencia de los residuos biodegradables.

Según Eurostat (véase tabla 3.11), el volumen de biorresiduos en la UE-27 durante 2010 (último año para el que hay datos disponibles) ascendía a 108,4 millones de toneladas, o 217 kilogramos por persona, siendo los mayores generadores Rumanía, Holanda, Irlanda, Bélgica y Chipre, superando el promedio europeo en cuanto a kilogramos per cápita se refiere.

La mayoría de los Estados miembros optaron en 2010 por la valorización de residuos exceptuando la incineración con recuperación de energía. Hay que destacar el caso de Luxemburgo, que en este año todos sus biorresiduos fueron valorizados por este tratamiento. En general, todos los países prefirieron la valorización exceptuando la incineración con recuperación de energía para más del 39,0% de los biorresiduos, con la excepción de Bulgaria que sólo destinó a este tipo de valorización un 0,5% de sus biorresiduos.

Por su parte, la eliminación en vertederos fue la segunda vía más optada por los países de la UE-27. Destaca Bulgaria, donde el 98,6% de sus biorresiduos fue eliminado en vertederos, seguida de Letonia, Rumanía, Chipre, Portugal, Lituania, y Malta, que superaron la media de la UE-27, situada en un 7,8%.

En España, el 96,5% de los biorresiduos se valorizaron con diferentes procedimientos (reciclaje, reutilización, etc.), mientras que el 0,2% fue incinerado para su recuperación energética. Por su parte, el 2,9% se eliminó a través de vertederos, y el 1,3% fue eliminado a través de procesos de incineración.

Por tanto, ante el volumen de biorresiduos generados, su gestión óptima es crucial para limitar los GEI, ya que el almacenamiento de estos residuos en vertederos es la opción más generalizada, a pesar de ser el método más perjudicial para el medio ambiente debido a que la descomposición de los biorresiduos genera metano, bioaerosoles, olores, etc. Sin incluir los efectos dañinos que recaen sobre el suelo en el que se encuentran estos vertederos o las filtraciones a aguas subterráneas.

Ante este contexto, este Libro Verde analiza los distintos tipos de gestión de biorresiduos existentes, el uso de dichos tipos de gestión por parte de los países de la UE-27, así como su impacto sobre el medio ambiente, entre otros aspectos.

Así pues, la *recogida selectiva de biorresiduos* funciona con éxito en muchos países, sobre todo por lo que respecta a los residuos verdes. En este proceso, los residuos de cocina se recogen normalmente junto con residuos sólidos urbanos mezclados. Entre

las ventajas de la recogida selectiva se encuentran: desviar los residuos fácilmente biodegradables de los vertederos, aumentar el poder calorífico de los residuos sólidos urbanos restantes y generar una fracción de biorresiduos más limpia que permita producir compost de alta calidad y facilite la producción de biogás. La recogida selectiva de biorresiduos debería servir de apoyo a otras formas de reciclado que podrían estar disponibles en el mercado en un futuro próximo (por ejemplo, la producción de productos químicos en biorrefinerías). Asimismo plantea que sería conveniente desarrollar esta técnica para producir más compost, que podría utilizarse en la rehabilitación de tierras o la cobertura de vertederos. Además, el aumento del compost también sería beneficioso para la agricultura. No obstante, a pesar de los beneficios de esta técnica, la optimización de este sistema resulta compleja, ya que requiere modificar los hábitos de los ciudadanos (COM (2008) 811 final, de 03/12/2008).

Como ya se ha comentado, el depósito en vertederos, es un método bastante utilizado en el conjunto de la UE-27, principalmente en los nuevos Estados miembros, aunque no se trate del método más recomendable a efectos medioambientales. Debido al impacto ambiental que tienen los vertederos, la Directiva relativa al vertido de residuos proporciona un marco legislativo para el tratamiento de los biorresiduos y exige que ciertas categorías de biorresiduos sean separadas y no sean depositadas en vertederos. Por tanto, la aplicación de la Directiva sobre el vertido de residuos hará que, en el futuro, esta alternativa sea menos interesante económicamente.

La incineración, según su eficiencia energética puede considerarse también como recuperación de energía o eliminación. Según el Libro Verde, la incineración de biorresiduos se realiza generalmente por medio de la cogeneración de electricidad y calor con condensación de los gases de combustión, para recuperar la energía. Pero la incineración también tiene aspectos negativos, ya que la aplicación de este proceso a residuos sólidos urbanos que contienen residuos biodegradables, genera GEI y otros contaminantes como las dioxinas. Por ello, la Directiva de incineración de residuos limita las emisiones de dicho proceso. La incineración, desde un punto de vista económico, requiere una inversión importante, que permite alcanzar economías de escala y no requiere ninguna modificación de los actuales sistemas de recogida de residuos sólidos urbanos. Este método resulta rentable al permitir recuperar energía.

Tabla 3.11. Biorresiduos generados y tratados en la UE-27 2010.

	Residuos generados		Eliminación %		Valorización %	
	Kg/persona	Toneladas	Incineración	Vertedero	Incineración	Otra valorización
Alemania	158	12.932.869	0,4%	0,3%	13,6%	85,7%
Austria	198	1.661.218	0,1%	0,0%	4,8%	95,1%
Bélgica	420	4.587.844	3,3%	0,1%	8,1%	88,5%
Bulgaria	99	731.091	0,0%	98,6%	0,9%	0,5%
Chipre	243	201.439	2,1%	25,6%	0,0%	72,3%
Dinamarca	160	885.840	0,0%	3,3%	7,0%	89,6%
Eslovaquia	168	903.514	2,4%	7,2%	0,9%	89,6%
Eslovenia	129	264.075	0,0%	7,4%	2,6%	90,0%
España	210	9.763.484	0,3%	2,9%	0,2%	96,5%
Estonia	211	280.338	0,0%	0,1%	18,3%	81,7%
Finlandia	168	899.527	2,7%	5,2%	12,3%	79,8%
Francia	145	9.405.994	0,2%	3,6%	6,3%	89,9%
Grecia	40	444.635	5,1%	6,1%	4,0%	84,9%
Holanda	816	13.558.092	0,3%	0,4%	4,2%	95,1%
Hungría	81	808.058	0,2%	4,9%	32,3%	62,6%
Irlanda	456	2.079.402	1,3%	1,2%	0,5%	97,1%
Italia	160	9.489.613	0,6%	0,2%	5,4%	93,8%
Letonia	79	166.304	0,0%	60,2%	0,0%	39,8%
Lituania	173	535.615	0,0%	19,7%	0,7%	79,6%
Luxemburgo	174	88.206	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%
Malta	38	15.757	42,0%	13,2%	0,0%	44,8%
Polonia	166	6.355.505	1,0%	0,3%	2,4%	96,4%
Portugal	108	1.142.556	1,7%	21,8%	6,6%	69,9%
Reino Unido	163	10.211.024	3,9%	0,9%	0,0%	95,2%
Rep. Checa	43	449.880	1,5%	6,3%	16,4%	75,8%
Rumanía	933	18.895.418	0,0%	36,4%	0,1%	63,5%
Suecia	180	1.684.156	0,0%	0,3%	29,0%	70,8%
UE-27	217	108.440.000	1,3%	7,8%	3,8%	87,1%

Fuente: Eurostat (2014a).

Nota: La incineración como tratamiento de valorización, consiste en la recuperación energética.

Finalmente, el tratamiento biológico, engloba el compostaje y la digestión anaerobia. El compostaje (o digestato) se puede considerar como una forma de reciclado si se utiliza en el suelo o en la formación de sustratos para cultivo. Por su parte, la digestión anaerobia se considera como un proceso de recuperación de energía. Según el Libro Verde, en 2006 existían en Europa unas 6.000 instalaciones, 3.500 eran plantas de compostaje y 2.500 de digestión anaerobia, en este último caso de pequeña escala en unidades agrícolas (COM (2008) 811 final, de 03/12/2008).

El Libro Verde pone de manifiesto que la elección de un sistema de gestión de biorresiduos u otro dependerá de los beneficios obtenidos, y que para ello habrá de tenerse en cuenta lo siguiente: la cantidad de energía que puede recuperarse; la fuente de la que

proviene la energía para que el proceso se lleve a cabo; de la cantidad, la calidad y la utilización del compost reciclado; así como del perfil de emisiones de las instalaciones de tratamiento biológico.

3.4.2.3. Vehículos al final de su vida útil.

Se define como *vehículo al final de su vida útil* (VFU), todo vehículo que se considere un residuo. Teniendo en cuenta que todos los años los VFU generan en la UE-27 de 8 a 9 millones de toneladas de residuos, deben ser gestionados correctamente.

Los VFU son regulados a nivel comunitario por la Directiva 2000/53/CE¹⁵ (Directiva 2000/53/CE, de 18/09/2000), cuyo objetivo es: *“establecer medidas destinadas, con carácter prioritario, a la prevención de los residuos procedentes de vehículos y, adicionalmente, a la reutilización, reciclado y otras formas de valorización de los vehículos al final de su vida útil y sus componentes, para así reducir la eliminación de residuos y mejorar la eficacia en la protección medioambiental de todos los agentes económicos que intervengan en el ciclo de vida de los vehículos y, más concretamente, de aquéllos que intervengan directamente en el tratamiento de los vehículos al final de su vida útil”*.

Cuando se diseñó la Directiva 2000/53/CE se fijaron unos objetivos cuantitativos. En este sentido, se fijó que para el 1 de enero de 2006, se debería haber aumentado la reutilización y valorización hasta un mínimo del 85% del peso medio por vehículo y año. Dentro del mismo año se debería haber aumentado la reutilización y el reciclado hasta un mínimo del 80% del peso medio por vehículo y año. Para el año 2015, dicha Directiva propone como objetivo que aumente la reutilización y la valorización hasta un mínimo del 95% del peso medio por vehículo y año. Además, en este mismo plazo, se ha de aumentar la reutilización y el reciclado hasta un mínimo del 85% del peso medio por vehículo y año (Directiva 2000/53/CE, de 18/09/2000).

La Comisión Europea ha ido realizando una serie de informes relativa a los VFU. El primero de ellos se elaboró en 2007, sobre la aplicación de la Directiva 2000/53/CE relativa a VFU para el periodo 2002-2005. En general, la Directiva se incorporó

¹⁵ La Directiva 2000/53/CE ha sido modificada por las Decisiones 2002/525/CE, la Decisión 2005/438/CE, y la Decisión 2005/673/CE que modifican el anexo II de dicha Directiva; la Directiva 2008/33/CE que modifica las competencias de ejecución; y la Directiva 2008/112/CE, que adapta la Directiva 2000/53/CE al Reglamento (CE) nº 1272/2008.

correctamente en la legislación nacional de la mayoría de los Estados miembros, especialmente en materia de prohibición de ciertas sustancias nocivas tanto en los vehículos como en sus componentes, así como en la obligación de recogida de VFU. Sin embargo, a pesar de que se consiguieron importantes progresos, su aplicación no obtuvo los resultados esperados. Sólo Suecia, Dinamarca y los Países Bajos se acercaban al objetivo del 85% establecido para 2006. Por tanto, si las tendencias siguen el mismo cauce, los objetivos previstos para 2015 distan mucho de ser realistas (Informe, 2007).

El segundo Informe de la Comisión, relativo a la aplicación de la Directiva 2000/53/CE relativa a los VFU para el periodo 2005-2008 indica que no se ha producido ningún cambio significativo con respecto al periodo anterior. Algunas disposiciones de la Directiva no se han transpuesto aún íntegra o correctamente. De hecho en 2009, había quince países que no cumplieron los objetivos marcados (Informe, 2009).

La normativa europea en materia de VFU se ha materializado en España a través de la siguiente legislación:

- Real Decreto 1383/2002, de 20 de diciembre, sobre gestión de vehículos al final de su vida útil. El Real Decreto 1383/2002, con la finalidad de lograr una adecuada adaptación a la normativa, las CCAA han acordado una serie de condicionantes que deben asumir los responsables de los centros autorizados de tratamiento de VFU
- Orden INT/249/2004, de 5 de febrero, por la que se regula la baja definitiva de los vehículos descontaminados al final de su vida útil.
- Orden INT/624/2008, de 26 de febrero, por la que se regula la baja electrónica de los vehículos descontaminados al final de su vida útil.
- Orden PRE/26/2014, de 16 de enero, por la que se modifica el anexo II del Real Decreto 1383/2002, de 20 de diciembre, sobre gestión de vehículos al final de su vida útil.

El PNIR (2008-2015), propone que se han de alcanzar tasas de reutilización y valorización del 95% para el año 2015; y tasas de reutilización y reciclaje del 85% para el mismo año. Asimismo, establece objetivos cualitativos como *“asegurar la correcta gestión ambiental de los VFU, y en particular, aquéllos que contengan GEI”*, así como *“aplicar el principio de responsabilidad del productor a los responsables de la puesta en el mercado de los vehículos”* (Resolución de 20/01/2009, pág. 19919). Para alcanzar estos objetivos cualitativos el PNIR (2008-2015) plantea una serie de medidas.

En la tabla 3.12, se muestran datos de la cantidad de VFU que fueron tratados, y el tipo de tratamiento utilizado para el año 2011, último año para el que Eurostat dispone de datos. En ella se pone de manifiesto que los países que más VFU trataron en 2011 fueron Francia y Reino Unido. A estos países les sigue Italia. España es el cuarto país de la UE-27 que más VFU trató durante este año.

Asimismo, según los datos de la tabla 3.12, a excepción de Alemania, Eslovaquia, Austria, Bulgaria, Suecia y Luxemburgo, el resto de países no habría alcanzado los objetivos de valorización previstos por la Directiva 2000/53/CE para 2006, ni en el año 2011. Lo mismo ocurre tanto para la reutilización como para el reciclado de VFU. Por lo que si las tendencias seguidas hasta 2011 continúan, es posible que los objetivos previstos por dicha Directiva para 2015 sean incumplidos por un gran número de Estados miembros.

Siguiendo a Camacho et al. (2012), los estudios llevados a cabo por el *European Topic Centre on Resource and Waste Management (ETC/RWM)*, ponen de manifiesto que en el periodo 2005-2030, el número de VFU crecerá en un 45% en los países de la UE-25, en otras palabras, el número de VFU aumentará aproximadamente en 6 millones (véase tabla 3.13). Este acelerado crecimiento justifica la ingente necesidad de cumplir con los objetivos propuestos por la Directiva 2000/53/CE, para minimizar el volumen de residuos a través de la valorización, reutilización y reciclado de los elementos de los VFU.

Tabla 3.12. VFU que fueron tratados en la UE, y tipo de tratamiento 2011.

	VFU Tratados		VFU Tratados (Toneladas)			VFU Tratados (%)		
	Toneladas	Nº vehículos	Valorizado	Reciclado	Reutilizado	Valorizado	Reciclado	Reutilizado
Alemania	468.459	466.160	476.466	407.315	30.365	101,7	86,9	6,48
Austria	67.384	80.004	62.182	52.192	3.586	92,3	77,5	5,32
Bélgica	171.747	165.016	132.038	128.017	23.525	76,9	74,5	13,70
Bulgaria	65.428	62.937	59.981	58.381	535	91,2	89,2	0,81
Chipre	15.259	17.145	10.743	10.343	2.472	70,4	67,8	16,20
Dinamarca	100.816	93.487	77.985	77.878	15.647	77,4	77,3	15,52
Eslovaquia	30.341	39.717	28.072	27.641	620	92,6	91,1	2,04
Eslovenia	5.703	6.598	4.798	4.560	350	84,2	80,0	6,14
España	644.707	671.927	477.699	448.160	86.036	74,1	69,5	13,34
Estonia	12.123	11.413	8.588	8.246	984	70,9	68,0	8,12
Finlandia	135.973	136.000	115.088	98.060	14.101	84,6	72,1	10,37
Francia	1.501.850	1.515.432	1.142.908	1.083.691	129.935	76,1	72,1	8,66
Grecia	104.590	112.454	71.030	68.466	20.660	67,9	65,5	19,76
Holanda	198.173	195.052	144.120	118.162	46.486	72,7	59,6	23,46
Hungría	14.959	13.043	11.166	10.892	1.730	74,6	72,8	11,56
Irlanda	n.d.	n.d.	114.064	110.947	251	n.d.	n.d.	n.d.
Italia	986.391	952.461	699.439	694.295	142.015	70,9	70,4	14,40
Letonia	10.115	9.387	7.871	7.815	823	77,9	77,3	8,14
Lituania	27.823	26.619	16.190	16.118	8.133	58,2	58,0	29,22
Luxemburgo	2.154	2.341	1.840	1.668	117	85,5	77,5	5,43
Malta	2.225	2.526	1.842	1.838	97	82,7	82,6	4,36

Continúa

	VFU Tratados		VFU Tratados (Toneladas)			VFU Tratados (%)		
	Toneladas	Nº vehículos	Valorizado	Reciclado	Reutilizado	Valorizado	Reciclado	Reutilizado
Polonia	284.307	295.152	234.499	228.900	25.559	82,5	80,5	8,99
Portugal	71.664	77.929	60.306	56.755	2.689	84,1	79,1	3,75
Reino Unido	1.185.468	1.220.873	991.136	964.701	23.613	83,6	81,4	1,99
Rep. Checa	118.147	132.452	98.771	91.682	3.190	83,6	77,6	2,70
Rumanía	110.035	128.839	90.285	85.995	5.196	82,1	78,2	4,72
Suecia	226.504	184.105	205.597	191.197	0	90,8	84,4	0,00
UE-27	6.710.000	6.760.000	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Fuente: Eurostat (2014a).

Nota: En el caso de Alemania, según Eurostat el porcentaje de VFU que han sido valorizados y reutilizados es del 108,2%, lo que implica que en este país se valoricen y reutilicen VFU importados.

Tabla 3.13. Estimación del número de vehículos al final de su vida útil, 2005-2030.

	2005	2010	2015	2020	2030
UE-25 (excl. exportaciones)	12.770	14.077	15.347	16.642	18.756
UE-25 (incl. Importaciones)	10.800	12.000	13.300	14.600	16.800
UE-15	11.583	12.595	13.579	14.565	16.206
UE-10	1.187	1.482	1.767	2.077	2.550

Fuente: Camacho et al. (2012, pág. 36).

3.4.2.4. Residuos peligrosos.

La Directiva 2008/98/CE sobre residuos, derogó el 12 de diciembre de 2010 a la Directiva 91/689/CEE relativa a residuos peligrosos. La actual Directiva, define a los residuos peligrosos como: “*residuo que presenta una o varias de las características peligrosas enumeradas en el anexo III*” (Directiva 2008/98/CE, de 19/11/2008, art. 3.2).

Las características de los residuos que permiten calificarlos de peligrosos son las siguientes: explosivo; oxidante; fácilmente inflamable; inflamable; irritantes; nocivo; tóxico; cancerígeno; corrosivo; infeccioso; tóxico para la reproducción; mutagénico; residuos que emiten gases tóxicos o muy tóxicos al entrar en contacto con el aire, con el agua o con un ácido; sensibilizante; ecotóxico; y residuos susceptibles, después de su eliminación, de dar lugar a otra sustancia por un medio cualquiera poseyendo alguna de las características antes enumeradas.

La Directiva 2008/98/CE también indica los valores límite de concentración de las sustancias peligrosas. Además, cualquier Estado miembro puede considerar un residuo como peligroso aunque no aparezca en la LER, siempre que tenga una o más características de las mencionadas anteriormente, y haya comunicado expresamente a la Comisión Europea de dicha incidencia. Lo mismo ocurre, cuando un residuo que aparece en la lista no cumple ninguna de las características que lo califican como peligroso.

La Directiva 2008/98/CE, también hace especial referencia al control de los residuos peligrosos. En este sentido, obliga a los Estados miembros a un exhaustivo control para velar por que la producción, recogida, transporte, almacenamiento y tratamiento de residuos peligrosos, se lleven a cabo bajo una serie de condiciones que aseguren la protección de la salud humana y del medio ambiente. En este sentido, los Estados miembros han de adoptar una serie de medidas para garantizar que los residuos peligrosos están correctamente envasados y etiquetados según las normas internacionales y comunitarias durante todo el proceso, y en el caso del transporte de dichos residuos

peligrosos, además deben de ir acompañados de un documento de identificación durante su traslado.

En materia de residuos peligrosos, la Directiva Marco sobre residuos se ve complementada por la Decisión 93/98/CEE, relativa al Convenio para el control de la eliminación y el transporte transfronterizo de residuos peligrosos (Convenio de Basilea); así como por la Decisión 97/640/CE, por la que se aprueba la enmienda al Convenio de Basilea, como establece la Decisión III/1 de la Conferencia de las Partes; el Reglamento (CE) nº 1013/2006 relativo a los traslados de residuos (CE, 2014a).

En España, la normativa europea en materia de residuos peligrosos se ha transpuesto a través de:

- Real Decreto 833/1988, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos.
- Real Decreto 258/1989, de 10 de marzo, por el que se establece la normativa general sobre vertidos de sustancias peligrosas desde tierra al mar.
- Real Decreto 363/1995, de 10 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento sobre notificación de sustancias nuevas y clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas.
- Resolución de 28 de abril de 1995, de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Vivienda, por la que se dispone a la publicación del acuerdo del Consejo de Ministros de 17 de febrero de 1995 por el que se aprueba el Plan Nacional de Residuos Peligrosos.
- Real Decreto 952/1997, de 20 de junio, por el que se modifica el Reglamento para la Ejecución de la Ley 20/1986, de 14 de mayo, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos, aprobado mediante Real Decreto 833/1988, de 20 de julio.
- Real Decreto 1416/2001, de 14 de diciembre, sobre envases de productos fitosanitarios.
- Real Decreto 255/2003, de 28 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de preparados peligrosos.
- Real Decreto 1802/2008, de 3 de noviembre, por el que se modifica el Reglamento sobre notificación de sustancias nuevas y clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas, aprobado por Real Decreto 363/1995, de 10 de

marzo, con la finalidad de adaptar sus disposiciones al Reglamento (CE) n.º 1907/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo (Reglamento REACH).

- Real Decreto 717/2010, de 28 de mayo, por el que se modifican el Real Decreto 363/1995, de 10 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas y el Real Decreto 255/2003, de 28 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de preparados peligrosos.

Asimismo, el PNIR (2008-2015), propuso que antes de 2012, se debería tener disponible un sistema de información de residuos peligrosos para mejorar el control de los traslados y de la gestión de estos residuos y que a su vez, posibilitara mejorar la información sobre las cantidades producidas y gestionadas de residuos peligrosos. Este objetivo se ha materializado en una serie de proyectos como el “*Proyecto Éter*” (Resolución de 20/01/2009).

En la tabla 3.14, se muestran los residuos peligrosos generados en la UE-27 durante el periodo 2004-2010 (últimos datos disponibles). En ella se observa que el país que más residuos peligrosos generó durante el periodo considerado fue Estonia, alcanzando en 2010 más de 6,7 toneladas de residuos peligrosos por persona. En segundo lugar se encuentra Bulgaria, con 1,8 toneladas de residuos per cápita. Otros países que también superaron la media europea fueron Luxemburgo, Finlandia, Irlanda, Bélgica, Dinamarca, Suecia, Holanda y Alemania. Por su parte, España generó durante 2010 unos 64 kilogramos de residuos peligrosos per cápita, lo que supone una caída del -12,3% respecto a 2004.

Los países que menos residuos peligrosos generaron fueron en el siguiente orden Grecia, Letonia, Rumanía, Lituania, Polonia, Malta, Chipre, Hungría y Eslovenia.

Hay que indicar que a excepción de Chipre, Rumanía, Malta, Hungría, Grecia, Portugal, Bélgica, España, República Checa, Polonia y Eslovaquia, el resto de países de la UE-27 han tenido tasas de variación positivas durante el periodo considerado. Las mayores tasas de crecimiento las han tenido Dinamarca (445,8%); Letonia (357,1%); Luxemburgo (177,8%); Irlanda (142,7%); y Holanda (103,1%).

Tabla 3.14. Generación de residuos peligrosos en la UE-27. 2004-2010. Kilogramos por persona.

	2004	2006	2008	2010		2004	2006	2008	2010
Alemania	242	263	272	244	Hungría	135	129	67	54
Austria	124	116	160	176	Irlanda	178	166	166	432
Bélgica	499	383	553	410	Italia	106	128	113	144
Bulgaria	1.529	1.760	1.741	1.833	Letonia	7	29	31	32
Chipre	153	23	30	45	Lituania	27	29	36	36
Dinamarca	59	69	76	322	Luxemburgo	270	495	407	750
Eslovaquia	79	99	98	77	Malta	110	126	135	41
Eslovenia	54	58	76	59	Polonia	42	62	39	39
España	73	91	79	64	Portugal	216	576	319	154
Estonia	5.382	4.914	5.638	6.731	Reino Unido	133	139	118	151
Finlandia	412	515	407	477	Rep. Checa	142	128	145	130
Francia	140	140	170	178	Rumanía	107	50	26	33
Grecia	39	25	23	26	Suecia	181	292	224	270
Holanda	131	314	271	266	UE-27	181	204	196	203

Fuente: Eurostat (2014a).

Durante 2010, de los residuos peligrosos de la UE-27, un 48,3% fueron eliminados, de los que el 42,8% se destinaron vertederos, y el 5,4% fueron incinerados. Por su parte, el 51,7% de los residuos peligrosos fueron valorizados principalmente a través de tratamientos de valorización exceptuando la incineración (con recuperación energética) (45,5%), frente a métodos de recuperación de energía (6,2%).

Por países se observa una gran heterogeneidad en cuanto al tipo de tratamiento utilizado. Así pues, en cuanto a los métodos de eliminación, la mayoría opta por la eliminación en vertedero, especialmente en Bulgaria, Estonia, Reino Unido, Eslovaquia, Finlandia, Dinamarca, Chipre y Suecia, con porcentajes superiores a la media europea. La incineración como método de eliminación no fue muy empleado en la UE-27, salvo en Malta, donde todos los residuos peligrosos fueron incinerados.

En cuanto a la valorización de residuos, se optó principalmente por otros tratamientos de valorización (excl. la incineración como método de recuperación energética). En este caso hay que indicar que la mayoría de los Estados miembros superaron el promedio europeo, excepto Malta, Bulgaria, Reino Unido, Estonia, Eslovaquia, Finlandia, Rumanía, Dinamarca, Suecia y Francia. Respecto al tratamiento de incineración como proceso de recuperación energética, los mayores porcentajes se corresponden con Rumanía, Austria, Dinamarca, Irlanda, Portugal, Alemania, Francia, Suecia y Luxemburgo, superando el 10,0%.

Tabla 3.15. Residuos peligrosos generados y tratados en la UE-27 2010.

	Residuos generados Kg/persona	Valorización %		Eliminación	
		Incineración	Otros tratamientos de valorización	Incineración	Vertedero
Alemania	244	13,6%	59,5%	5,9%	20,9%
Austria	176	22,0%	49,1%	16,9%	12,0%
Bélgica	410	1,5%	90,3%	1,1%	7,0%
Bulgaria	1.833	0,0%	0,4%	0,0%	99,6%
Chipre	45	4,3%	47,3%	0,3%	48,1%
Dinamarca	322	17,9%	29,3%	0,0%	52,7%
Eslovaquia	77	1,8%	13,9%	19,3%	65,0%
Eslovenia	59	8,6%	49,2%	12,5%	29,7%
España	64	7,5%	59,0%	0,7%	32,9%
Estonia	6.731	0,2%	10,5%	0,0%	89,4%
Finlandia	477	4,4%	21,0%	10,4%	64,3%
Francia	178	12,6%	40,1%	15,3%	32,0%
Grecia	26	3,7%	81,8%	3,5%	11,0%
Holanda	266	5,2%	57,2%	12,9%	24,7%
Hungría	54	6,9%	51,3%	18,6%	23,3%
Irlanda	432	16,7%	68,0%	7,4%	7,9%
Italia	144	3,9%	60,1%	12,3%	23,7%
Letonia	32	6,4%	82,9%	0,4%	10,3%
Lituania	36	0,0%	87,7%	3,0%	9,3%
Luxemburgo	750	10,1%	89,9%	0,0%	0,0%
Malta	41	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%
Polonia	39	0,4%	70,8%	9,2%	19,6%
Portugal	154	15,8%	52,3%	3,4%	28,5%
Reino Unido	151	0,7%	8,4%	20,0%	71,0%
Rep. Checa	130	5,0%	81,8%	6,0%	7,2%
Rumanía	33	43,0%	27,1%	6,7%	23,2%
Suecia	270	10,8%	31,9%	11,2%	46,2%
UE-27	203	6,2%	45,5%	5,4%	42,8%

Fuente: Eurostat (2014a).

Nota: La incineración como tratamiento de valorización, consiste en la recuperación energética.

3.4.2.5. Envases y residuos de envases.

La Directiva 94/62/CE relativa a los envases y residuos de envases, define envase como “todo producto fabricado con cualquier material de cualquier naturaleza que se utilice para contener, proteger, manipular, distribuir y presentar mercancías, desde materias primas hasta artículos acabados, y desde el fabricante hasta el usuario o el consumidor. Se considerarán también envases todos los artículos “desechables” utilizados con este mismo fin” (Directiva 94/62/CE, de 20/12/1994, art. 3.1).

La Directiva 2004/12/CE que modifica la Directiva 94/62/CE, establece una serie de criterios para aclarar la definición anterior, ya que es demasiado amplia. Así pues, la Directiva 2004/12/CE pone de manifiesto: *“la definición de “envase” se basará además en los criterios que se establecen a continuación. Los artículos que figuran en el anexo I son ejemplos ilustrativos de la aplicación de estos criterios.*

- i. Se considerarán envases los artículos que se ajusten a la definición mencionada anteriormente sin perjuicio de otras funciones que el envase también pueda desempeñar, salvo que el artículo forme parte integrante de un producto y sea necesario para contener, sustentar, o preservar dicho producto durante toda su vida útil y todos sus elementos estén destinados a ser usados, consumidos o eliminados conjuntamente.*
- ii. Se considerarán envases los artículos diseñados y destinados a ser llenados en el punto de venta y los artículos desechables vendidos llenos o diseñados y destinados al llenado en el punto de venta, a condición de que desempeñen la función de envase.*
- iii. Los elementos del envase y elementos auxiliares integrados en él se considerarán parte del envase al que van unidos; los elementos auxiliares directamente colgados del producto o atados a él y que desempeñen la función de envase se considerarán envases, salvo que formen parte integrante del producto y todos sus elementos estén destinados a ser consumidos o eliminados conjuntamente” (Directiva 2004/12/CE, de 11/02/2004, art. 1.1).*

Esta definición, junto a las aclaraciones y ejemplos que se ofrecen en el anexo I de dicha Directiva, delimitan la definición de envase. Así pues, las bolsas de té no son envases, pero sí lo son las películas o láminas de envoltura de las cajas de CD, al igual que las etiquetas colgadas directamente del producto o atadas a él.

Asimismo, la Directiva 94/62/CE, ha sido modificada por la Directiva 2005/20/CE, que establece excepciones en los objetivos y en los plazos fijados para los Estados que se incorporaron recientemente a la UE-27; así como por el Reglamento (CE) n° 219/2009, en lo que se refiere al procedimiento de reglamentación con control (CE, 2014a).

El objetivo de la Directiva 94/62/CE es armonizar las medidas nacionales en materia de gestión de envases y los residuos asociados a ellos para minimizar el impacto medioambiental así como *“garantizar el funcionamiento del mercado interior y evitar los obstáculos comerciales, así como falseamientos y restricciones de la competencia dentro*

de la Comunidad” (Directiva 94/62/CE, consideraciones). Por ello, dicha Directiva es de aplicación a todos los envases y residuos de envases que circulen por los países de la UE, independientemente del uso o del origen de los mismos.

En este sentido, los Estados miembros deben adoptar las medidas que consideren oportunas para evitar la generación de este tipo de residuos e impulsar los sistemas de reutilización de envases, reduciendo así su impacto sobre el medio ambiente, a través de sistemas de devolución de envases, recogida y recuperación con objeto de alcanzar los siguientes objetivos cuantitativos expuestos en la Directiva 2004/12/CE:

- Para el 30 de junio de 2001, se esperaba que la valorización o incineración en instalaciones de incineración de residuos con valorización de energía, estuviera entre un mínimo del 50% y un máximo del 65% en peso de los residuos de envases.
- Para el 31 de diciembre de 2008, se esperaba que la valorización o incineración en instalaciones de incineración de residuos con valorización de energía, estuviera entre un mínimo del 60% en peso de los residuos de envases.
- Para el 30 de junio de 2001, se esperaban tasas de reciclaje entre un mínimo del 25% y un máximo de los 45% en peso de la totalidad de los materiales de envasado contenidos en los residuos de envases, con un mínimo del 15% en peso para cada material de envasado.
- Para el 31 de diciembre de 2008, se esperaban tasas de reciclaje entre un mínimo del 55% y un máximo del 80% en peso de los residuos de envases.
- Para el 31 de diciembre de 2008, se proponía alcanzar los siguientes objetivos mínimos de reciclado de los materiales contenidos en los residuos de envases:
 - El 60% de vidrio, papel y cartón;
 - El 50% de metales;
 - El 22,5% de plásticos;
 - y el 15% de madera.

Según indica la Comisión Europea, el informe de 2006 sobre la aplicación de la Directiva 94/62/CE relativa a los envases y a sus residuos concluyó que casi la mitad de los Estados miembros disfrutaban de exenciones hasta 2015, en cuanto al cumplimiento de los objetivos se refiere. De hecho, la Directiva 2005/20/CE que modifica algunos aspectos de la Directiva 94/62/CE, concede un plazo suplementario hasta 2015 a los nuevos Estados miembros que se adhirieron en la última ampliación de la UE (CE, 2014a). A

pesar de ello, la Comisión Europea añade que los objetivos que se fijaron para 2008 en la Directiva 2004/12/CE deberían seguir siendo válidos, incluso con posterioridad a esta fecha.

Existen algunas excepciones en el cumplimiento de estos objetivos, como ocurre en el caso de Grecia, Irlanda y Portugal. En estos países, dada la cantidad de pequeñas islas, zonas rurales y montañosas, y el bajo consumo de envases, se les ha ampliado el margen temporal, debiendo cumplir los objetivos en 2011, y no en 2008.

En España, los envases y residuos de envases tienen normativa específica, en la que se materializan las disposiciones europeas:

- Ley 11/1997, de 24 de abril, de Envases y Residuos de Envases.
- Real Decreto 782/1998, de 30 de abril, por el que se aprueba el Reglamento para el desarrollo y ejecución de la Ley 11/1997, de 24 de abril, de Envases y Residuos de Envases.
- Orden de 21 de octubre de 1999 por la que se establecen las condiciones para la no aplicación de los niveles de concentración de metales pesados establecidos en el artículo 13 de la Ley 11/1997, de 24 de abril, de Envases y Residuos de Envases, a las cajas y paletas de plástico reutilizables que se utilicen en una cadena cerrada y controlada.
- Orden de 12 junio de 2001 por la que se establecen las condiciones para la no aplicación a los envases de vidrio de los niveles de concentración de metales pesados establecidos en el artículo 13 de la Ley 11/1997, de 24 de abril, de Envases y Residuos de Envases.
- Real Decreto 208/2005, de 25 de febrero, sobre aparatos eléctricos y electrónicos y la gestión de sus residuos.
- Real Decreto 252/2006, de 3 de marzo, por el que se revisan los objetivos de reciclado y valorización establecidos en la Ley 11/1997, de 24 de abril, de Envases y Residuos de Envases, y por el que se modifica el Reglamento para su ejecución, aprobado por el Real Decreto 782/1998, de 30 de abril.
- Orden MAM/3624/2006, de 17 de noviembre, por la que se modifican el Anejo 1 del Reglamento para el desarrollo y ejecución de la Ley 11/1997, de 24 de abril, de envases y residuos de envases, aprobado por el Real Decreto 782/1998, de 30 de abril y la Orden de 12 de junio de 2001, por la que se establecen las condiciones para la no aplicación a los envases de vidrio de los niveles de concentración de

metales pesados establecidos en el artículo 13 de la Ley 11/1997, de 24 de abril, de envases y residuos de envases.

- Orden AAA/1783/2013, de 1 de octubre, por la que se modifica el anejo 1 del Reglamento para el desarrollo y ejecución de la Ley 11/1997, de 24 de abril, de Envases y Residuos de Envases, aprobado por Real Decreto 782/1998, de 30 de abril.

En la tabla 3.16, se muestran los residuos de envases generados y tratados en la UE-27 para el año 2011 (últimos datos disponibles). Para este año, en la UE-27 se generaron 80,2 millones de toneladas de este tipo de residuos, de los que se valorizaron 62,0 millones de toneladas principalmente a través de operaciones de reciclado (51,0 millones de toneladas).

Por países, los envases y residuos de envases son en su mayoría valorizados, principalmente a través de operaciones de reciclaje. Las mayores tasas de valorización de este tipo de residuos se corresponden con Alemania, Bélgica, Holanda, Austria, Luxemburgo, Dinamarca, Finlandia, Suecia e Irlanda, con tasas superiores a la media europea (77,3%). En general, las tasas de valorización son bastante elevadas, ya que en todos los países superan el 44,7% correspondiente a Malta. En cuanto a las tasas de reciclado, los valores oscilan entre el 41,2% de Polonia y el 80,2% de Bélgica, lo que pone de manifiesto que ésta es la opción de valorización preferida de residuos de envases.

En el caso de España, en 2011 se generaron 7,1 millones de toneladas de residuos de envases, y se valorizaron el 72,1%, un porcentaje ligeramente inferior a la media europea, aunque similar a las tasas obtenidas por Italia, Francia, República Checa, Eslovenia o Reino Unido. Al igual que para el conjunto europeo, en España el método de valorización elegido para este tipo de residuos es el reciclaje, con una tasa del 64,4%, ligeramente superior a la de la media europea.

Según el “*Perfil ambiental de España 2012*” (MAGRAMA, 2013c), a pesar de esta tendencia, las tasas globales de reciclado y valorización de residuos de envases, ofrecen una tendencia de crecimiento prácticamente constante, por lo que se espera que estas tasas se mantengan en los años venideros.

Tabla 3.16. Residuos de envases generados y tratados en la UE-27 2011. Toneladas.

	Residuos generados a	Incineración b	Reciclado c	Otro reciclado (incl. compostaje) d	Total reciclado e=c+d	Otra valorización f	Total valorización g=b+e+f	Tasa de reciclado e/a	Tasa de valorización g/a
Alemania	16.486.200	4.231.847	11.707.200	122.400	11.829.600	0	16.061.447	71,8%	97,4%
Austria	1.232.059	335.054	810.081	899	810.980	8.997	1.155.031	65,8%	93,7%
Bélgica	1.702.505	285.118	1.364.890	0	1.364.890	0	1.650.008	80,2%	96,9%
Bulgaria	314.639	847	204.939	0	204.939	529	206.315	65,1%	65,6%
Chipre	75.554	55	39.255	0	39.255	0	39.310	52,0%	52,0%
Dinamarca	883.096	319.968	479.371	0	479.371	0	799.339	54,3%	90,5%
Eslovaquia	443.673		276.805	0	276.805	6.936	288.545	62,4%	65,0%
Eslovenia	207.396	14.259	131.434	515	131.949	0	146.208	63,6%	70,5%
España	7.146.841	547.150	4.525.617	76.798	4.602.415	0	5.149.565	64,4%	72,1%
Estonia	193.029	8.013	112.415	8.921	121.336	0	129.349	62,9%	67,0%
Finlandia	709.643	0	416.372	0	416.372	0	635.902	58,7%	89,6%
Francia	12.810.715	1.269.900	7.840.991	8.900	7.849.891	0	9.119.791	61,3%	71,2%
Grecia	866.090	0	540.630	0	540.630	0	540.630	62,4%	62,4%
Holanda	2.748.000	638.320	1.977.000	0	1.977.000	0	2.615.320	71,9%	95,2%
Hungría	838.449	0	422.777	74.439	497.216	523	527.592	59,3%	62,9%
Irlanda	863.596	69.971	612.308	0	612.308	0	682.279	70,9%	79,0%
Italia	11.637.700	1.105.187	7.496.078	13.226	7.509.304	0	8.614.491	64,5%	74,0%
Letonia	216.089	966	110.031	11	110.042	5.085	116.093	50,9%	53,7%
Lituania	292.348	2.018	181.886	0	181.886	0	183.904	62,2%	62,9%
Luxemburgo	112.047	27.721	72.484	3.957	76.440	0	104.161	68,2%	93,0%
Malta	53.253	261	22.503	0	22.503	1.042	23.806	42,3%	44,7%
Polonia	4.611.056	323.357	1.859.020	42.630	1.901.650	350.291	2.575.298	41,2%	55,9%
Portugal	1.565.838	70.035	914.585	0	914.585	0	984.620	58,4%	62,9%
Reino Unido	10.929.657	685.612	6.641.896	7.169	6.649.065	0	7.334.677	60,8%	67,1%
Rep. Checa	945.316	52.048	659.175	0	659.175	0	711.223	69,7%	75,2%

Continúa

	Residuos generados a	Incineración b	Reciclado c	Otro reciclado (incl. compostaje) d	Total reciclado e=c+d	Otra valorización f	Total valorización g=b+e+f	Tasa de reciclado e/a	Tasa de valorización g/a
Rumanía	992.510	43.820	496.040	0	496.040	0	539.860	50,0%	54,4%
Suecia	1.294.793	301.601	737.545	0	737.545	0	1.039.146	57,0%	80,3%
UE-27	80.172.092	n.d.	n.d.	n.d.	51.013.192	n.d.	61.973.910	63,6%	77,3%

Fuente: Eurostat (2014a).

3.4.2.6. Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.

Según AEMA (2010), los RAEE constituyen uno de los flujos de residuos que han tenido un crecimiento más rápido en los últimos años. Ello se debe principalmente al acortamiento del ciclo de vida de estos productos, debido a su mayor reemplazo por nuevos aparatos eléctricos y electrónicos.

Esta categoría de residuos, está recogida en la Directiva 2002/96/CE sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, complementada con la Directiva 2002/95/CE sobre restricciones a la utilización de determinadas sustancias peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos. Desde su entrada en vigor, ambas Directivas han sufrido ciertas modificaciones¹⁶.

La Directiva 2002/96/CE, tiene por objetivo *“prevenir la generación de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos y además, la reutilización, el reciclado y otras formas de valorización de dichos residuos, a fin de reducir su eliminación. Asimismo, se pretende mejorar el comportamiento medioambiental de todos los agentes que intervienen en el ciclo de vida de los aparatos eléctricos y electrónicos, por ejemplo, los productores, distribuidores y consumidores, y en particular, de aquellos agentes directamente implicados en el tratamiento de los residuos derivados de estos aparatos”* (Directiva 2002/96/CE, de 27/01/2003, art. 1).

Esta Directiva tiene como ámbito de aplicación, los aparatos eléctricos y electrónicos siguientes: grandes y pequeños electrodomésticos; equipos informáticos y de telecomunicaciones; aparatos electrónicos de consumo; aparatos de alumbrado; herramientas eléctricas y electrónicas (con excepción de las herramientas industriales fijas de gran envergadura); juguetes y equipos deportivos y de tiempo libre; materiales médicos (con excepción de los productos implantados e infectados); instrumentos de mando y control; y máquinas expendedoras.

¹⁶ Las Directivas que han modificado las Directiva 2002/96/CE y la 2002/95/CE han sido: la Directiva 2003/108/CE, por la que se modifica la Directiva 2002/96/CE; la Directiva 2008/34/CE, que modifica a la Directiva 2002/96/CE, en lo que se refiere a las competencias de ejecución atribuidas a la Comisión; la Directiva 2008/35/CE, que modifica a la Directiva 2002/95/CE, en lo que se refiere a las competencias de ejecución atribuidas a la Comisión; y la Directiva 2008/112/CE, que modifica las Directivas 76/768/CEE, 88/378/CEE y 1999/13/CE del Consejo y las Directivas 2000/53/CE, 2002/96/CE y 2004/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo para adaptarlas al Reglamento (CE) nº 1272/2008, sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas.

Asimismo, esta Directiva propone una serie de objetivos cuantitativos a alcanzar por los países miembros de la UE-27. Así pues, en cuanto a la recogida selectiva, la Directiva manifiesta que cada país ha de reducir al mínimo la eliminación de RAEE con los residuos urbanos no seleccionados, y han de establecer una recogida selectiva de los RAEE. Para ello, la Directiva establecía que para el año 2005, los países miembros debían de cumplir:

- Que los poseedores finales y los distribuidores pudieran devolver gratuitamente estos residuos.
- Que los distribuidores de un producto nuevo garantizaran que tales residuos puedan serles devueltos de forma gratuita y uno por uno.
- Que los fabricantes pudieran crear y explotar sistemas de recogida individual o colectiva.
- Que se pudiera prohibir la devolución de los residuos que presenten un riesgo sanitario o de seguridad para las personas por estar contaminados.

Asimismo, la Directiva establecía un objetivo de recogida de 4 kilogramos de RAEE procedentes de hogares particulares por habitante y año para alcanzarlo a más tardar el 31 de diciembre de 2006. A pesar de ello, en la actualidad se ha remitido una propuesta que pretende incrementar este objetivo hasta alcanzar una tasa de recogida selectiva del 65%. Dicha tasa es calculada a partir de la cantidad media de aparatos eléctricos y electrónicos que circulan en el mercado en los dos años precedentes (Camacho et al., 2012).

Esta Directiva se ha transpuesto en España a través del Real Decreto 208/2005, de 25 de febrero, sobre aparatos eléctricos y electrónicos y la gestión de sus residuos.

En cuanto a la valorización de los RAEE, la Directiva proponía que el porcentaje de valorización en peso medio por aparato debía aumentar hasta el 80% en el caso de los grades electrodomésticos y máquinas expendedoras. En el caso de los pequeños electrodomésticos, aparatos de alumbrado, herramientas eléctricas y electrónicas, juguetes y equipos deportivos y de tiempo libre, así como en el caso de los instrumentos de mando y control, la Directiva reducía la tasa de valorización hasta el 70%. Y en el caso de los equipos informáticos y de telecomunicaciones, y los aparatos electrónicos de consumo el porcentaje de valorización en peso medio por aparato debía de ser del 75%. Estos objetivos debían cumplirse a más tardar el 31 de diciembre de 2006.

Para esa misma fecha, los porcentajes de reutilización y reciclado debían aumentar hasta el 80% en peso medio por aparato en el caso de las lámparas; un 75% para los grandes electrodomésticos y máquinas expendedoras; un 50% para los pequeños electrodomésticos, aparatos de alumbrado, herramientas eléctricas y electrónicas, juguetes, equipos deportivos y de tiempo libre, e instrumentos de mando y control; y un 65% para los pequeños electrodomésticos, equipos informáticos y de telecomunicaciones y aparatos electrónicos de consumo.

Dada la obsolescencia de las fechas propuestas para el cumplimiento de estos objetivos, las autoridades europeas propondrán nuevos objetivos para alcanzar en el medio y largo plazo.

Asimismo, a nivel estatal, el PNIR (2008-2015), plantea una serie de objetivos cualitativos y cuantitativos. Entre los primeros, destacan: completar el Registro Nacional de Productores de aparatos eléctricos y electrónicos; incrementar la entrega de los RAEE por parte de los usuarios finales; incrementar el porcentaje de recogida de RAEE en puntos de distribución; asegurar la recogida en todo el territorio nacional; construir plantas de tratamiento específicas para RAEE, con capacidad suficiente para atender a la demanda de gestión que se genere; y asegurar un mayor control de la gestión diferenciada de los residuos peligrosos. Entre los objetivos cuantitativos, se planteó no limitar el objetivo de recogida a 4 kilogramos por habitante y año, sino adoptar medidas para que se recoja el máximo posible acorde con el volumen de aparatos eléctricos y electrónicos puestos en el mercado cada año (Resolución de 20/01/2009).

En la tabla 3.17, se muestra la generación y tratamiento de los RAEE en la UE-27 para 2011. Hay que indicar que no existen datos para el conjunto de la UE-27, aunque sí para todos los Estados miembros, aunque hay variables para los que algunos de ellos no disponen de información.

Dicha tabla muestra unas importantes tasas de recuperación de RAEE en Holanda, Bulgaria, Suecia, Dinamarca e Italia, superiores al 50,0%. Hay que destacar el caso de Holanda, donde las toneladas de RAEE recuperadas son superiores a los envases puestos en el mercado, esto se debe a la importación de estos residuos.

En el lado opuesto se encuentran Malta, Chipre y Rumanía, con tasas de recuperación inferiores al 20,0%. España también se encuentra entre los países con unas tasas de recuperación más bajas, con un 21,2%.

En cuanto a la tasa de valorización hay que indicar que un gran porcentaje de los RAEE recuperados son valorizados, ya que todos los países cuentan con valores

superiores al 70,0%, con la excepción de Malta (57,1%), y Reino Unido para el que no se disponen de datos. Por su parte, España cuenta con una tasa del 73,7%.

Aunque no hay información disponible para muchos Estados miembros, la tendencia para los Estados de los que sí se disponen de datos es que optan por el reciclaje de RAEE, como principal tratamiento de valorización. En efecto, todos los países tienen tasas de reciclaje superiores al 70,0%, excepto Malta que tiene un 56,4% y España con un 66,7%.

Tabla 3.17. Generación y tratamiento de RAEE 2011. Kilogramos.

	Productos puestos en el mercado	Recuperación	Valorización	Reutilización	Reciclado	Total reciclado y reutilizado	Tasa de recuperación	Tasa de valorización	Tasa de reutilización	Tasa de reciclado
	a	b	c	d	e	f=d+e	b/a	c/b	d/b	e/b
Alemania	1.730.794	777.035	736.321	8.873	634.206	643.079	44,9%	94,8%	1,1%	81,6%
Austria	165.810	74.256	66.371	1.292	58.055	59.347	44,8%	89,4%	1,7%	78,2%
Bélgica	294.530	105.556	91.893	5.496	79.151	84.647	35,8%	87,1%	5,2%	75,0%
Bulgaria	51.207	45.056	36.173	0	35.305	35.305	88,0%	80,3%	0,0%	78,4%
Chipre	19.178	2.609	1.869	21	1.848	1.869	13,6%	71,6%	0,8%	70,8%
Dinamarca	147.557	82.931	75.416	n.d.	n.d.	69.281	56,2%	90,9%	n.d.	n.d.
Eslovaquia	49.252	21.916	19.374	381	18.708	19.089	44,5%	88,4%	1,7%	85,4%
Eslovenia	28.441	8.674	7.049	n.d.	n.d.	6.805	30,5%	81,3%	n.d.	n.d.
España	746.801	158.099	116.496	1.040	105.531	106.571	21,2%	73,7%	0,7%	66,7%
Estonia	13.199	5.630	5.389	n.d.	n.d.	4.654	42,7%	95,7%	n.d.	n.d.
Finlandia	148.157	50.867	46.567	183	44.821	45.004	34,3%	91,5%	0,4%	88,1%
Francia	1.635.493	433.959	356.658	11.524	324.467	335.991	26,5%	82,2%	2,7%	74,8%
Grecia	178.260	46.527	45.598	0	45.598	45.598	26,1%	98,0%	0,0%	98,0%
Holanda	61.696	128.119	121.084	1	102.324	102.325	207,7%	94,5%	0,0%	79,9%
Hungría	124.178	40.521	35.236	131	33.220	33.351	32,6%	87,0%	0,3%	82,0%
Irlanda	96.360	44.431	36.342	315	35.373	35.688	46,1%	81,8%	0,7%	79,6%
Italia	1.117.406	582.482	525.476	n.d.	n.d.	502.292	52,1%	90,2%	n.d.	n.d.
Letonia	15.290	4.287	3.629	0	3.629	3.629	28,0%	84,7%	0,0%	84,7%
Lituania	23.994	8.928	6.983	n.d.	n.d.	6.467	37,2%	78,2%	n.d.	n.d.
Luxemburgo	17.020	4.823	4.348	n.d.	n.d.	4.133	28,3%	90,2%	n.d.	n.d.
Malta	14.291	1.535	877	0	865	865	10,7%	57,1%	0,0%	56,4%
Polonia	487.108	112.246	88.694	340	87.711	88.051	23,0%	79,0%	0,3%	78,1%
Portugal	157.065	46.673	40.551	14	39.644	39.658	29,7%	86,9%	0,0%	84,9%
Reino Unido	1.534.576	479.356	n.d.	39.080	n.d.	n.d.	31,2%	n.d.	8,2%	n.d.

Continúa

	Productos puestos en el mercado	Recuperación	Valorización	Reutilización	Reciclado	Total reciclado y reutilizado	Tasa de recuperación	Tasa de valorización	Tasa de reutilización	Tasa de reciclado
	a	b	c	d	e	f=d+e	b/a	c/b	d/b	e/b
Rep. Checa	166.063	52.989	48.980	n.d.	n.d.	45.946	31,9%	92,4%	n.d.	n.d.
Rumanía	151.317	26.247	23.604	n.d.	n.d.	22.238	17,3%	89,9%	n.d.	n.d.
Suecia	232.403	161.444	148.250	202	135.288	135.490	69,5%	91,8%	0,1%	83,8%

Fuente: Eurostat (2014a).

Nota: la tasa de recuperación en Holanda es mayor al 100% debido a la importación de envases, por lo que el volumen de toneladas recuperadas de RAEE es superior a lo que se pone en el mercado por la industria doméstica.

PARTE II. PRODUCCIÓN Y COMERCIO EXTERIOR DE PASTA, PAPEL Y CARTÓN

*“Toma ejemplo del papel,
que se hace de trapos viejos
y sube hasta los Consejos
y a que escriba el rey en él.
¿Quién hay que aliento no cobre
viendo el papel que ha subido
a escribirle al rey, si ha sido
una camisa de pobre?”*

Lope de Vega, “lo que ha de ser”

CAPÍTULO 4. LA FABRICACIÓN DE PAPEL Y CARTÓN COMO PROCESO SOSTENIBLE.

4.1. EL PAPEL A LO LARGO DE LA HISTORIA.

En este apartado se exponen unas breves pinceladas del desarrollo histórico del papel, información que ha sido extraída principalmente de ASPAPEL (Asociación Española de Fabricantes de Pasta, Papel y Cartón, ASPAPEL, 2007b) y de Holik (2013a).

Se estima que el papel tiene unos 1.800 años de historia, aunque hay que indicar que antes de la invención del papel existían otros soportes para sustentar la escritura.

El papel primitivo proporcionó al hombre un medio para plasmar sus vivencias, marcando un antes y un después en el conocimiento de la historia, y gracias a su consistencia y durabilidad, los textos de nuestros antepasados se han mantenido hasta nuestros días. Sin la invención del papel así como de otros medios predecesores, esta divulgación de información y conocimientos no hubiese tenido lugar.

Uno de los problemas que nuestros antepasados encontraron durante el perfeccionamiento del lenguaje escrito era su soporte, que en un principio se hacía en piedra, madera, metales o arcilla y dificultaba la escritura, ya que la preparación del material, el tallado, etc., requería bastante tiempo. Tuvieron que pasar miles de años hasta que se encontraron materiales más apropiados, como el papiro, el pergamino y el papel.

En tiempos prehistóricos, y en muchas culturas a lo largo del Ecuador, se utilizaron “telas” obtenidas a partir de fibras y cortezas vegetales, para vestirse y para decorar. Este sucedáneo de tela, se obtenía triturando y presionando la parte interna de la corteza de arbustos y árboles como moreras, tilos, etc., y era conocido como “tapa”, una palabra de origen Polinesio. La *tapa*, era un material similar al papel grueso, en el que se notaban las marcas de los mazos al golpearlo. Había varias formas de hacer la tapa. La primera de ellas consistía en pelar la corteza interior de los arbustos o árboles, y una vez obtenidas las fibras vegetales se trituraban con un mazo hasta formar una pieza grande y fina. La técnica más sofisticada consistía en cortar pequeñas tiras de fibras vegetales y cocinarlas durante varias horas con ceniza obtenida de madera. Después, las tiras se enjuagaban, se colocaban juntas en una tabla de madera y se golpeaban con un mazo, hasta formar una hoja en la tabla. Finalmente, se secaba y se alisaba.

Las técnicas de filtrado también se remontan a la prehistoria. Las fibras vegetales, así como animales, se separaban y se extendían en unas capas gruesas de tela u otros

materiales. Estas fibras se cubrían con otra de estas capas y se enrollaban, para después golpearlo y conseguir que se pegaran. Este procedimiento se repetía una y otra vez hasta alcanzar el resultado deseado. En ocasiones, se utilizaba agua para remojar las fibras (Holik, 2013a).

A partir del continuo perfeccionamiento de estos métodos, en el siglo II d.C. se desarrolló el *pergamino*, una piel de res o de otros animales, sin curtir, sin pelo y limpia, macerada en cal y satinada. Su nombre se debe a la ciudad donde se inventó, Pergamon, actualmente conocida como Bergama (Turquía), donde artesanos especializados lograron mejorar su calidad e incrementar la fabricación, haciendo que el pergamino se constituyera como el principal material para escribir durante toda la Edad Media.

El *papiro* se considera el principal material de escritura utilizado desde el tercer milenio a.C. en el Antiguo Egipto. Los egipcios lo obtenían a partir del interior del tallo del papiro, una planta que crece en abundancia en las orillas del río Nilo. Una vez cortada en tiras largas y delgadas se entrelazaban, colocándolas una al lado de la otra, y encima de éstas se ponían otras en sentido perpendicular. Esta hoja se prensaba y golpeaba con un mazo de madera hasta obtener un grosor uniforme. Después se dejaba secar y se alisaba. Una vez que la hoja ya estaba seca y alisada, se pegaban unas hojas con otras para formar un rollo listo para escribir. Estos rollos de papiro fueron exportados en grandes cantidades a la zona del Mediterráneo hasta el siglo VIII de nuestra era, debido a la invasión árabe que paralizó el tráfico entre Oriente y Europa, así como por la competencia del pergamino (ASPAPPEL, 2007b).

Las técnicas más antiguas de elaboración del papel tal y como lo conocemos hoy día, se desarrollaron en China, donde se creó un material en el que se podía escribir, bastante barato y duradero, que fue reemplazando al papiro y al pergamino, con los que convivió en sus inicios. Estas técnicas ancestrales aún son utilizadas tradicionalmente en algunas zonas del Himalaya, en pequeños pueblos de China, y en otras remotas áreas del Sudeste Asiático.

Aunque hay pruebas fehacientes de la existencia de papel desde el año 98 a.C., las primeras crónicas relacionadas con la historia del papel datan del año 105 de nuestra era, en Loyang (China), cuando el oficial de la corte *Ts'ai Lun* presentó ante el emperador *Hai* una hoja de papel. Se puede considerar que fue éste el nacimiento del papel tal y como lo conocemos hoy día. *Ts'ai Lun* introdujo la novedad de desintegrar las fibras vegetales y residuos textiles con un mazo de madera en un mortero de piedra. Se le daba la forma a través de un marco de madera, en el que se sujetaba un tejido fino de bambú unido con

hilos de seda. Como material de cohesión para unir las fibras y dar la impermeabilidad necesaria, se utilizó un extracto de *agar*, una alga marina que se usaba con fines medicinales (ASPAPPEL, 2007b). Desde China, el papel se extendió a Corea y de ahí a Japón, contrastando con la lentitud con que llegó a Occidente. De hecho, en el siglo IV y V d.C., se ha constatado que había fabricantes de papel chinos en el centro de Asia, a través de la ruta de la seda, donde utilizaban las antiguas técnicas y las fibras vegetales locales como la morera negra. Allí, los Tibetanos aprendieron el arte de hacer papel y transfirieron el conocimiento hasta los altos valles del Himalaya donde solían utilizar raíces de plantas de la zona. El papel se fue extendiendo a toda Asia, aunque India mantuvo su tradición durante varios siglos, utilizando hojas de palmera, trapos, cortezas, etc.

Ya en el año 751 d.C., en plena expansión árabe hacia el este de Asia, el gobernador militar del califato de Bagdad capturó dos fabricantes de papel chinos. Estos prisioneros le desvelaron cómo se fabricaba el papel, dando lugar a que se construyera en Samarkanda (ciudad del actual Uzbekistán) el primer molino papelero en el mundo islámico. Poco después se crearon en Bagdad, Damasco, El Cairo, y en el Magreb.

Los árabes emplearon ramio, lino y cáñamo, y al no tener moreras, utilizaron moldes hechos de juncos. Además introdujeron grandes avances. Por ejemplo, debido a sus canales de riego, aplicaron la energía hidráulica a los molinos papeleros; hicieron hojas finas con trapos y las recubrieron con pasta de almidón (hecha de trigo o de arroz) o con goma arábica (resinas), sustancias que se podían colorear; comenzaron a blanquear las fibras con cal; y perfeccionaron muchas de las técnicas empleadas. Esto le dio al papel árabe una mejor presentación y unas estupendas propiedades para la escritura, aunque también era propenso a sufrir desperfectos a causa de la humedad o de los insectos.

La mayor disponibilidad de papel en el imperio islámico, estimuló la escritura, las enseñanzas clásicas, la medicina, matemáticas y la erudición en general, mientras que en Occidente se seguía usando el ya arcaico pergamino.

Entre los siglos X y XI, los árabes introdujeron los conocimientos de la elaboración del papel al Imperio Bizantino y a la Europa medieval a través de España e Italia (Amalfi y Génova).

Según ASPAPPEL (2007b), no se sabe con certeza cómo entró el papel en la España árabe ni dónde se fabricó por primera vez, pero hay indicios de que se introdujo a mediados del siglo X en Córdoba. Durante este siglo, Córdoba era uno de los grandes centros culturales del mundo islámico, estando la biblioteca de *Alhaquen II* que llegó a

tener 400.000 volúmenes. Si otras ciudades de su mismo esplendor como Bagdad, Damasco o El Cairo, ya disponían de molinos papeleros, Córdoba también tendría que tener, ya que por ella pasa el río Guadalquivir, disponía de almidón, bibliotecas y de los archivos del Califato. Por lo que, asimismo se cree que en la España musulmana debieron existir molinos papeleros en Córdoba, Sevilla, Granada y Toledo durante los siglos X y XI¹⁷.

Donde sí existen pruebas fehacientes de una verdadera industria papelera, es en Játiva. Además, en 1154, el geógrafo árabe *El Edrisi* (1.100-1.172) dijo: “*Játiva es una bonita villa con castillos [...] se fabrica papel como no se encuentra otro en el mundo. Se expide a Oriente y Occidente*” (ASPAPPEL, 2007b, pág. 5).

El papel fabricado en España contenía trapos así como fibras de esparto y cáñamo, observándose una mejor trituración debido a los avances introducidos por los musulmanes en las técnicas hidráulicas empleadas.

En el resto de Europa, los molinos papeleros fueron construyéndose en la ribera del Mediterráneo, destacando además de los españoles, los de Italia y los de Francia.

En el caso de Italia, el primer molino data de 1275-1276 en la ciudad de Fabriano, todavía famosa por su papel (artesanal e industrial). Fue en Fabriano, y después en otras ciudades italianas donde se introdujeron grandes innovaciones en la producción del papel, como la utilización de cola animal en el satinado (que permitía escribir con pluma y no rasgar el papel, y evitaba que la tinta traspasara el material) y la invención de la filigrana. De esta manera, Italia aventajó a España en la producción del papel.

En Francia, el molino más antiguo se remonta a la segunda mitad del siglo XIII en torno a Montpellier y, a pesar de que la fabricación de papel en Francia fue más tardía que en Italia, pronto se posicionó como un importante competidor de la producción italiana debido a la gran calidad de sus productos.

Hasta finales del siglo XIV no existen indicios de molinos papeleros en el centro de Europa. Sin embargo, años más tarde con la invención de la imprenta, se expanden rápidamente. El primer molino alemán se remonta a 1390 cerca de Nuremberg, establecido por *Ulman Stromer* que reclutó artesanos italianos para que trabajasen en él. En Bélgica, hay constancia de su existencia en 1405 en la ciudad de Bruselas. En Suiza

¹⁷ No obstante, uno de los primeros ejemplos de papel occidental, se encuentra en el monasterio benedictino de Santo Domingo de Silos (Burgos), en el que está escrito el Misal Mozárabe, estimándose que fue fabricado antes del año 1036, con lino y almidón, y una técnica muy parecida a la del papel árabe.

consta que existieron molinos de papel desde 1411 en Marly, y en Austria en Wiener-Naustard, en 1498. En Inglaterra, el primer papel fue producido alrededor de 1490 en el taller de *John Tate* en Stevenage. Sin embargo, fue durante los siglos XVII y XVIII cuando Inglaterra estableció una importante producción de papel de alta calidad. En el caso de Holanda, los primeros molinos se establecieron en 1586 con los talleres *Lunipart* y *Van Aelst*, cerca de Dordrecht, aunque su expansión y desarrollo no tuvo lugar hasta los siglos XVII y XVIII, debido a la inmigración de los papeleros franceses por las sucesivas guerras que tuvieron lugar en su país y a los avances técnicos acaecidos durante estas fechas (ASPAPPEL, 2007b; Holik, 2013a).

En Maguncia (Alemania) ya en el año 1440, *Johann Gutenberg*, desarrolló la imprenta con la que se pueden componer textos de cualquier extensión y obtener cuantiosas copias. Y, aunque previamente los romanos ya tuvieron sellos que imprimían hojas de inscripciones sobre objetos de arcilla alrededor del año 440 a.C.; de que en China, ya existía un sistema de imprenta de tipos móviles a partir de piezas de porcelana, en las que se tallaban los caracteres chinos; y de que en la Alta Edad Media se utilizaba la xilografía para copiar textos; es a *Johann Gutenberg* a quien se le asigna ser el inventor de la tipografía moderna, por alcanzar una mecanización no vista hasta ahora.

La imprenta facilitó la técnica para reproducir los textos, y revalorizó el papel, ya que además de sus características intrínsecas que facilitaban la escritura, era barato (costaba la décima parte que el pergamino), etc., contaba con gran durabilidad y, era más fácil de transportar, manejar y usar. Como consecuencia de ello, la imprenta incrementó exponencialmente la demanda de papel, por lo que se ubicaban talleres cerca de los molinos papeleros para abastecerse, dando lugar a que entre finales del siglo XV y mediados del siglo XVI, Europa estuviera repleta de molinos e imprentas. En efecto, una prensa de imprenta necesitaba diariamente tres resmas¹⁸ o mil quinientas hojas de papel, mientras que antes de su invención, esta cantidad de papel se demandaba en meses y no en días.

Otro hito de esta invención es que hasta estos momentos el papel era de uso restringido e incluso exclusivo, complementándose con el pergamino. Dado que con la

¹⁸ Según la *Real Academia Española*, una *resma* son 20 manos de papel. A partir de esta unidad se calculaba la *media resma* (500 hojas), *cuarta resma* (125 hojas), etc. Estas medidas tienen su origen porque antiguamente el papel se contaba a mano, se separaban las hojas de cinco en cinco, por lo que un *dedo* o *cuadernillo* equivalía a 5 hojas; una *mano* eran 5 *dedos* o 25 hojas; y veinte *manos de papel* (500 hojas), eran una *resma*.

imprensa, los libros podían ser editados en grandes tiradas y a un precio asequible, se produjo una auténtica revolución cultural (ASPAPPEL, 2007b).

Ante esta revolución cultural acaecida desde el Renacimiento y la invención de la imprenta, unida al descubrimiento y colonización de América, a las continuas guerras, a la expulsión los de moriscos (excelentes artesanos) y judíos (grandes conocedores del comercio), etc., los papeleros españoles se vieron colapsados para dar respuesta al incremento de la demanda de este material. Esta situación contrasta con Europa, donde se estaban realizando importantes avances en el proceso de manufactura del papel.

A pesar de la importante demanda de papel no sólo en la Metrópoli sino también las colonias¹⁹, la corona española no estimuló la construcción de molinos papeleros en América (aunque esto no indica que no se construyeran), ya que este producto fue durante mucho tiempo monopolio real, especialmente tras establecer el impuesto del papel sellado. Ante esta escasez de papel, se optó por su importación, procediendo principalmente de Francia e Italia, y en menor medida de molinos españoles, sobre todo catalanes.

No obstante, el primer molino papelerero americano se construyó en 1575, en Culhuacán (México), cuya producción se limitaba al ámbito local y sirvió para imprimir textos religiosos y evangelizar a los nativos de las tierras conquistadas. Sin embargo, los pueblos de América Central, en la era prehispánica, ya utilizaban como medio para su escritura, el “*amatle*”, elaborado con corteza de higuera y morera silvestre, lo que venía a ser el equivalente occidental a la *tapa* comentada anteriormente. Tras la colonización, el papel se destinó a otros usos no estrictamente relacionados con la escritura o la edición, destacando la moda de la decoración con papel pintado, en su mayoría procedente de Francia, usado principalmente por la burguesía criolla; o el papel moneda, que aunque ya se empleaba en China (haciéndose oficial en el año 812 d.C.), en el siglo XVI su fabricación se perfeccionó aplicando técnicas muy especiales para evitar su falsificación.

Durante el siglo XVII, hay que destacar que se introdujeron importantes mejoras en la fabricación del papel. Así pues, en Europa se comenzó a hacer un papel más transparente utilizando un pulidor de vidrio o de piedra, o un martillo de vidrio. En 1670 los holandeses introdujeron una revolucionaria innovación en la manufactura del papel:

¹⁹ Así lo ponen de manifiesto los datos registrados, indicando que en la segunda mitad del siglo XVII salieron de los puertos de Sevilla y Cádiz 34.983 balones de papel (un balón tenía 24 resmas y una resma 500 hojas, lo que equivale a 420 millones de hojas).

la “*máquina refinadora de cilindro*”, conocida como “*pila holandesa*”, y sirve hoy en día, tras varias modificaciones y mejoras, para la descomposición de fibras, mientras que en sus orígenes se utilizó para la trituración de trapos. Esta maquinaria permitió acelerar en un tiempo récord el proceso de fabricación. En España, la primera pila holandesa que se utilizó data de 1764, en una fábrica de Alcoy.

El progresivo consumo de papel, hizo que la obtención de materias primas (que era casi exclusivamente de trapos viejos) supusiera un serio problema, creándose un importante desequilibrio entre la oferta y la demanda, provocando conflictos entre papeleros y traperos. Estas disputas hicieron que muchos soberanos prohibieran su exportación para proteger su industria y garantizar el abastecimiento interior. Por ello, desde el siglo XVII, se investigó la posibilidad de emplear otras fibras. Éste es el caso del naturista francés *Réamur*, especializado en insectos, que en 1719 elaboró un informe para la Real Academia de Ciencias de París explicando cómo las avispas elaboran sus nidos con un papel obtenido con fibras vegetales e impermeable al agua. Otro ejemplo, es el alemán *Jacobo Chistian Schaeffer*, que entre 1765 y 1771 investigó cómo se obtenía el papel a partir de vegetales tales como el álamo, musgo, asbesto, ortigas, cardo, etc., demostrando que estos materiales eran utilizables, aunque nunca se aplicaron en la fabricación de papel. Asimismo, en 1777, el sueco *Carl Wilhelm Scheele*, descubridor del cloro en 1774, indicó cómo este elemento era capaz de blanquear la pasta de papel. De esta manera, se pudieron emplear trapos más gruesos e incluso coloreados, solucionando en gran medida, el abastecimiento de materias primas para la producción de papel. En España también se hicieron estudios para buscar materiales alternativos al trazo. El *padre Sarmiento* (1695-1772), apostó por la utilización del ágave o pita, usado por los indígenas mejicanos: “[...] *las pencas de la pita son incorruptibles, digo que también con ellas se podrá fabricar papel incorruptible*” (ASPAPPEL, 2007b, pág. 9). A pesar de la escasez de materias primas, tuvieron que pasar ciento veinticinco años desde los primeros estudios de *Réamur*, hasta encontrar un nuevo material idóneo para la obtención del papel: la madera (ASPAPPEL, 2007b).

En el siglo XVIII, se produce un avance importante en el proceso de manufactura del papel: el descubrimiento del “*papel velin*” inventado por el impresor inglés, *John Baskerville* en 1750. Este papel se caracteriza por ser extremadamente liso, por su delgadez y su durabilidad, por lo que se está hablando de un papel en cuya fabricación requiere una extrema precisión. En efecto, para su elaboración se empleó un telar de lino

en lugar del tradicional telar metálico, resultando así un papel con unas características muy apropiadas para la impresión.

A finales del siglo XVIII, se produce de nuevo una gran demanda de papel, por lo que tuvieron lugar una serie de investigaciones basadas en la búsqueda de nuevas materias primas, y en la invención de nuevas máquinas. Desde la corona española se estimularon los cultivos de lino y cáñamo en el continente americano para abastecer los molinos peninsulares, considerándose este periodo como la Edad de Oro de la fabricación del papel en nuestro país, especialmente en Cataluña. Es en estos años cuando la Corona apuesta por la mejora de las técnicas de fabricación de papel. Para ello, se dictan Reales Cédulas de carácter totalmente proteccionista para evitar la salida de materias primas y proteger la producción nacional de papel. Además, la Junta de Comercio en 1777, promulga las *“Ordenanzas interinas para las fábricas de papel en el Principado de Cataluña”*, y se liberaliza el comercio con las Indias. A su vez, la Real Junta de Comercio ordena la traducción al español de la obra francesa *“El arte de hacer papel”* de Lalande y además, se contratan maestros papeleros extranjeros para mejorar la técnica y difundir los secretos del oficio (ASPAPPEL, 2007b).

Dentro de la política ilustrada de los Borbones, Felipe V mandó construir una Real Fábrica de Papel, en San Fernando de Henares (Madrid), con la finalidad de abastecer a la Corona y suministrar papel sellado a las colonias. Aunque este proyecto no tuvo el éxito esperado, en general, las manufacturas españolas mejoraron su técnica, llegando a competir con los mejores fabricantes europeos. De esta manera, se crearon grandes núcleos papeleros, sustituyendo a los tradicionales molinos de papel dispersos por los ríos de la geografía española. El censo de 1799 cifraba en España un total de 326 molinos de papel, aunque la posterior invasión francesa y las guerras carlistas pusieron punto y final a esta expansión.

El año 1799 es el punto de partida de una revolución completa en la fabricación del papel: la invención de la máquina de papel continuo, patentada por el francés *Nicholas Louis Robert*. Su invención supuso un punto de inflexión en la fabricación de papel, marcando un antes y un después. La máquina permitía escurrir la pasta sobre una malla, para formar una hoja continua que posteriormente es secada. Con ella podían fabricarse hojas de doce a quince metros de longitud, y permitía abaratar los costes de producción, algo que en esta época era un gran problema. Robert no pudo perfeccionarla y completarla y fue desarrollada en Inglaterra por los hermanos *Foudrinier*, que habían adquirido la patente, en colaboración con la fábrica de máquinas de *John Hall* de Dartford

y, poco tiempo más tarde, por el ingeniero inglés *Bryan Donkin*. En España, el invento tardó varios años en llegar. La primera fábrica de papel continuo se fundó en 1840, en Manzanares el Real (Madrid). Poco tiempo después fueron creadas las fábricas de Burgos, de corta duración, y “*La Esperanza*” de Tolosa. La máquina inventada por Louis Robert, sigue casi el mismo proceso de la fabricación artesanal, ya que en ella hay una tela, a modo de tamiz, sobre la que se deposita la pasta; esta tela vibra, como lo hacía el “*laurente*” en la fabricación del papel a mano. A partir de la invención de la máquina de papel continuo y la obtención de la pasta de papel de madera, su fabricación se desarrolló de forma vertiginosa. A estas innovaciones hay que añadir el desarrollo del reciclaje del papel usado, que permite prolongar la vida útil de la fibra de celulosa de la madera (ASPAPPEL, 2007b).

Ya en 1840, el alemán *Federico Gottlob Keller* inventó la primera máquina para triturar la madera, reduciendo costes y tiempo de fabricación y, cuatro años después, fue capaz de obtener pasta de madera tras perfeccionar su invento. En 1850, se desarrolló un proceso químico para tal fin, facilitando la obtención de la pasta. Y en 1852, hay que destacar el hito de *Meillier* quien descubrió la celulosa; así como el del americano *Benjamin Tilghman* que patentó un procedimiento que permitía obtener la celulosa de la madera empleando bisulfito de calcio. También se desarrollaron otras máquinas, como la *máquina de cilindro*, en la que un cilindro con un tamiz de alambre giraba en la cuba llena de pasta de papel. Las máquinas de cilindros ganaron terreno durante todo el siglo XIX y se ampliaron para incluir una sección de secado y un enrollador, y algo más tarde una sección de satinado. Esta sucesión de mejoras, junto el desarrollo de la siderurgia, la utilización de nuevas energías, etc., condujeron a un aumento considerable de la producción de papel y estas invenciones anunciaron la industrialización de la fabricación del papel, en la que los pequeños fabricantes que no introdujeron todas estas mejoras, o no adaptaron sus locales, tuvieron que cerrar sus negocios. En este siglo hay que destacar el papel decisivo de *Joshua Gilpin* en la industrialización de la fabricación de papel en Estados Unidos, quien introdujo diversas maquinarias haciendo que este país se convirtiera en el mayor productor de papel del mundo (Holik, 2013a).

Desde entonces, el perfeccionamiento de estas máquinas y la aplicación de nuevas técnicas, han hecho que el proceso productivo del papel, incluyendo el proceso de reciclaje, se haya desarrollado de forma vertiginosa, estableciendo diversos usos para este tipo de productos.

4.2. EL ACTUAL PROCESO PRODUCTIVO DEL PAPEL.

Según Torraspapel (2008, pág. 3), *“las normas españolas UNE (57003) definen el papel como una hoja constituida esencialmente por fibras celulósicas de origen natural, afieltradas y entrelazadas. Por encima de cierto gramaje (250 g/m²) y de cierta rigidez, el papel se denominará cartón”*.

Actualmente hay unas 500 variedades de papeles, de las que más de 150 ni siquiera existían hace treinta años. El uso de productos de papel está ampliamente generalizado. Durante el día a día, utilizamos productos papeleros en un sinfín de ocasiones para satisfacer todo tipo de necesidades: envases, embalajes, libretas, folios, sobres, periódicos, revistas, fotografías, servilletas, vasos, filtros para cafeteras, la bolsita de té de papel filtro, el papel de lija de la lima de uñas, la bolsa de la aspiradora, los papeles de seguridad (papel moneda, documentos de identidad, certificados, etc.), las etiquetas de papel metalizado de las botellas de cerveza, las etiquetas adhesivas de todo tipo, etc. Por no mencionar otros tipos de papeles de los que ni siquiera somos conscientes de su existencia por ejemplo, el automóvil lleva papeles de extrema resistencia en las juntas de culata, papel filtro en los filtros del aire o de la gasolina, papeles con aplicaciones de fricción en los frenos y la transmisión. Asimismo, en los equipos electrónicos e informáticos está presente el papel: papel electrotécnico para uso en cables y transformadores de alto voltaje; cartón dieléctrico con efectos aislantes para contadores, aparatos de radio, transformadores, motores, dinamos, etc.; papel para baterías; papel para las placas de circuito impreso de los ordenadores, etc. (ASPAPPEL, 2011).

En la actualidad, la producción de papel es un proceso tecnológicamente muy complejo que constantemente está introduciendo innovaciones orientadas a obtener un mayor rendimiento, una mejor calidad, más especialización, etc., pero siempre bajo el respeto y la protección al medioambiente. Por ello, se justifica que el sector papelerero tenga que realizar continuamente importantes inversiones para incorporar las mejores tecnologías disponibles. De hecho, según ASPAPPEL (2007b, pág. 15), *“una moderna línea de producción de papel mide hasta 200 metros de largo y ocupa un espacio equivalente a dos campos de fútbol. Con una potencia superior a la de 500 modernos automóviles, tiene más de 5.500 kilómetros de cables, 100 kilómetros de tuberías y cientos de válvulas. El proceso papelerero está totalmente informatizado y automatizado y para el gobierno de una moderna máquina papelera se utilizan hasta 50 pantallas y*

teclados. Cientos de sensores y escáneres de última generación se ocupan de los procesos de control de los distintos parámetros”.

Dependiendo del tipo de fábrica, todo el proceso productivo desde el astillado de la madera, la producción de celulosa y de papel, puede estar integrado en las mismas instalaciones (fábricas integradas), o por el contrario, estos procesos pueden estar segregados en diferentes industrias (fábricas no integradas).

A día de hoy, el papel se fabrica a partir de las fibras de celulosa que hay en la madera. Estas fibras proceden principalmente de madera de pino y de eucalipto. En el primer caso, por su bajo precio y por la calidad de su fibra (que es muy larga), y en el segundo, porque se trata de una especie de crecimiento rápido y resulta muy barata y resistente. También se pueden obtener fibras de celulosa a partir de los residuos de papel.

Preparación de la pasta

El proceso de preparación de pasta consiste preparar las fibras de celulosa de la madera para poder fabricar el papel. Este procedimiento cuenta de las siguientes fases: astillado, desintegración, despastillado, refinado, mezcla de aditivos y depuración.

Astillado

Una planta de astillado, constituye la primera fase del proceso de fabricación de la pasta de papel, donde se recibe la materia prima en grandes troncos, y es convertida en astillas aptas para poder formar la pasta. Una vez que los troncos se han astillado, se clasifican según sus dimensiones y se eliminan otros materiales (serrín, cortezas de madera y otros residuos vegetales de las plantaciones de madera). Tras su clasificación, son enviadas a los patios para su almacenamiento y de allí pasan a los procesos de preparación de pasta (Smurfit Kappa, 2013).

Antes de continuar con la siguiente etapa de la preparación de la pasta de papel es necesario tener en cuenta que cuando las fibras de celulosa proceden del astillado, se llaman *fibras vírgenes* y cuando son recuperadas se llaman *fibras recuperadas o recicladas*. En este último caso, la fibra se ha obtenido a partir de los sobrantes de la edición o de las recogidas, siendo el proceso de transformación el mismo para ambos tipos de fibra, con la salvedad de que los residuos de papel y cartón han de ser lavados para eliminar restos de tinta y otro tipo de sustancias. Se trata de la misma fibra de celulosa pero en momentos diferentes de su ciclo de vida. Sin embargo, hay que considerar que dependiendo del tipo de materia prima empleada y del proceso al que ésta haya sido sometida, los resultados serán diferentes tanto en calidad de la pasta del papel, como en

el tipo de producto final. No obstante, las fibras recuperadas siempre se mezclan con pasta virgen, ya que las que son obtenidas a partir de residuos de papel se estropean con mayor facilidad, se rompen y dejan de ser útiles para la fabricación. De hecho, es imposible valorizar papel o cartón indefinidamente, ya que las fibras de celulosa pueden ser recicladas unas 6 ó 7 veces a lo sumo (ASPAPPEL, 2011).

Desintegración

Cuando se trata de fábricas no integradas en las que no se produce la pasta pero sí el papel, ésta proviene de otras instalaciones en hojas prensadas. En estos casos, la pasta se ha deshidratado previamente y para utilizarla hay que deshacerla en agua. Como se ha comentado en líneas anteriores, también se pueden incluir residuos y recortes de papel (partidas defectuosas, rotas, etc. que se han originado durante la fabricación), pudiéndose reutilizar o reciclar en el proceso de fabricación, deshaciéndolos en agua previamente. Esta operación se denomina *desintegración*. En una fábrica integrada, este proceso no es necesario (Torraspapel, 2008).

Una vez que estos materiales se han suspendido en agua hay que deshacerlos. Esta operación se realiza en el *púlper*. El *púlper*, se encarga de la siguiente fase de desintegración. Éste es un recipiente cilíndrico con unas hélices encargadas de mezclar todo hasta alcanzar una mezcla homogénea. Al añadir las hojas de pasta, recortes y los residuos, comienza el proceso de disgregación de fibras, primero por el impacto al caer en el *púlper*, después por el rozamiento de la hélice con la pasta y finalmente por el rozamiento de las mismas fibras entre sí (Smurfit Kappa, 2013). Esta acción genera calor que ayuda a la dispersión de estas fibras, quedando finalmente una suspensión en el agua de materia seca de entre un 6%-12%. Tras este proceso, el *púlper* se vacía y esta pasta atraviesa una rejilla para retirar materiales extraños como: arena, plásticos, alambres, etc., y se deposita en una *tina* o *cuba* para su utilización.

Despastillado

Debido al gasto energético asociado al uso del *púlper* para desintegrar las fibras, se suelen utilizar *despastilladores* para la desintegración total. Un *despastillador* es una máquina que contiene tres discos provistos de púas y muescas que generan una gran fricción y consiguen la separación total de las fibras.

Refino

Según Torraspapel (2008), las fibras vírgenes han de ser refinadas para que obtengan una serie de propiedades necesarias para la formación adecuada de la hoja y su posterior uso.

Como es de esperar, este proceso no es necesario para los recortes y residuos de papel, ya que en algún momento de su ciclo de vida ya se realizó el refinado de sus fibras.

El refinado es un procedimiento mecánico y se realiza con agua para modificar la morfología de las fibras y su estructura físico-química. El aparato donde se realiza esta operación se llama *refino*, siendo los más conocidos las pilas holandesas, los refinados cónicos de pequeño ángulo, los refinados cónicos de gran ángulo y los refinados de discos (que son los más utilizados). Con estas máquinas, las fibras se rompen parcialmente y se crean una especie de pelos que son los que crearán los puentes de hidrógeno para su unión y darán al papel mayor resistencia a la tracción.

Cada tipo de fibra y cada tipo de papel requiere un refinado distinto que se adecua a necesidades específicas. Al aumentar el grado de refinado de una pasta disminuye su opacidad, aumenta la resistencia a la tracción y disminuye la porosidad. Por ejemplo, el papel cebolla (típico papel usado en dibujo, semitransparente), tiene un nivel de refinado muy elevado (Smurfit Kappa, 2013).

Mezcla de aditivos

Dependiendo del uso del papel, éste tendrá que tener unas características y propiedades adecuadas. Los procesos anteriores modifican física y químicamente las fibras, pero además de utilizar distintos tipos o mezclas de fibras vegetales, se han de añadir una serie de productos no fibrosos para modificar sus propiedades. Estos productos son aditivos y auxiliares (para una mayor explicación de cada aditivo y auxiliar, véase Torraspapel, 2008; Holik, 2013b).

Los aditivos incluyen: cargas y pigmentos; colorantes; agentes de blanqueo óptico; resinas para dar resistencia en húmedo; ligantes; productos de encolado; y productos para dar resistencia en seco.

Los auxiliares están formados por: antiespumantes (evitan la formación de espuma mientras que las fibras están en la máquina de papel); microbicidas (evitan la formación de bacterias y microorganismos); y retentivos (mejoran la fijación).

Depuración

Con la depuración, se *“pretende eliminar aquellas partículas que no son deseables durante el proceso de fabricación o en el papel acabado”* (Torraspapel, 2008, pág. 17).

Los aparatos que realizan este proceso se denominan *depuradores*, y separan de las fibras todas aquellas partículas indeseadas que pueden perjudicar la calidad del papel o pueden causar problemas durante la fabricación.

Formación de la hoja

Una vez depurada, la pasta pasa por varias tinas de mezclas. Cuando se le han añadido todos los elementos que se necesitan, la pasta se deja reposar un tiempo para eliminar la latencia (propensión de la fibra a enredarse, convirtiéndose en pegotes). Después, la pasta es espesada y almacenada para su posterior uso en la máquina de papel. Este proceso es prácticamente el mismo independientemente del tipo de papel y, desde este momento, se produce un proceso de transformación de la pasta hasta convertirla en una hoja (Smurfit Kappa, 2013). Técnicamente consiste en entrelazar las fibras entre sí en la máquina de papel, donde se distinguen dos partes en el proceso: *caja de entrada* y la *mesa de fabricación*.

La pasta pasa desde la tina, a través de tuberías circulares, hasta la caja de entrada situándose sobre la mesa de fabricación.

Ya en la mesa de fabricación, se reduce parte del agua que contiene la pasta a través del proceso de *desgote* y se le da forma a la futura hoja de papel. En la máquina de papel existe una zona crítica, donde la hoja queda prácticamente constituida, fijando su estructura y características principales (las fibras están distribuidas uniformemente, su orientación es longitudinal o transversal y, la distribución de las cargas es homogénea) (Torraspapel, 2008).

Prensado en húmedo

La mesa de fabricación elimina parte del agua contenida en la hoja, pero no toda, por lo que hay que ir eliminando todo este líquido. El *prensado húmedo* es la siguiente fase por la que la hoja pasa a través de unos rodillos que la presionan escurriéndola y extrayendo hasta un 20% del agua inicial que contenía en la mesa de fabricación. Además, los rodillos hacen que el espesor del papel sea homogéneo y se asegura la igualdad de las caras, consolidando la hoja y facilitando la operación de secado.

Secado

La operación de *secado* se hace aplicando calor para evaporar el agua, ya que tras la fase anterior es imposible eliminar más agua con medios mecánicos. El secado reduce la humedad del papel hasta un 5%, cantidad óptima que ha de tener la hoja al finalizar su fabricación.

La *sequería* es la sección donde se seca el papel, siendo la más costosa por el consumo energético que requiere, por lo que se han de extremar las precauciones durante esta fase para no tener que repetirla.

Estucado

El *estucado* del papel se realiza para mejorar la calidad de la superficie y facilitar su impresión y escritura, por lo que este procedimiento se emplea en los papeles cuyo uso final va a ser éste. En esta fase, al papel se le aplica una especie de pintura aportando una menor porosidad (debido a la estructura de la fibra), así como una mayor opacidad, más blancura y un brillo adecuado para que la tinta se adapte bien a la hoja de papel.

Calandrado

El proceso de *calandrado* sólo se aplica a aquéllos papeles que tras el estucado requieren un elevado acabado en superficie. Con esta operación, se mejora el brillo y las propiedades de impresión. Esta operación se realiza con una máquina denominada *calandra*, que consta de una serie de rodillos (generalmente doce), colocados en vertical, alternándose uno de material duro (acero) con otro recubierto de material blando (fibroso). La hoja de papel pasa entre ellos, rectificando la superficie para mejorar la apariencia y reducir el espesor de la misma, siendo los rodillos metálicos los que aportan ese extra de brillo (Smurfit Kappa, 2013).

Dependiendo del tipo de papel que se quiera fabricar, se emplearán distintos tipos de calandrado (véase Torraspapel, 2008).

Bobinado

Una vez que el papel ha pasado por las fases pertinentes para ser utilizado, se enrolla gracias a la *bobinadora* en forma de bobinas para facilitar su transporte y utilización. La bobinadora aplica aire fío para facilitar el proceso.

Cortado

Finalmente, antes de que el papel llegue al usuario final, las hojas pueden mantenerse en bobinas o se somete a la cortadora donde el papel es cortado en *formatos*, *pliegos* o *resmas*, dependiendo de las necesidades del cliente.

4.3. LA FABRICACIÓN DEL PAPEL COMO PROCESO SOSTENIBLE.

ASPAPPEL ha sido la asociación pionera en España en cuanto a la edición de memorias de sostenibilidad del sector papelerero, ya que antes de 2005 (año en el que se llevó a cabo la primera memoria de sostenibilidad del sector papelerero), no se habían editado informes de este calibre para ningún otro sector, lo que supuso un ejercicio de transparencia para la industria del papel (ASPAPPEL, 2011).

Estas memorias se han venido publicando cada tres años. La primera de ellas, editada en 2005, contaba con una treintena de indicadores que mostraban la situación del sector, fijando una serie de objetivos y actuaciones para los siguientes tres años. La segunda de ellas, editada en el año 2008, tuvo varias novedades. Por un lado, se llevó a cabo un proceso de consulta con los grupos de interés; por otro, se sometió toda la información disponible a verificación externa. A su vez, se comprometía a publicar anualmente una actualización de los datos del sector (ASPAPPEL, 2008). La tercera memoria de sostenibilidad editada en el año 2011, mantuvo estas consultas con los grupos de interés y a su vez se elaboró una encuesta que recogía su opinión en cuanto a la evolución del sector en materia de sostenibilidad. Asimismo, la encuesta permitió conocer las sugerencias de dichos grupos (ASPAPPEL, 2011). A pesar de que la siguiente memoria no se ha publicado aún, ASPAPPEL elabora anualmente una actualización de sus estadísticas, así que en 2013 se publicó una actualización que recoge información hasta 2012 inclusive, que pone al día los principales indicadores de sostenibilidad, completando la información incluida en la memoria de 2011 que comprendía el periodo 2007-2010 (ASPAPPEL, 2013).

Con estas memorias de sostenibilidad se pone de manifiesto el interés y la preocupación del sector por lograr un equilibrio entre medioambiente, sociedad y economía. Se trata pues, de *“una industria basada en una materia prima natural y renovable, que recicla masivamente sus productos. Un sector líder en la producción y uso de biomasa, que valoriza los residuos derivados de la obtención de su materia prima y los residuos del proceso”* (ASPAPPEL, 2011, pág.9).

En los últimos años, el sector ha implantado sistemas de gestión y control del impacto medioambiental de la producción tanto de celulosa como de papel, para minimizarlo en la manera de lo posible. Según ASPAPPEL (2011), el objetivo del sector es alcanzar el 100% de la producción bajo certificados de Sistemas de Gestión Medioambiental (ISO o EMAS). En el año 2010, ese porcentaje era ya del 93%, frente a

un 75% en 2006. Por tanto la industria papelera es ecoeficiente y su clave está en la optimización del uso de la madera, el recurso natural y renovable en que se basa la producción de papel. Se trata de producir celulosa y papel a partir de la madera, y además bioenergía, biocombustibles, biocomposites, productos bioquímicos, etc.

Como se ha comentado anteriormente, el ciclo del papel se origina a partir de la obtención de la materia prima virgen, es decir, la madera, o bien a partir de materiales usados, como son los residuos de papel.

En el primer caso, el ciclo del papel se inicia con el cultivo de madera en plantaciones controladas de especies de crecimiento rápido (en nuestro país predomina el eucalipto y pino) (ASPAPPEL, 2011; 2013). ASPAPPEL (2013) estima que el 80% de la madera procedente de plantaciones de árboles es de origen nacional que cuentan con certificación forestal, es decir, garantizan la procedencia de una plantación gestionada de forma sostenible con el medioambiente. Estas plantaciones productivas no sólo son una fuente de suministro de materias primas vírgenes para la industria papelera, sino que además incrementan la superficie arbolada, generan empleo verde (especialmente en el ámbito rural), son eficaces para controlar la erosión, y ayudan a frenar el cambio climático. En este último caso, los árboles plantados no sólo absorben dióxido de carbono, sino que además el carbono almacenado en las plantaciones no se libera al cortar el árbol, sino que permanece en los productos de papel, y el plazo de almacenamiento se va alargando al reciclar una y otra vez dichos productos.

A pesar de todas las externalidades positivas que se derivan de estas plantaciones, hay que indicar que la crisis financiera y económica hizo que el consumo de papel se redujera, y por tanto, también disminuyó el consumo de madera nacional en un 9% entre los años 2007 y 2010, lo que supuso un retroceso en el empleo forestal vinculado a esta actividad (ASPAPPEL, 2011). No obstante, el año 2010 supuso un punto de inflexión, ya que a partir de este año se observa una recuperación importante. Como muestra la tabla 4.1, en el año 2012 se cultivó una superficie superior a la cultivada antes de la crisis, aumentando en 434,3 miles de metros cuadrados y generando un total de 22.225 empleos (5.570 empleos directos relacionados con la repoblación y la silvicultura de los cultivos de madera, y 16.644 indirectos relacionados con la maquinaria, transporte, etc.), unos datos también superiores a los de 2006. El incremento de la superficie de cultivos de madera para la fabricación de papel, ha llevado consigo un aumento en el almacenamiento de dióxido de carbono, alcanzando un máximo en 2012 de 29,6 millones de toneladas.

Tabla 4.1. Evolución de las principales variables de las plantaciones productivas españolas para la producción de papel.

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Procedencia de la madera: nacional/importada (Miles de m² de superficie cultivada)							
Madera nacional	4.445,8	4.520,0	4.346,7	3.835,4	3.959,3	4.840,9	4.880,1
Madera importada	1.871,8	1.896,6	1.825,7	1.546,4	1.843,2	1.282,0	1.232,5
Total	6.317,6	6.416,6	6.172,4	5.381,8	5.802,5	6.122,9	6.112,6
Empleo en plantaciones de especies de crecimiento rápido (Número de empleados)							
Empleo directo	4.690	4.660	4.150	3.936	4.120	5.497	5.570
Empleo indirecto	14.080	13.990	13.170	11.800	12.360	16.490	16.655
Total	18.770	18.650	17.320	15.736	16.480	21.987	22.225
Fijación de CO₂ por efecto sumidero en plantaciones para el sector (Millones de toneladas)							
CO ₂ equivalente	19,7	21,0	21,1	19,1	21,2	27,3	29,6

Fuente: ASPAPEL (2011; 2013).

A pesar de estos datos, el déficit de madera nacional, por la falta de aprovechamiento de las plantaciones nacionales en todo su potencial, obliga a la industria a recurrir a la importación de esta materia prima, lo que supone un sobre coste económico con la consiguiente pérdida de competitividad del sector, además del coste medioambiental debido al transporte (ASPAPEL, 2011). En el año 2012, se importó el 20% de la madera utilizada en las distintas fábricas de papel de nuestro país. Al igual que en el caso de la madera de origen nacional, la madera importada viene avalada por sistemas de “*Diligencia Debida*”²⁰, que aseguran el origen legal de la madera (ASPAPEL, 2013).

Asimismo, en 2011 se plantearon una serie de objetivos para seguir garantizando la sostenibilidad de esta fase del ciclo de vida del papel:

- *“Incremento del abastecimiento de madera nacional;*
- *Mejoras en la gestión sostenible de las plantaciones y su certificación;*
- *Promoción del uso de los bosques y los productos papeleros;*
- *Aseguramiento del origen legal de la tala y comercio en los aprovisionamientos;*
- *Incremento de los productos certificados puestos en el mercado”* (ASPAPEL, 2011, pág. 29).

²⁰ *Diligencia debida* se refiere al proceso de evaluar una decisión a través de una investigación extensiva y la consideración de todas las posibilidades.

Durante todo el proceso productivo del papel, el sector, ha profundizado en el concepto de fábrica eficiente, en la que la eficiencia energética, la eficiencia en el uso del agua, y la eficiencia en la gestión de los residuos generados, son los ejes fundamentales en los que se centra la industria papelera.

Para ello, el sector ha llevado a cabo un importante esfuerzo inversor en I+D, incorporando las últimas innovaciones tecnológicas para minimizar el posible impacto ambiental sin menoscabar la producción. Además, la introducción de estas innovaciones tecnológicas ha ido acompañada de una adecuada formación de los empleados en materia de gestión medioambiental. El sector del papel tiene muy en cuenta que para desarrollar el concepto de “*fábrica eficiente*”, es sumamente necesario que el capital humano esté situado en un contexto de eficiencia, en el que los trabajadores puedan desarrollar plenamente su potencial tanto en beneficio propio como en beneficio de la empresa. Por tanto, la estabilidad en el empleo, el bajo índice de rotación, el empleo a jornada completa, la cualificación de la plantilla, la formación continua, y la prevención de riesgos laborales, son ejes básicos para alcanzar la eficiencia en todos los ámbitos (ASPAPPEL, 2011).

Éstas han sido las claves que han permitido que el sector papelero pueda desacoplar la relación entre el incremento de la producción y su impacto ambiental:

Eficiencia energética.

Durante el proceso de fabricación del papel se genera gran cantidad de biomasa (cortezas, lignina, desechos de fibras no aptas ya para el reciclaje, etc.), que tras su valorización, se utilizan en su mayoría como combustible para el propio proceso productivo (y en menor medida se emplean para el desarrollo de productos derivados). Según ASPAPPEL (2013), la biomasa residual del propio proceso industrial supuso en 2012 un 61,1% del combustible que utiliza la industria papelera para producir la electricidad y el calor que emplea en sus procesos industriales. El 37% del combustible empleado durante 2012 fue gas natural. El otro tipo de combustible empleado aunque de forma residual es el fuel oil, que en 2012 supuso un 2%, y se pretende eliminar del proceso productivo al igual que ha ocurrido con el carbón por ser mucho más contaminantes (ASPAPPEL, 2013).

La industria papelera también requiere gran cantidad de energía eléctrica durante su proceso productivo (para el funcionamiento de las maquinarias, generar vapor, etc.), por lo que las fábricas tanto de celulosa como de papel disponen en sus instalaciones de centrales de cogeneración de energía eléctrica, siendo ésta la solución más eficiente. De esta manera, estas centrales optimizan el uso de combustible (biomasa que se ha generado

durante el proceso productivo del papel, y gas natural) y se reducen las emisiones²¹, ya que se evitan las pérdidas que se producen en las redes eléctricas (ASPAPPEL, 2011).

Por tanto, la cogeneración de energía eléctrica llevada a cabo por el sector del papel, se realiza de forma eficiente, y está reconocida como MTD (Mejor Tecnología Disponible), siendo ésta otra de las apuestas sostenibles del sector. A pesar de la crisis que ha supuesto el cierre de varias fábricas a nivel nacional, el excedente de energía eléctrica producido por las fábricas de celulosa y de papel es incluido a la red eléctrica nacional, generando un importante ahorro en el cómputo global de las emisiones del país (ASPAPPEL, 2011; 2013).

En el medio plazo, el sector pretende mejorar la eficiencia energética a través de la combinación de combustibles de biomasa y de gas natural, pero aumentando cada vez más el uso de la biomasa; y apostando por la cogeneración de energía eléctrica de forma eficiente.

Eficiencia en el uso del agua.

Para alcanzar la eficiencia en el uso del agua es de vital importancia: reducir el consumo de la misma, así como disminuir los vertidos; y devolver a los cauces el resto del agua utilizada (en las mejores condiciones posibles) tras su depuración, para reducir al máximo la contaminación en los acuíferos. Estos objetivos se cumplieron en 2006 y 2007, y siguen cumpliéndose y mejorando los valores registrados.

Los últimos datos ofrecidos por ASPAPPEL (2013), indican que la utilización de agua en el proceso productivo durante 2012 disminuyó en un 4% respecto a 2011, mientras la producción de papel (-0,4%) y celulosa (0,2%) se mantuvo en niveles similares a los del año anterior. Además, durante el año 2012, sólo se consumió un 5% del agua utilizada en el proceso, y el 95% restante se devolvió al cauce o la red, tras ser depurada en instalaciones propias del sector. Para ello es muy importante eliminar completamente el cloro (utilizado durante la fase de blanqueo de la celulosa), y reducir y adecuar sus vertidos a unos límites muy exigentes. Dado que el sector cumple este objetivo desde hace varios años, toda la celulosa blanqueada que ha sido fabricada en

²¹ La gran mayoría de las emisiones de dióxido de carbono del sector papelero (en 2010 el 81%), se deben a la cogeneración de energía eléctrica, por lo que sólo un 19% restante se emitieron como consecuencia de la fabricación de celulosa y papel (ASPAPPEL, 2011).

nuestro país tiene la certificación ECF (libre de cloro elemental) o TCF (totalmente libre de cloro) (ASPAPPEL, 2011).

Eficiencia en la gestión de residuos.

Según ASPAPPEL (2009; 2011), y tal como se verá en la segunda parte de este trabajo, los residuos que se generan durante la producción de celulosa y papel son residuos no peligrosos que finalmente son valorizados. Tan sólo un ínfimo porcentaje son residuos peligrosos, y son generados como consecuencia del desarrollo de cualquier actividad industrial (cambios de aceites, baterías, etc.).

De acuerdo con ASPAPPEL (2009, pág. 17), el *“importante volumen de residuos sólidos no peligrosos que se genera en los procesos de fabricación de celulosa y papel está en su mayor parte asociado a los procesos de reciclado del papel, ya que más del 80% de la materia prima que utiliza la industria papelera española es papel usado”*. Estos residuos son principalmente residuos de corteza y madera; lodos de lejías verdes procedentes de la recuperación de lejías de cocción; lodos de destintado procedentes del reciclado del papel; desechos, separados mecánicamente, de pasta elaborada a partir de residuos de papel y cartón; residuos procedentes de la clasificación de papel y cartón destintados al reciclado; residuos de lodos calizos; desechos de fibras y lodos de fibras, de materiales de carga y de estucado, obtenidos por separación mecánica; lodos del tratamiento in situ de efluentes distintos de los especificados en la categoría anterior; y residuos no especificados en otra categoría (ASPAPPEL, 2009; EPA, 2002).

Por otra parte, muchos de los residuos no peligrosos generados por las industrias papeleras *“tienen su origen en una insuficiente separación de éstos (grapas, plásticos, cinta adhesiva, etc.) en la cadena de reciclaje del papel, desde los consumidores hasta su entrega final a la fábrica papelera”* (ASPAPPEL, 2009, pág. 21).

Los residuos no peligrosos producidos durante la fabricación de celulosa y papel son valorizados por distintas vías: uso directo en actividades agrícolas, en el compostaje, en la industria cerámica, industria cementera²², etc. Algunos de estos residuos se valorizan energéticamente en la propia fábrica de celulosa y/o de papel. Según las últimas estadísticas de ASPAPPEL (2013), durante el año 2012 el 72% de los residuos no peligrosos del proceso se valorizaron y el porcentaje de residuos que acabó en el vertedero (28%) se redujo en un punto porcentual con respecto al año anterior. Asimismo, en 2012

²² Hay que indicar que la valorización de residuos papeleros en la industria cerámica y cementera ha disminuido como consecuencia de la crisis, que está afectando especialmente al sector de la construcción.

se produjo un importante crecimiento en la valorización energética en la propia fábrica, pasando del 9% en el año 2011, al 24%, superando el objetivo para 2015 fijado en un 20% (ASPAPPEL, 2013).

Pero no sólo hay que tener en cuenta los residuos que son generados en el propio proceso productivo del papel. Resulta de gran importancia cerrar el ciclo de vida del papel a través de los sistemas de recogida de papel y cartón, una vez que éstos han sido usados por los consumidores finales, ya que los productos de papel son totalmente reciclables.

En España, el desarrollo de los sistemas de recogida de papel y cartón ha sido un éxito colectivo en el que están implicadas tanto las administraciones, la industria papelera, y la ciudadanía. De hecho, el papel es el material que más se recicla en nuestro país. En España, existen dos vías para recoger todo ese papel usado: la recogida industrial y la recogida selectiva municipal²³. En la recogida industrial se recupera el cartón de las grandes superficies comerciales, las industrias, las editoriales, los recortes de papel de las imprentas, etc. Y durante la recogida selectiva municipal se recupera el papel de los hogares, el pequeño comercio, las oficinas, etc., a través del contenedor azul, los puntos limpios y los servicios de recogida puerta a puerta. El papel y cartón que es depositado en el contenedor azul, es recogido por un camión grúa y lo transporta hasta el almacén de un recuperador de papel y cartón, que lo clasifica por tipos, lo limpia, lo acondiciona y lo enfarda. Este papel y cartón recuperado (por ambas vías de recogida), se vende como materia prima a las fábricas paperas. Existe una clasificación internacional que define más de 60 tipos de papel recuperado, que se utilizan en función del tipo de papel que se va a fabricar (ASPAPPEL, 2011).

Una vez que este material se encuentra en la fábrica, se mezcla con agua y se separan materiales que no sean exclusivamente papel o cartón (grapadas, plásticos, anillas, etc.), pasando otra vez por la máquina papera, e incorporándose de esta manera al proceso productivo para convertirse en un nuevo producto.

Los últimos datos disponibles indican que en España, se recogieron 4,6 millones de toneladas de residuos de papel y cartón durante 2012 (según REPACAR, Asociación Española de Recuperadores de Papel y Cartón, el 81,5% procedente de la recogida industrial y el 18,5% procedente de la recogida selectiva municipal). Esto es el 73,9% del papel y cartón que recicló durante este año el conjunto del sector papero, situándose

²³ En ambos casos se trata de sistemas de recogida selectiva.

nuestro país entre los doce primeros países que superan una tasa de reciclaje del 70% (ASPAPPEL, 2013). Sin embargo, según REPACAR, el volumen de papel y cartón recuperado cayó un 3,6% entre 2012 y 2011, a pesar de que durante el año 2010 se observó una mejoría. Aun así, no se ha conseguido alcanzar el volumen de recogida alcanzado antes de que tuviera lugar la crisis (REPACAR, 2012).

Esta tendencia ha hecho que la industria papelera española haya incrementado su capacidad recicladora, con nuevas y mejores instalaciones que le permiten garantizar el reciclaje de todo el papel y cartón que se recoge en España. Según datos de ASPAPPEL (2013), *“la industria papelera española recicló en sus fábricas 5,1 millones de toneladas de papel y cartón usado en 2012, [...] lo que nos sitúa como el segundo mayor reciclador de Europa, sólo por detrás de Alemania”*.

A través de la recuperación y el reciclaje, el papel usado se convierte en una materia prima cuya recogida y acondicionamiento genera riqueza y empleo, y se convierte finalmente en productos acabados de mayor valor añadido. Ante este contexto, el sector del papel trabaja con una filosofía muy clara: *“reciclar la fibra de celulosa el mayor número de veces posible y al final de su ciclo de vida, valorizar sus residuos en el uso agrícola, como materia prima en otras industrias como la cerámica o la cementera, en la fabricación de materiales aislantes, moldeados... y en último término como biomasa para biocombustible. Esta filosofía incluye productos papeleros ecodiseñados para optimizar su reciclaje. Con el reciclaje se optimiza el aprovechamiento de un recurso natural y renovable como la madera, se cierra el ciclo del papel y se contribuye de manera muy relevante a la reducción de los vertederos. El destino de los productos papeleros no es el vertedero, porque el papel usado no es un residuo sino una materia prima”* (ASPAPPEL, 2011, pág. 48). Asimismo, según Ghinea et al. (2011; 2012), el reciclado de diferentes residuos contribuyen activamente a la reducción de emisiones de GEI, especialmente en el caso del papel.

Resulta necesario indicar los objetivos marcados por el sector de la producción de celulosa y papel para los próximos años en materia de eficiencia y sostenibilidad, objetivos que también están representados en el último informe de sostenibilidad llevado a cabo por CEPI (Confederación de Industrias Paperas Europeas) (CEPI, 2013):

- *“Seguir reduciendo el índice de frecuencia de la accidentalidad;*
- *Potenciar la cogeneración en el sector y garantizar una mejora en la eficiencia energética del 5,0% para 2013;*

- Continuar minimizando los residuos generados durante el proceso, así como la reducción de materiales impropios, y seguir incrementando la valorización de los residuos y la disminución del depósito final en vertedero;
- Mayor implicación de los trabajadores en los *Sistemas de Gestión Medioambiental*” (ASPAPPEL, 2011, pág.44 y sig.).

Otro de los retos que se plantea el sector papelerero para reducir la presión sobre los recursos y aumentar la eficiencia, es buscar productos más funcionales cuya producción y consumo supongan una menor huella de carbono, es decir, que satisfagan necesidades minimizando el coste ambiental. Para ello, los fabricantes de celulosa y papel apuestan por la *bioeconomía*, es decir, una forma de producción en la que se integren actividades, se desarrollen nuevos productos (*bioproductos* de fibra de madera²⁴), y se reinventen los actuales productos papeleros ya existentes (embalajes inteligentes que indican si la fruta está madura o si el usuario ha tomado o no la medicina; productos higiénicos y sanitarios de altas prestaciones con nuevas soluciones para bebés y para la tercera edad; papeles gráficos integrados con soluciones informáticas, etc.) (ASPAPPEL, 2013).

4.4. LOS DESECHOS DE PAPEL Y CARTÓN ¿RESIDUOS O MATERIA PRIMA?

Como se comentó anteriormente, según Villanueva et al. (2010), los desechos de papel y cartón son susceptibles de dejar de ser residuos tras la aplicación de los criterios “*end-of-waste*”. Es por ello por lo que en el año 2011 en el JCR se elaboró el documento “*End-of-waste criteria for waste paper. Technical proposals*” (Villanueva y Eder, 2011), donde se aplican los criterios “*end-of-waste*” a los desechos de papel. En este apartado, se hace alusión a este documento, ya que es la referencia básica para que los residuos de papel y cartón (de ahora en adelante residuos de papel), dejen de serlo.

En el caso de la aplicación de los criterios “*end-of-waste*” para los residuos de papel, sólo se considera el reciclado como único proceso de valorización para que éstos dejen de serlo. Se excluyen por tanto el compostaje, incineración, relleno, etc. Esta

²⁴ Los *bioproductos de fibra de madera*, constituyen un amplio conjunto de nuevos productos hechos a partir de las fibras de madera que van desde telas, tapicerías, moquetas, cortinas y todo tipo de textiles; productos cosméticos, farmacéuticos y de limpieza; pinturas, barnices, adhesivos y aislamientos; carcasas para teléfonos y tabletas, baterías, pantallas, etc. (ASPAPPEL, 2013).

restricción del ámbito de aplicación de los criterios “*end-of-waste*”, está diseñada para no alterar la práctica, el desarrollo tecnológico o los mercados para otros usos distintos al reciclaje de los residuos de papel. De esta manera, tales desempeños pueden desarrollarse bajo la normativa de residuos. Esto también significa que los materiales obtenidos tras la aplicación de los criterios “*end-of-waste*”, también pueden ser destinados a estos otros usos, pero al hacerlo, estos materiales volverían a su condición de residuo. Todo esto se debe principalmente a que:

- El reciclaje de las fibras del papel y del cartón es el único destino identificado por la UE para este tipo de residuos recogidos selectivamente. De hecho, no hay evidencia en la UE de que se lleve a cabo otra valorización que no sea el reciclado de los desechos de papel, con la excepción de residuos de papel muy específicos, que en la mayoría de los casos se encuentran mezclados con otros residuos.
- A día de hoy no existe un mercado de residuos de papel cuya finalidad sea la incineración. Este mercado de recuperación energética a partir de residuos de papel existirá en el futuro, porque algunos de estos residuos no son apropiados para el reciclaje, bien porque tienen un alto contenido en componentes que no son papel; bien porque estén muy mezclados con otros residuos (comida, plásticos, metales, cristal, etc.); o porque el tipo de fibra (fibras de algodón para determinados tipos de papel, como el papel monetario), o el tamaño de ésta no es el adecuado (como el papel para documentos confidenciales, que tras ser utilizado es triturado y el tamaño de la fibra es muy pequeño). Por tanto, para este tipo de residuos se podría considerar: el uso energético en plantas de incineración y en plantas cementeras; compostaje; jardinería; etc.
- Además, los criterios técnicos, la legislación y los estándares que deberían aplicarse a los residuos de papel destinados a otro tipo de valorización, serían totalmente diferentes a los necesarios para el reciclaje. Mientras que para el reciclaje de fibras se requieren principalmente procedimientos mecánicos; para la incineración se requieren una serie de reacciones químicas completamente diferentes.
- Existe cierta duplicidad entre la legislación que promueve el reciclaje, a nivel europeo, nacional y regional. Por ejemplo, la Directiva 94/62/CE relativa a los envases y residuos de envases, tiene por objetivo fomentar el reciclaje de una gran variedad de envases, incluidos los de papel y cartón. En el caso de que los criterios

“*end-of-waste*” no se limitaran al reciclado, parte de los residuos de envases de papel y cartón se podrían someter a estos criterios, dando lugar a nuevas duplicidades en el logro de los objetivos de reciclaje acordados por dicha Directiva. Algunos Estados miembros y regiones (Dinamarca, Flandes u Holanda), tienen prescripciones adicionales para cierta legislación en materia de residuos, para evitar la incineración de materiales que son susceptibles de ser reciclados.

- Siguiendo con la jerarquía de residuos planteada por la Directiva Marco sobre Residuos (prevención; preparación para la reutilización; reciclado; otro tipo de valorización; y eliminación), el reciclaje de residuos es preferible a la incineración. Sin embargo, el artículo 4 de la Directiva 2008/98/CE, también especifica que “*los Estados miembros adoptarán medidas para estimular las opciones que proporcionen el mejor resultado medioambiental global. Ello puede requerir que determinados flujos de residuos se aparten de la jerarquía, cuando está justificado por un enfoque de ciclo de vida sobre los impactos globales de la generación y gestión de residuos*”. Según Villanueva y Eder (2011), hay varios estudios que confirman que el reciclaje de los residuos de papel es preferible a su incineración, pero también existen casos donde la baja calidad del papel, requiere la incineración como método de valorización. Como se ha mencionado anteriormente, varios Estados miembros y regiones han implementado estas posibles situaciones, como prohibir la incineración de los residuos susceptibles de ser reciclados; mientras otros han optado por no regular esta materia y han propuesto otros instrumentos (por ejemplo, económicos); o han combinado ambos enfoques.

Una vez tenidas en cuenta estas consideraciones, hay que indicar que se espera que los residuos de papel que han sido sometidos a los criterios “*end-of-waste*” aporten los siguientes beneficios:

- Una mayor distinción entre los residuos de papel de alta y de baja calidad, así como la certeza de que sólo los residuos de papel de mayor calidad dejarán de ser residuos. Esto confirma además, la condición de residuo para los que son de baja calidad, y las razones para mantener dicha condición.
- Mejorar el funcionamiento de los mercados internos y externos a la UE (simplificando y armonizando las normas en todos los países, aumentando la legalidad, incrementando la transparencia y la fiabilidad en la calidad de los productos).

- Reducir, para los materiales considerados seguros, las barreras administrativas relacionadas con el envío, transporte y comercio que son redundantes.

Siguiendo con las consideraciones tenidas en cuenta en el apartado 3.2.3., se puede decir que los residuos de papel dejarían de ser residuos cuando:

- Cumplan con las especificaciones industriales, y se garantice que hay un mercado y una demanda de los productos obtenidos a partir de esos residuos.
- Los residuos de papel incluyan información precisa sobre el tipo(s) de papel(es) contenido(s), y se conozca el contenido de componentes que no son papel. Otras propiedades de interés para el comprador y que se pueden añadir como información de carácter no obligatoria, es el nivel de humedad.
- Los residuos de papel no contengan sustancias peligrosas.
- Los residuos de papel durante el proceso de valorización no estén en contacto con otros tipos de residuos, con los que puedan contaminarse (biorresiduos, residuos de aceite, residuos sanitarios, residuos urbanos, etc.).
- El productor de residuos de papel proporcione documentación que garantice el cumplimiento de todas las condiciones anteriores, así como información suplementaria relativa a la limitación del uso de dichos residuos, los cuales han de destinarse exclusivamente a la fabricación de papel.

Uno de los mayores debates entre los expertos del Grupo Técnico de Trabajo (GTT) encargados de elaborar los criterios “*end-of-waste*”, se centra en la inclusión o exclusión de aquellos tipos de papel que tienen un alto contenido de materiales que no son papel (por ejemplo, los residuos de papel que tienen múltiples capas, como los envases de cartón donde el 25% no es papel). Se puede decir que hay unanimidad entre los expertos del GTT, considerando que son elementos fundamentales que deberían formar parte de los criterios “*end-of-waste*”, con la excepción de los residuos de papel formados por distintas capas. Es para este tipo de residuos donde existen las mayores divergencias.

Los datos técnicos empleados por el JCR muestran que este tipo de residuos de papel formados por capas, cumplen con la mayoría de las condiciones de la Directiva Marco de Residuos de forma muy similar al resto de residuos de papel, sin embargo, aquéllos tienen propiedades singulares, en particular, un mayor contenido de materiales que no son papel. Este alto contenido de materiales distintos al papel supone un riesgo intrínseco que puede afectar al medio ambiente en el caso de que estos desechos sean exportados, especialmente fuera de la UE. Algunos expertos creen que éste es un riesgo

que no es aceptable asumir, y que por tanto, los residuos de papel formados por capas con un alto contenido de materiales que no son estrictamente papel, sean considerados como residuos, y como tales, se sometan a la legislación de residuos. Por tanto, los criterios “*end-of-waste*”, excluyen a este tipo de residuos por su singularidad.

Siguiendo con la metodología de los criterios “*end-of-waste*” propuesta por el JCR, en el caso de los residuos de papel se han de analizar:

- Los criterios asociados con la calidad del producto.
- Los criterios vinculados con los materiales de entrada o inputs.
- Los requerimientos exigidos a los procesos y técnicas de tratamiento.
- Las exigencias del suministro de información (por ejemplo, el etiquetado, la documentación relativa al uso final, etc.).
- Necesidades que han de cubrirse en los procedimientos de garantía de calidad.

Criterios de la calidad del producto.

Se necesitan criterios de calidad del producto para comprobar:

- Si existe algún riesgo directo para el medio ambiente y la salud humana.
- Si el producto es adecuado para ser reciclado.

Con estos requisitos se pretende que las fibras de los residuos de papel sustituyan en la medida de lo posible el uso de materias primas (fibras vírgenes); y que todos los componentes que no son papel y que puedan limitar su utilidad, hayan sido separados de manera efectiva.

Según el documento “*End-of-waste criteria for waste paper. Technical proposals*”, se ha considerado oportuno tener en cuenta los siguientes criterios de calidad para los residuos de papel:

- Los residuos de papel se clasificarán según la norma EN 643 de carácter obligatorio, que ha sido revisada en 2013 (véase CEPI, 2014a).
- Los componentes que no sean papel, han de ser especificados y limitados.
- Mientras que actualmente existen unos umbrales máximos para el contenido de cada tipo de componentes que no son papel, sería más fácil aplicar un umbral transversal para todos los residuos de papel, lo que facilitaría la comunicación, ejecución y control de la calidad del producto.

- La aplicación de los criterios “*end-of-waste*” para dos tipos de residuos de papel se podrían unificar en uno solo, si el contenido de componentes (siempre dentro de los umbrales) que no son papel tienen la misma concentración (por ejemplo, de un 1,0%).
- El grado de humedad de los residuos de papel no necesita tener limitaciones, ya que en cada fábrica de papel es tratado de manera diferente. En la norma EN-643, se utiliza como referencia un contenido de humedad del 10%. El agua contenida en estos residuos, hace que sean más densos, algo que no supone un grave problema para las fábricas papeleras aunque no están dispuestas a pagar más por ello, salvo que los residuos de papel sean deliberadamente regados o accidentalmente humedecidos (en este caso, se puede oscilar entre un 10-15% de humedad, o superarse levemente). Además, los residuos de papel demasiado húmedos pueden ser difíciles de manejar ya que comenzarían a desmoronarse. Por tanto, no hay ningún interés para el proveedor (que tiene que pagar un mayor precio para transportar mayor peso), ni para el comprador (que puede recibir un material húmedo que cuestiona su calidad), en que los residuos estén demasiado húmedos. También existe una cuestión medio ambiental: el almacenamiento de residuos de papel húmedos durante un largo periodo de tiempo, crea condiciones apropiadas para su biodegradación, formando metano, malos olores, y riesgos para la salud y la seguridad (riesgo de incendios). No obstante, en la práctica y como norma general de las fábricas papeleras, los residuos de papel húmedos son rápidamente trasladados para su procesamiento, para evitar este tipo de riesgos, si bien es cierto, que no determinar un límite de humedad posibilita que se produzca algún riesgo o que los criterios “*end-of-waste*” se establezcan bajo circunstancias inusuales; aunque si no se ha establecido un límite que determine la humedad máxima, es porque se crearía una desproporcionada carga administrativa con escaso valor añadido en términos de medio ambiente y salud.
- Los criterios “*end-of-waste*” no requieren un límite máximo para el contenido de papel y cartón que pudiera estar inutilizable (“*papel y cartón que podría ser un detrimento para la producción*”). En la actualidad, el papel inutilizable no necesita ser limitado, ya que las distintas fábricas de papel disponen de tecnología para la que no suponga ningún hándicap a la producción, ni tampoco un riesgo para la salud o el medio ambiente. Este parámetro es considerado por los expertos del GTT como una cuestión comercial que puede considerarse a través de especificaciones entre

proveedores y compradores. Dentro de la amplia categoría de “*papel y cartón que podría ser un detrimento para la producción*”, algunos expertos han subrayado la condición específica del papel carbón (papel específico para copiar), ya que contiene una alta cantidad de sustancias químicas y por ello proponen la exclusión de este tipo de papel del proceso de reciclaje. Sin embargo, los expertos del sector afirman que este tipo de papel puede ser tratado por muchas fábricas papeleras, y además su uso está en claro retroceso, por lo que tampoco supone un importante porcentaje del volumen de residuos de papel que entra en las distintas fábricas papeleras.

- Para la mayoría de los casos, el tamaño del papel no es una necesidad para la calidad del producto, por lo que no necesita ningún tipo de especificación. La única excepción es el caso de los documentos confidenciales, que como se ha comentado, debido a su trituración el tamaño de la fibra es inferior a lo deseado, y en algunos casos no se puede reciclar. Este parámetro es considerado por los expertos del GTT como una cuestión comercial a considerar por las especificaciones de los proveedores y compradores.
- Por norma general, la forma del papel no se contempla en los criterios. Aunque los expertos se apoyan en ciertas directrices como las de CEPI “*best practices-recovered paper baling conditions*” para el material dispuesto en balas, donde se fijan los tamaños estándares para mejorar la eficiencia durante el transporte, manipulación y almacenamiento.
- Aunque la edad es un parámetro comercial pertinente para los residuos de papel que contienen pasta mecánica, no forma parte de los criterios “*end-of-waste*”.
- Los residuos de papel no deben presentar sustancias peligrosas. En tal caso, no formarán parte del proceso de valorización.
- Los residuos de papel antes de ser procesados tienen que estar libres de contaminantes químicos o biológicos como aceites, disolventes, pinturas o sustancias biodegradables, para evitar la proliferación de moho. Estos elementos se consideran dentro de los criterios de calidad, aunque no están suficientemente cubiertos por los requisitos de sustancias peligrosas, ni los expertos del GTT han sugerido ninguna alternativa sobre el control de estos problemas.

Como se ha comentado anteriormente, existe una discrepancia en cuanto a los residuos que no son papel y que se encuentran entre éstos. Para ello, el GTT ha apoyado la propuesta de establecer un criterio sobre el contenido máximo permitido de componentes que no son papel. Éste es el único criterio cuantitativo aplicado por el “*end-of-waste*” y se basa en el cumplimiento de dos condiciones:

- Asegurar que el material se compone de un material reciclable, en este caso fibras de papel (es decir, fibras de celulosa, lignina, aditivos inertes como arcilla, almidón o carbonato de calcio), y que sólo contiene un mínimo de materiales no reciclables, y por tanto, un importante valor para la fabricación de papel. Con esta condición se pretende limitar el contenido de cualquier material diferente del papel en el púlper, ya sea porque estos componentes se han adherido de forma externa (mezcla de unos residuos con otros), o bien porque forman parte del producto de papel originario.
- Limitar la cantidad de materiales que son eliminados en el púlper y que pueden ser tratados posteriormente, pero para los que no puede hacerse nada una vez que son exportados fuera de la UE. Con esta condición, se pretende limitar la cantidad de materiales que no son papel, pudiendo ser separados mediante técnicas de clasificación en seco.

No todo el material unido se puede separar de manera eficiente en la fase húmeda del proceso productivo del papel. La separación de materiales unidos depende las técnicas empleadas por cada fábrica de papel en la fase húmeda. Un púlper puede por ejemplo, separar cinta, metales y recubrimientos, pero no es capaz de separar el material que compone una capa doble, como ocurre con envases para líquidos, donde hay una capa plástica y/o metálica adherida al cartón, por lo que en estos casos se requiere un tratamiento previo (trituration y cribado), así como aumentar el tiempo que permanecen dentro del púlper. En general y con la excepción de los envases de cartón para líquidos, y para ciertos papeles revestidos (envases de helados, bolsas recubiertas), la cantidad de componentes que no son papel pero que están unidos a los residuos de papel es moderada, no superando en la mayoría de los casos un 0,5% del peso total.

Cualquiera de estas consideraciones tiene ventajas e inconvenientes. En ambas se hace referencia a la necesidad de limitar la cantidad de componentes que son rechazados durante la fase de procesado en el púlper. Con esta limitación, se pretende reducir los impactos ambientales derivados de dicho tratamiento de residuos, en particular, el riesgo

existente cuando los residuos de papel se exportan fuera de la UE, y no se pueden controlar los riesgos para la salud o el medio ambiente. Entre los inconvenientes, esta condición no se ajusta perfectamente con el parámetro de control de calidad en la industria papeleras, con el que se fija el precio del papel usado.

La segunda condición está vinculada con las transacciones comerciales. Sin embargo, falla en abordar la necesidad de tratar adecuadamente los residuos que no son papel, pero que se encuentran entre ellos. Esto se debe a que estos componentes pueden concentrarse en mayor cantidad (por ejemplo, cuadernos con espirales metálicas y cubiertas de plástico), o en menor medida (como en el papel de oficina), mientras que en la práctica, para ambos casos se consideraría que tienen material que no es papel, aunque obviamente el material rechazado sería muy diferente. Por ello, dependiendo de cuál sea la prioridad, se aplicaría una condición u otra (véase Villanueva y Eder, 2011).

En la ronda de consultas que tuvo lugar en Julio de 2010, todos los agentes económicos implicados (industrias y algunos representantes de los Estados miembros), apoyaron una condición basada en la clasificación en seco y ninguna de las partes interesadas, ni el GTT se opusieron, aunque sí se propuso una mayor supervisión en esta fase. En cuanto a la segunda condición, y basándose en los pros y contras evaluados por las industrias papeleras y por los expertos del GTT, se propuso que los componentes que no son papel y que están presentes en los residuos de papel, han de ser separados utilizando técnicas de selección en seco. Asimismo, se eliminó el hecho de que esos componentes fueran o no parte del producto de papel originario. Al ser dichos componentes eliminados durante técnicas de selección en seco, el que formen o no parte del producto original no importa, serán seleccionados igualmente (Villanueva y Eder, 2011).

Como se ha comentado, se han fijado criterios cuantitativos para el control de calidad. A partir de las reuniones entre los expertos del GTT y de las industrias papeleras, se concluyó que la mayoría de los residuos de papel comercializados contienen entre un 0,25% y un 2,5% de componentes que no son papel, aunque la mayoría suponen un porcentaje inferior al 2%. A partir de estos datos se han fijado unos límites para estos componentes, que deben:

- Ser lo suficientemente estrictos para evitar que el material que esté demasiado sucio se clasifique como no residuo, especialmente en lo que concierne al riesgo de que sea exportado fuera de la UE como parte de un producto. De esta manera, sólo

los residuos más limpios deberían utilizarse y percibirse como material de entrada para la industria papelera.

- No deben desalentar el desarrollo tecnológico hacia la producción de un material más limpio que podría estar entre los umbrales; ni afectar a los esfuerzos realizados en cuanto a la recogida residuos de papel; ni ser una traba en el aumento de la calidad de los residuos de papel recogidos; ni afectar a las tecnologías empleadas para incorporar residuos de papel a la fabricación de papel; ni reducir la demanda de productos de papel reciclado.
- No deben suponer que los criterios “*end-of-waste*”, son sólo aplicables a una parte marginal de los residuos de papel, sino que deben de llegar a la mayoría de estos residuos.

Tras realizar algunos estudios en los que se han evaluado varios umbrales para distintos flujos de residuos de papel, éstos se han establecido en tres: 1%, 1,5% y 2%. No obstante, después de considerar los pros y los contras de las distintas opciones (véase Villanueva y Eder, 2011, pág. 54 y sig.) y no exento de desventajas, se ha optado por un umbral de componentes que no son papel del 1,5%, que se utilizará para todos los tipos de residuos de papel, basándose en las anteriores condiciones sobre la clasificación en seco. Este único umbral equilibra las ventajas e inconvenientes detectados entre las distintas opciones consideradas; aborda estrictamente pero de forma proporcional el riesgo potencial sobre la salud y el medio ambiente; y mantiene un grado razonable de flexibilidad para la industria papelera. Finalmente, en la tabla 4.2, se muestra brevemente los criterios de calidad propuestos:

Tabla 4.2. Criterios de calidad.

Criterio	Control
1. Calidad de los residuos de papel tras la operación de valorización	
1.1. Los residuos de papel se clasificarán de acuerdo con la especificación de la CE <i>“EN-643-Paper and Board-European list of standard grades of recovered paper and board”</i>	Personal cualificado clasificará cada partida de residuos.
1.2. Los componentes que no son papel, supondrán $\leq 1,5\%$ del peso en aire seco. Un componente que no es papel y está presente en los residuos de papel, puede ser separado mediante técnicas de clasificación en seco. Algunos ejemplos de estos componentes son los metales, plásticos, vidrios, textiles, tierra, arena, cenizas, basura, pegamentos, cerámicas, gomas, madera, y sustancias orgánicas y sintéticas. Minerales unidos a las fibras de papel, como arcilla, carbonato de calcio y almidón, que son considerados como parte del papel y no se consideran componentes que no son papel. Envases de cartón y bolsas de papel formadas por capas de papel y componentes que no son papel, como envases de bebidas, que se incluyen como componentes que no son papel.	Personal cualificado realizará inspecciones visuales de cada partida. Se realizarán revisiones periódicas (en intervalos de tiempo apropiados) si se producen cambios significativos en el proceso operativo; y se tomarán muestras representativas de cada tipo de residuo de papel para ser analizadas por gravimetría para medir el contenido de componentes que no son papel. El contenido de estos componentes será analizado pesándolos tras la separación mecánica o manual de materiales bajo una cuidadosa inspección visual. Las frecuencias apropiadas de control por muestreo se establecerán teniendo en cuenta los siguientes factores: <ol style="list-style-type: none"> 1. Variabilidad (por ejemplo, analizando la evolución de los resultados históricos). 2. Riesgo inherente de la variabilidad en la calidad de los residuos utilizados como input en el proceso de valorización, y cualquier operación de procesamiento posterior (por ejemplo, el mayor o menor contenido de plástico o vidrio en los residuos de papel que han sido recogidos a través de múltiples sistemas de recogida). 3. La precisión en el método de monitorización. 4. La relación entre los resultados obtenidos y el umbral de componentes que no son papel de un 1,5% del peso en aire seco. <p>La frecuencia con la que se lleva a cabo el proceso de monitorización debería documentarse como parte del sistema de gestión de calidad y debería estar disponible para la auditoría.</p>

Continúa

Criterio	Control
Calidad de los residuos de papel tras la operación de valorización	
<p>1.3. Los residuos de papel (incluyendo todos sus componentes), no presentará ninguna característica peligrosa enumerada en el Anexo III de la Directiva 2008/98/CE. Los residuos de papel deben cumplir con los límites de concentración establecidos en la Decisión de la Comisión 2000/532/EC60, y no exceder los límites de concentración fijados en el Anexo IV del Reglamento 850/2004/EC61.</p>	<p>Personal cualificado realizará una inspección visual de cada partida. Cuando la inspección visual revele la existencia de propiedades peligrosas descritas en la normativa, se tomarán medidas de seguimiento apropiadas, incluyendo en su caso, toma de muestras y pruebas.</p> <p>El personal recibirá información sobre las posibles propiedades peligrosas que pueden estar asociadas con los residuos de papel y sobre los componentes, información que permitirá el reconocimiento de las propiedades peligrosas.</p> <p>El procedimiento de reconocimiento de materiales peligrosos deberá ser documentado en el marco del sistema de gestión de calidad.</p>
<p>1.4. Los residuos de papel no deben contener aceites, disolventes, pintura, productos alimenticios acuosos o grasos, que puedan ser detectados a través de la inspección visual.</p>	<p>Personal cualificado realizará una inspección visual de cada partida. Cuando la inspección visual revele la existencia de absorción de líquidos excepto de agua, (por ejemplo existencia de malos olores), la partida se considerará como residuo.</p> <p>El personal recibirá formación sobre los posibles tipos de contaminación que pueden estar asociados con los residuos de papel y sus componentes, información que permitirá el reconocimiento de estos contaminantes.</p> <p>El procedimiento de reconocimiento de la contaminación será documentado en el marco del sistema de gestión de calidad.</p>

Fuente: Villanueva y Eder (2011, pág. 58 y 59).

Criterios de los materiales de entrada o inputs.

El principal propósito de los criterios de los materiales de entrada o inputs, es comprobar indirectamente la calidad del producto. Según el documento *“End-of-waste criteria for waste paper. Technical proposals”*, hay dos opciones principales. Por un lado, los criterios exigidos a los inputs pueden abordar cualquier fuente de entrada y limitar aquellos residuos, que de no ser tratados adecuadamente, pueden suponer un problema para el medio ambiente o la salud humana (se establece una lista negativa de fuentes de residuos de papel). El segundo enfoque se refiere a los tipos de inputs que son preferidos debido a que su origen asegura la ausencia o la reducción al mínimo de los riesgos (por ejemplo, el hecho de que sólo se acepten para la aplicación de los criterios *“end-of-waste”*

residuos de papel que han sido recogidos de forma selectiva, es decir, se establece una lista positiva).

En los dos workshops que llevaron a cabo los expertos del GTT se puso de manifiesto que muchos de ellos no estaban a favor de una lista positiva, ya que la norma EN-643 es una forma de selección positiva que sólo permite como inputs para la fabricación de papel aquellos materiales que cumplen ciertos estándares. El requisito de clasificación llevado a cabo en la norma EN-643 reduce en gran medida la necesidad y el propósito de añadir criterios adicionales a otros inputs. Por otro lado, se podría proponer una lista negativa donde se citen exclusivamente los materiales que bajo ningún concepto deben incorporarse como inputs en la fabricación del papel. Esto puede ser un elemento útil para la clasificación exigida de acuerdo con la norma EN-643, abordando cuestiones no explícitas en ella, como es el caso de los residuos peligrosos. De esta manera la norma EN-643, sería más amplia y precisa.

Por tanto, los criterios del fin de la condición de residuo deben asegurar que sólo sean inputs los residuos de papel que puedan ser procesados para elaborar nuevos tipos de papel; que cumplen con los criterios de calidad exigidos tras recibir un tratamiento adecuado; y que no suponen un riesgo ni para el medio ambiente ni para la salud.

Tras varias consultas entre los expertos del GTT, la mayoría de ellos coincidieron en que actualmente no se han comercializado tipos de papel que hayan sido identificados como no aptos para alcanzar el fin de la condición de residuo, ya que hay un mercado para todas estas categorías en la norma EN-643. No obstante, algunos expertos mostraron cierta preocupación por la idoneidad de los siguientes residuos de papel (Villanueva y Eder, 2011):

- Tipo 1.01 (papel y cartón mezclado, con la eliminación de los materiales considerados como inutilizables), por su contenido mixto.
- Tipo 5.01 (papel y cartón sin clasificar, separado en el origen), que a menudo contiene restos de alimentos.
- Tipo 5.03 (envases de cartón para líquidos incluyendo los envases de cartón y polietileno para líquidos, con o sin contenido de aluminio, que contiene un mínimo del 50% de su peso en fibras, siendo el resto aluminio u otros revestimientos), debido a los posibles riesgos ante una incorrecta eliminación.

- Tipo 5.02, debido a la frecuente presencia de envases de cartón para líquidos, aunque en menor cantidad que en el tipo 5.03.
- Tipo 2.9 (papel carbón autocopio), debido a su alto contenido en productos químicos en comparación con el papel impreso normal. Como ya se ha comentado, este tipo de papel se usa en cantidades muy pequeñas y su uso está en detrimento por el desarrollo de tecnologías digitales.
- Tipo 4.4.01 (bolsas usadas de papel kraft con múltiples capas) y 4.05.01 (bolsas no usadas de papel kraft con múltiples capas), por su alto contenido (aproximadamente el 5%) de capas de plástico.

Sin embargo, si se llevan a cabo las medidas apropiadas (por ejemplo en cuanto a tecnología y mano de obra, para realizar una correcta clasificación), se puede obtener un material de alta calidad a partir de residuos de papel de diversas fuentes u orígenes, incluyendo las tipologías comentadas. A pesar de ello, el GTT acordó excluir ciertas categorías de residuos que podrían incluir los residuos de papel, porque pueden suponer un riesgo potencial para la salud, la seguridad y el medio ambiente. Entre ellas se incluyen:

- Residuos peligrosos, incluidos los materiales tóxicos.
- Residuos biológicos (residuos orgánicos incluyendo todo tipo de alimentos).
- Residuos municipales mezclados.
- Residuos sanitarios.
- Residuos resultantes del uso de productos de higiene personal.

Asimismo, se limitaron los sistemas de recogida de residuos de papel a dos orígenes:

- Los sistemas de recogida exclusiva/selectiva de residuos de papel, haciendo uso de la amplia definición de los residuos de papel, que abarca todos los materiales que contienen fibra de papel. Estos sistemas de recogida de residuos de papel mantienen separados otros materiales hasta la entrega en las fábricas papeleras.

- Los sistemas de recogida múltiple de materiales reciclables, en los que se recogen todos los residuos susceptibles de ser reciclados, y posteriormente se separan por categorías, entre ellas, los residuos de papel.

En ambos casos, los residuos de papel pueden seguir siendo clasificados, pero no se pueden mezclar con otros materiales. Dado el carácter estricto de los criterios de calidad propuestos, sobre todo en cuanto a la clasificación y en cuanto a contenido de componentes que no son papel, se considera redundante incluir más criterios sobre los orígenes o fuentes de residuos de papel permitidos. Asimismo, la práctica de la industria papelera de admitir residuos que han sido recogidos a través de estos tipos de recogida selectiva y múltiple, ha demostrado que ambos son adecuados para lograr la calidad requerida, y cumplen con los requisitos de la norma EN-643, no superando el 1,5% del peso máximo en cuanto a componentes que no son papel.

Se puede pensar que los sistemas de recogida múltiple ofrecen residuos de papel de menor calidad que el sistema de recogida selectiva, ya que estos residuos son mezclados con otros pudiendo ensuciarse y deteriorarse. A pesar de ello, los residuos de papel recuperados a través de sistemas de recogida múltiple cumplen con los criterios de calidad exigidos, y los análisis realizados han demostrado que la diferencia de calidad no es un hándicap para rechazar estos sistemas de recogida. Sin embargo, algunos expertos del GTT han apoyado la necesidad de etiquetar los residuos procedentes de los sistemas de recogida múltiple, para evitar riesgos asociados con el contenido de componentes que no son papel y la contaminación que haya podido producirse al ser los residuos de papel mezclados con otros residuos. De esta manera, se identificaría mejor la naturaleza de estos posibles contaminantes y se facilitaría el cumplimiento de la norma EN-643.

Otra cuestión a incluir en los criterios de los materiales de entrada o inputs, es aceptar si los envases de papel y cartón de comida y bebidas son susceptibles de entrar en el proceso productivo de la industria papelera. Como se ha comentado, los restos de alimentos en estos envases pueden deteriorar las fibras porque estos restos se descomponen, atraen a insectos, etc. No obstante, los envases de cartón diseñados para contener líquidos no tienen algunos de estos problemas, porque normalmente llevan una película de plástico e incluso de aluminio que protegen las fibras, y éstos pueden ser separados a través de un proceso de separación en seco. Asimismo, algunas fábricas papeleras admiten este tipo de envases con ciertas cantidades de restos de alimentos, aunque este hecho no es generalizado. Por ello, los criterios “*end-of-waste*”, admiten

este tipo de residuos de papel y cartón excluyendo cualquier presencia de residuos de alimentos.

Finalmente, en la tabla 4.3 se esquematizan los criterios propuestos para los materiales de entrada o inputs de las fábricas de papel.

Tabla 4.3. Criterios de los materiales de entrada o inputs.

Criterio	Control
2. Residuos utilizados como inputs para la operación de valorización.	
2.1. Residuos peligrosos, biorresiduos, residuos municipales mezclados, residuos sanitarios, y residuos derivados del uso de productos de higiene personal, no serán utilizados como inputs.	Control de los residuos recibidos con contenido en papel, a través de inspección visual y de la elaboración de la documentación oportuna que deberá ser realizada por personal cualificado entrenado en cómo reconocer los inputs que contienen papel que no cumplen con los criterios establecidos en esta sección.

Fuente: Villanueva y Eder (2011, pág. 63).

Criterios de los procesos y técnicas de tratamiento.

Sin prejuzgar en qué punto de la cadena de tratamiento el residuo de papel deja de ser residuo, el propósito de los criterios del proceso es definir las condiciones de tratamiento mínimas para que el output final garantice una calidad adecuada aceptable para que el residuo deje de serlo y pueda utilizarse bien como materia prima, o se pueda destinar a otros usos sin suponer ningún riesgo ambiental o para la salud humana. Para alcanzar estos objetivos, los criterios de técnicas y procesos de tratamiento han de incluir:

- Criterios básicos para los procesos generales que se han de aplicar a todos los tipos de residuos de papel.
- Criterios de procesos específicos para determinados tipos de residuos de papel.

Los criterios genéricos no requieren un régimen específico de recogida, origen, tipo de operador (municipal/privado/local/global), o tecnología, permitiendo de esta manera que el proceso de reciclado de residuos de papel (obtenidos por cualquiera de los dos sistemas de recogida), se haga de acuerdo con los procesos de cada fábrica (procesos que podrán diferir en tecnología).

Como se comentó para los criterios de calidad del producto, los residuos de papel que estén contaminados con residuos peligrosos serán retirados del proceso de tratamiento para los residuos de papel. No obstante, debe quedar claro que para alcanzar el fin de la condición de residuo, el residuo de papel no debe mezclarse con otros residuos (residuos que no contienen papel reciclable) una vez clasificado, para evitar que el contacto con otros desechos pueda contaminarlo. Por tanto, esta consideración debe formar parte de los parámetros para alcanzar el objetivo del “*end-of-waste*”.

Según el documento “*End-of-waste criteria for waste paper. Technical proposals*”, hay una serie de procesos y técnicas específicas que pueden ser adoptadas por las fábricas de papel para lograr una alta calidad. Por ejemplo, además de los equipos instalados en las distintas plantas de clasificación, otros factores clave que afectan a la calidad del output obtenido incluyen:

- Velocidad en el rendimiento (por ejemplo, en las cabinas de clasificación manuales).
- Personal que hay dentro de las cabinas de clasificación.
- Gestión de la calidad de los inputs (por ejemplo, a través de la comunicación con los productores y recuperadores de residuos).

Sin embargo, es la calidad del output final la clave de los criterios “*end-of-waste*”. Si durante el proceso de tratamiento se cumplen los criterios de calidad establecidos por esta metodología, no cabrá duda alguna de que el producto final va a tener una calidad adecuada y no va a suponer un riesgo para el medio ambiente ni para la salud humana, y se podrá prescindir de cuáles son las fases llevadas a cabo durante el tratamiento, ya que de ser así, se pondrían impedimentos a la capacidad de innovación de cada planta.

La tabla 4.4 esquematiza los criterios propuestos en cuanto a técnicas y procesos de tratamiento.

Tabla 4.4. Criterios para los procesos y técnicas de tratamiento.

Criterio
3. Procesos y técnicas de tratamiento.
3.1. Los flujos de residuos de papel utilizados como inputs deberían, una vez que hayan sido recibidos por el productor o importador, mantenerse separados de cualquier otro residuo, incluyendo otros tipos de residuos de papel.
3.2. Se deberán haber completado todos los tratamientos necesarios (tales como clasificación, separación, limpieza, con excepción del desempaquetado), antes de que los residuos de papel considerados como inputs, entren al proceso de pulpeo.

Fuente: Villanueva y Eder (2011, pág. 64).

Nota: Como se ha comentado, en el caso de los criterios de técnicas y procesos de tratamiento no es necesario realizar un control pormenorizado de las distintas fases, para evitar de esta manera la capacidad innovadora de cada fábrica.

Criterios en el suministro de información.

Los criterios sobre la presentación de la información son un elemento complementario de la metodología “*end-of-waste*”. Éstos tienen que minimizar cualquier carga administrativa onerosa; reconocer cuándo la práctica actual es competente en la provisión de material susceptible para el reciclado; respetar la legislación vigente; y garantizar la protección de la salud y el medio ambiente.

Con el fin de garantizar la correcta aplicación de los criterios comentados hasta ahora, resulta necesario incluir una serie de exigencias adicionales como complemento de los criterios “*end-of-waste*”. El propósito de estas exigencias radica en reducir al mínimo el riesgo de que los residuos de papel que han dejado de serlo, se desvíen a usos distintos de la fabricación de papel, ya sea dentro o fuera de la UE. Sin embargo, se carece de competencia para controlar los potenciales destinos fuera de la UE. En este sentido, sólo el diseño adecuado de una serie de criterios que garanticen la calidad, el input y el tratamiento, puede asegurar que los ex-residuos de papel sean únicamente atractivos para el mercado del reciclaje y con toda probabilidad, puedan ser utilizados como inputs en la industria papelera.

Para ello el JCR a través del documento “*End-of-waste criteria for waste paper. Technical proposals*”, propone las siguientes opciones que no son mutuamente excluyentes:

- Los productores deben facilitar pruebas que justifiquen que los residuos de papel han sido destinados directamente a los procesos de manufactura de papel, por ejemplo, a través de un contrato con la fábrica papelera. Aunque la mayoría de los expertos del GTT abogan por este requisito, algunos de ellos apuntan que este criterio es equivalente al exigido por el Reglamento sobre traslados de residuos.
- Otra opción discutida es que el/los operador(es) de la cadena de los residuos de papel forme(n) parte de un registro. Así, los operadores se comprometen a poner esta información a disposición de las autoridades competentes o auditores bajo petición expresa. Con esta finalidad se ha puesto en marcha en la industria del papel un sistema titulado “*Recovered Paper Identification System*”, desarrollado por CEPI, FEAD (European Federation of Waste Management and Environmental Services) y ERPA (European Recovered Paper Association).
- También se ha valorado la posibilidad de exigir un etiquetado obligatorio para los residuos que han superado los criterios “*end-of-waste*” y para los que se prevé, como único uso exclusivo, la fabricación de papel. Con este etiquetado se establece una Declaración de Conformidad acorde con dichos criterios. La mayoría de los expertos del GTT aprueban la introducción de esta cuestión, y aunque no garantiza que los residuos de papel que han dejado tal condición sean destinados a la fabricación de papel, ningún otro criterio garantizaría el cumplimiento de los criterios “*end-of-waste*”. Sin embargo, ignorar el etiquetado es ignorar la normativa, por lo que se justifica la aplicación de dicho criterio.
- Asimismo se ha planteado el etiquetado de los residuos de papel procedentes de sistemas de recogida múltiples. El argumento a favor de esta exigencia es que muchos fabricantes quieren saber qué sustancias (residuos o incluso componentes que no son papel) pueden contener los residuos de papel recogidos a través de este sistema. Así el comprador sabe exactamente qué está comprando, garantizando una Declaración de Conformidad.

Tabla 4.5. Criterios en el suministro de información.

Criterios en el suministro de información.

Los residuos de papel que han dejado de ser residuos, tienen como finalidad ser utilizados en la fabricación de papel. Por tanto, las partidas de residuos de papel que han dejado tal condición, deberán estar adecuadamente etiquetados, declarando dicha finalidad.

La Declaración de Conformidad de las partidas deberá incluir un apartado con la siguiente afirmación “*DESTINADOS EXCLUSIVAMENTE A LA FABRICACIÓN DE PAPEL*”. Las partidas de residuos de papel que proceden de sistemas de recogida múltiple de materiales, deberán llevar una etiqueta que indique el origen múltiple de dichos residuos.

Un sistema de recogida múltiple de materiales, es un sistema para la recogida deliberada de dos o más materiales reciclables juntos, por ejemplo, plástico, metal, papel y vidrio. Normalmente los materiales se clasifican por tipologías de materiales en una planta de clasificación. Un ejemplo de sistemas de recogida múltiples de materiales son los sistemas de recogida de envases separados.

La Declaración de Conformidad de una partida que procede de sistema de recogida múltiple, contendrá una sección con la declaración: “*ORIGEN MULTI-MATERIAL*”.

Fuente: Villanueva y Eder (2011, pág. 66 y 67).

Criterios de los procedimientos de garantía de calidad.

Siguiendo con el documento “*End-of-waste criteria for waste paper. Technical proposals*”, garantizar la calidad del output obtenido es un elemento crucial en los criterios “*end-of-waste*”, ya que es necesario para establecer confianza en el uso de residuos que han dejado de serlo.

Para ello el propietario del material sujeto a los criterios “*end-of-waste*” tendrá que implementar y ejecutar un sistema de calidad para demostrar el cumplimiento de dichos criterios y utilizar esta documentación en la entrega del material.

Como se comentó anteriormente, la metodología “*end-of-waste*” sólo establece un límite para el caso de los componentes que no son papel. Tanto para los criterios cualitativos como cuantitativos de esta metodología, se considera esencial que haya un sistema de gestión de calidad que especifique las áreas clave en las que haya que demostrar el cumplimiento de los criterios “*end-of-waste*”.

Una de las posibles opciones es implementar y ejecutar un sistema internacionalmente reconocido y que verifique externamente la calidad del sistema de gestión, como es el caso de la norma ISO 9001 u otras normas equivalentes. La verificación externa es un elemento obligatorio, evaluando si el sistema de gestión de

calidad es eficaz y adecuado para demostrar el cumplimiento de los criterios del fin de la condición de residuo. Por tanto, se espera que un sistema de gestión de calidad adecuado para los residuos de papel incluya (Villanueva y Eder, 2011):

- La aceptación de los materiales de entrada o inputs.
- Monitorización o seguimiento de los procesos para asegurar que son eficaces en todo momento.
- Procedimientos para el control de la calidad del producto (incluyendo la toma de muestras y su análisis), ajustándose a los procesos y productos específicos.
- Solicitar activamente la participación de los clientes con el fin de confirmar el cumplimiento de la calidad del producto.
- Realizar registros de los principales parámetros de control de calidad.
- Medidas para la revisión y mejora de los sistemas de gestión de calidad.
- Capacitación y formación del personal.

En cuanto a la periodicidad de los controles, la frecuencia apropiada para cada parámetro debería ser establecido considerando los siguientes factores:

- Variabilidad.
- Riesgo inherente a la variabilidad en la calidad de los residuos utilizados como inputs para su valorización y para cualquier tratamiento posterior.
- Precisión del método utilizado para supervisar el parámetro.
- Proximidad de los resultados obtenidos con los límites propuestos por los criterios “*end-of-waste*”.

La CE adoptó un documento de referencia en julio de 2003 titulado “*General principles of Monitoring*”, que desarrolló bajo las disposiciones previstas en la Directiva IPPC. Este documento sigue siendo a día de hoy una importante referencia para la determinación de las frecuencias de control adecuadas. Asimismo, existen un gran número de documentos que sirven de guía para llevar a cabo sistemas de control de calidad (véase Villanueva y Eder, 2011).

Tabla 4.6. Gestión de calidad.

Gestión de calidad.

1. Los productores deberán implementar sistemas de gestión de calidad apropiados para demostrar el cumplimiento de los criterios “*end-of-waste*”.
2. Los sistemas de gestión de calidad incluirán una serie de procedimientos documentados concernientes a los siguientes aspectos:
 - Monitorizar la calidad de los residuos de papel que han dejado de serlo tras la valorización (incluyendo la toma de muestras y su análisis).
 - Seguimiento de los procesos y técnicas de tratamiento.
 - Control en la admisión de residuos utilizados como inputs para el proceso de valorización.
 - Consultas a los clientes sobre la calidad de los productos.
 - Registro de los resultados de monitorización llevados a cabo en los apartados anteriores.
 - Revisión y mejora del sistema de gestión de calidad.
 - Capacitación y formación del personal.

El sistema de gestión de calidad deberá determinar los requisitos específicos de control establecidos para cada criterio.

3. Cuando se lleva a cabo cualquier tipo de tratamiento, el productor deberá asegurar que el proveedor llevó a cabo un sistema de gestión de calidad que cumple con los requisitos exigidos.
 4. El importador deberá exigir a sus proveedores la implementación de un sistema de gestión de calidad que cumple con estos criterios de gestión de calidad.
 5. Se requerirá que se realice una declaración de conformidad como define el Reglamento (CE) nº 765/2008 o una verificación medioambiental como indica el Reglamento (CE) nº 1221/2009, para comprobar que los sistemas de gestión de calidad cumplen con los criterios de calidad exigidos.
 6. La verificación deberá renovarse al menos cada tres años.
-

Fuente: Villanueva y Eder (2011, pág. 69 y 70).

Al igual que en el capítulo 3, donde la aplicación de los criterios generales de la metodología “*end-of-waste*” tenía una serie de impactos sobre diferentes aspectos, en la tabla 4.7, se resumen los impactos asociados con la aplicación de dicha metodología para el caso de los residuos de papel y cartón.

Tabla 4.7. Resumen del impacto asociado a la aplicación de los criterios "end-of-waste" a los residuos de papel.

Impacto	Ventajas de los criterios "end-of-waste"	Desventajas de los criterios "end-of-waste"
Salud y medio ambiente	<p>La metodología "end-of-waste" apoya a los residuos de papel como residuos reciclables.</p> <p>La aplicación de esta metodología probablemente estimulará en la UE una mayor recogida y reciclaje de los residuos de papel, especialmente potenciando la recogida de muchos países que cuentan con bajas tasas de recuperación, pero que tienen un gran potencial de reciclado de residuos de papel.</p> <p>La metodología "end-of-waste" estimulará sin duda un mejor control de calidad y un mejor tratamiento de residuos de papel para garantizar una mayor calidad.</p> <p>Los materiales exportados por la UE están mucho más limpios que los de otros países. Asimismo, el tratamiento de los componentes que no son papel se realiza en la UE.</p>	<p>Ya se trate de residuos de papel, o de outputs de papel obtenidos tras la aplicación de los criterios "end-of-waste", siempre existe el riesgo de que al ser exportados fuera de la UE (incluyendo los componentes que no son papel), no se reciclen; o aun siendo reciclados, no se hagan bajo criterios o normas más o menos equivalentes a las establecidas en la UE, suponiendo un riesgo para la salud humana y el medio ambiente.</p> <p>Cuanto más estrictos son los límites para los componentes que no son papel (y mayor calidad tienen los outputs obtenidos tras aplicar los criterios "end-of-waste"), menores son los riesgos asociados. Sin embargo, si los umbrales para estos componentes son demasiados estrictos, menor será la cantidad de residuos de papel que dejarán de ser residuo, y los potenciales beneficios de la aplicación de los criterios "end-of-waste" estarían limitados.</p>

Continúa

Economía y mercado	<p>Promover la imagen de los residuos de papel como recursos reciclables se traduciría en un mayor valor de estos materiales y de su cadena de reciclaje, sobre todo del output generado en la UE tras aplicar los criterios “<i>end-of-waste</i>”.</p> <p>Supresión de los costes administrativos relacionados con los traslados de residuos (permisos, licencias, incertidumbre).</p> <p>Mejora del funcionamiento del mercado interno y externo a la UE: transparencia, igualdad de condiciones, etc.</p>	<p>Una mayor facilidad en la exportación al extranjero, podría estrangular el mercado de residuos de papel en el seno de la UE.</p> <p>Cuando la demanda europea es baja, las exportaciones al extranjero estimulan la actividad de valorización en la UE, mientras que si la demanda europea es alta, la exportación estimula a la competencia.</p> <p>La clasificación adicional y el control de calidad requerirán cambios en las prácticas actuales, que en el corto plazo pueden aumentar los costes. A largo plazo, estos costes se reducen son compensados por los beneficios de la aplicación del “<i>end-of-waste</i>”.</p>
Legislación	<p>Mejora del funcionamiento del mercado interno y externo a la UE: certeza legal, normas armonizadas, etc.</p> <p>Disminución del control innecesario en relación con el Reglamento sobre el Traslado de Residuos.</p> <p>La metodología “<i>end-of-waste</i>” materializa la política en materia de residuos, promoviendo el uso de materiales reciclados, y minimizando la generación de residuos.</p>	<p>Se necesitan medidas adicionales para cumplir con las obligaciones propuestas por la Directiva REACH para proporcionar información de seguridad a los usuarios intermedios.</p> <p>Cada Estado miembro debe comprobar el alcance del impacto de la legislación nacional, por ejemplo, países que aplican un IVA a los residuos, u otros tipos impositivos a los recursos naturales a través de la legislación nacional.</p>

Fuente: Villanueva y Eder (2011, pág. 84).

Finalmente, cabe señalar que en el Boletín Electrónico nº 307 de ASPAPEL, publicado el 1 de febrero de 2014, así como en el programa de televisión *Europa 2014* (ASPAPEL, 2014a), se ha hecho eco del reciente veto del Parlamento Europeo a la propuesta de la Comisión Europea para regular el reciclaje del papel, donde se modificaba el concepto del “*end-of-waste*”. Con este veto, el Parlamento Europeo ha devuelto a la Comisión Europea esta propuesta para que clarifique un aspecto técnico, evitando de esta manera la deslocalización de una industria en la que Europa es líder.

Anteriormente se comentaba que el residuo de papel no deja de ser residuo hasta el momento en el que se ha sometido a los criterios “*end-of-waste*”, que atañen desde la recogida del residuo, a su clasificación, a su capacidad como input, al análisis de las técnicas y procesos de valorización, etc. Por tanto, según la metodología “*end-of-waste*”, estos residuos siguen siéndolo durante su recogida, clasificación, y durante su prensado y embalado antes de llegar a una fábrica papelera para ser valorizado.

Sin embargo, en esta propuesta de la Comisión Europea se indicaba que una vez que los residuos de papel estuvieran prensados (y por tanto, aún no valorizados), dejarían de ser residuos, pudiendo ser tratados como productos y ser susceptibles de entrar en el mercado, lo que supondría el desabastecimiento de residuos en la industria papelera europea, y se estaría fomentando su deslocalización a terceros países. De momento, el veto del Parlamento ha evitado que se produzca esta alteración en el concepto del fin de la condición de residuo, veto que ha sido apoyado por la industria papelera europea. Asimismo, esta industria se respalda y defiende el principio de proximidad descrito en el artículo 16 de la Directiva Marco de Residuos, donde se indica que “*los Estados miembros tomarán las medidas oportunas, en cooperación con los demás Estados miembros cuando sea necesario o aconsejable, para establecer una red integrada y adecuada de instalaciones de eliminación de residuos y de instalaciones para la valorización de residuos municipales mezclados recogidos de hogares privados, incluso cuando dicha recogida también abarque tales residuos procedentes de otros productores, teniendo en cuenta las mejores técnicas disponibles. [...] La red deberá permitir la eliminación de los residuos o la valorización de los residuos mencionados en una de las instalaciones adecuadas más próximas, mediante la utilización de las tecnologías y los métodos más adecuados para asegurar un nivel elevado de protección al medio ambiente y de la salud pública*”.

No obstante, en el caso de España hay que indicar que a pesar de que ASPAPEL aboga por el reciclado de papel y cartón usado en las instalaciones nacionales y europeas, REPACAR viene afirmando, especialmente desde octubre de 2013 (véase RECAPAR, 2013a; 2013b; 2013c; 2014a), que la protección del medioambiente está siendo una excusa para justificar medidas comerciales proteccionistas, basándose en ejemplos como la disposición adicional decimosexta de la Ley 22/2011, que está siendo utilizada por la industria papelera para que todo el papel y el cartón recogido selectivamente en nuestro país, sea reciclado en España y en la UE, frente al reciclaje fuera de la fronteras europeas. Afirman que para ello, se incluyen cláusulas en los contratos de recogida que obligan a

las empresas recuperadoras a entregar el papel y cartón recogido a fábricas nacionales o de otros países europeos. Esto es lo que REPACAR reconoce como “*proteccionismo verde*”, y es utilizado por ciertos sectores para mantener su competitividad frente a sus homólogos extranjeros, sin considerar las consecuencias negativas que ello puede llevar sobre otros sectores económicos nacionales y europeos (REPACAR, 2013a; 2013b; 2013c; 2014a).

En este sentido, los Estados miembros de la UE no pueden restringir los traslados de residuos a otros Estados miembros o a terceros países si se cumplen las disposiciones del Reglamento 1418/2007 de 29 de noviembre de 2007, relativo a la exportación, con fines de valorización, de determinados residuos enumerados en los anexos III o IIIA del Reglamento (CE) no 1013/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo, a determinados países a los que no es aplicable la Decisión de la OCDE sobre el control de los movimientos transfronterizos de residuos (REPACAR, 2013b).

Asimismo REPACAR afirma que en el conjunto de la UE no hay capacidad suficiente para reciclar todos los residuos de papel y cartón que se recuperan en todo el territorio europeo, y justifica que el reciclaje de papel y cartón se lleve a cabo en otros países como China (REPACAR 2014a; 2013a). Según REPACAR (2014a, pág.1 y sig.), *“en el caso concreto de los residuos de papel y cartón, y según los datos de la CEPI, en Europa, como consecuencia de su alta tasa de reciclaje, existe una sobreoferta de 8,8 millones de toneladas de este material, que se exporta a otros mercados, principalmente a China, destino clave para el reciclado en todo el mundo, al ser el país de mayor crecimiento económico mundial y donde se producen y se emban una gran cantidad de bienes de consumo que terminan en Europa. Si estas exportaciones no se producen, estas toneladas de materiales reciclables sobrantes corren el riesgo de no ser recogidas, de acabar depositadas en un vertedero o de ser incineradas, con su consiguiente mayor riesgo y menor beneficio ambiental”*.

Por otra parte, según REPACAR (2013a; 2013c), el sector de la recuperación de residuos de papel y cartón mantuvo 18.500 empleos (tanto directos como indirectos), con una facturación de más de 810,0 millones de euros, de los que unos 74,0 millones de euros procedieron del comercio internacional de papel recuperado, por lo que limitar estas transacciones comerciales supondría una caída de la facturación anual y la consiguiente pérdida de 1.700 empleos. Por su parte, si se favorecen las políticas que estimulen estas transacciones, se podrían sustituir vertederos o plantas de eliminación por plantas de reciclaje, lo que crearía 400.000 empleos verdes en la UE-27 (REPACAR, 2013a).

Igualmente, REPACAR sostiene a partir de un estudio realizado en el Reino Unido²⁵, que el “*comercio internacional de papel y cartón recuperado no incrementa las emisiones de dióxido de carbono ya que los beneficios ambientales globales del reciclado superan a las emisiones asociadas al necesario transporte*” (REPACAR, 2013c, pág. 3). Además, considera que las exportaciones de residuos de papel y cartón hacia el sureste asiático es un flujo natural, ya que a la UE-27 llegan continuamente embalajes de cartón, papel, etc., que se ha producido en Asia, y su exportación, hace que este residuo vuelva a su origen. De ahí, la demanda que el mercado asiático ejerce sobre occidente. Estos residuos de papel y cartón vuelven a sus países de origen a través de lo que se conoce como *sistemas de logística inversa y verde*, es decir, los contenedores de mercancías procedentes del sudeste asiático, no retornan vacíos, sino que vuelven cargados de residuos (REPACAR, 2013a; 2013c).

Es obvio que el principio de proximidad contraponga los intereses entre recuperadores y fabricantes de papel, ya que los primeros prefieren vender los residuos recogidos al mejor postor y los segundos, abogan por que los residuos generados en la UE permanezcan en ella para su procesado y garantizar su actividad productiva.

En cualquiera de los casos, la mejor elección es apostar por la protección del medio ambiente y de la salud humana, de acuerdo con los principios de sostenibilidad comentados en capítulos anteriores.

²⁵ A estas conclusiones llegó WRAP (Programa de Acción de Residuos y Recursos), un organismo independiente del Reino Unido, durante un estudio en el que se cuantificaron las emisiones de dióxido de carbono asociadas al transporte de las exportaciones de residuos a China, tanto para el papel y el plástico. http://www.wrap.org.uk/downloads/CO2_Impact_of_Export_Report_v8_1Aug08.ca8f0b39.5760.pdf (REPACAR, 2013c).

CAPÍTULO 5. EL COMERCIO INTERNACIONAL DE PASTA, PAPEL Y CARTÓN.

En las últimas décadas las relaciones comerciales entre los distintos países han crecido tanto en importancia como en complejidad. En efecto, el volumen de transacciones (de bienes y servicios) se ha incrementado considerablemente; nuevos procesos de integración se han llevado a cabo para aprovechar y desarrollar ventajas competitivas; el comercio electrónico ha revolucionado los intercambios internacionales, etc. (Carrera y De Diego, 2007).

La figura 5.1 muestra por grandes agregados la evolución de las exportaciones mundiales de bienes y servicios, observándose las siguientes puntualizaciones:

Se ha producido una apertura gradual del conjunto de la economía mundial, que se ha acentuado con el comienzo del siglo XXI. De hecho, los datos ofrecidos por la Organización Mundial del Comercio (OMC, 2015) y el Banco Mundial (BM, 2015), muestran unas tasas de variación para el comercio internacional muy superiores a las de la producción mundial. La tasa de variación media acumulativa del comercio ha sido del 7,0% entre los años 1980-2013, mientras que la del PIB mundial ha sido del 5,4% (datos calculados a partir de dólares a precios corrientes). Este proceso de apertura también se refleja a través del coeficiente de apertura (resultado de dividir la suma de las exportaciones e importaciones de bienes y servicios entre el PIB de una determinada economía). A nivel global, este coeficiente ha pasado de un 24,0% en 1965, a un 72,4% en 2013 (datos calculados a partir de dólares corrientes). Por tanto, se observa que, pese a que en los últimos años se ha producido una de las peores crisis del sistema capitalista a nivel mundial, el comercio de bienes y servicios ha seguido su senda de crecimiento, si bien hay que indicar que durante 2008-2010, se produjo una importante recaída superada en los años sucesivos.

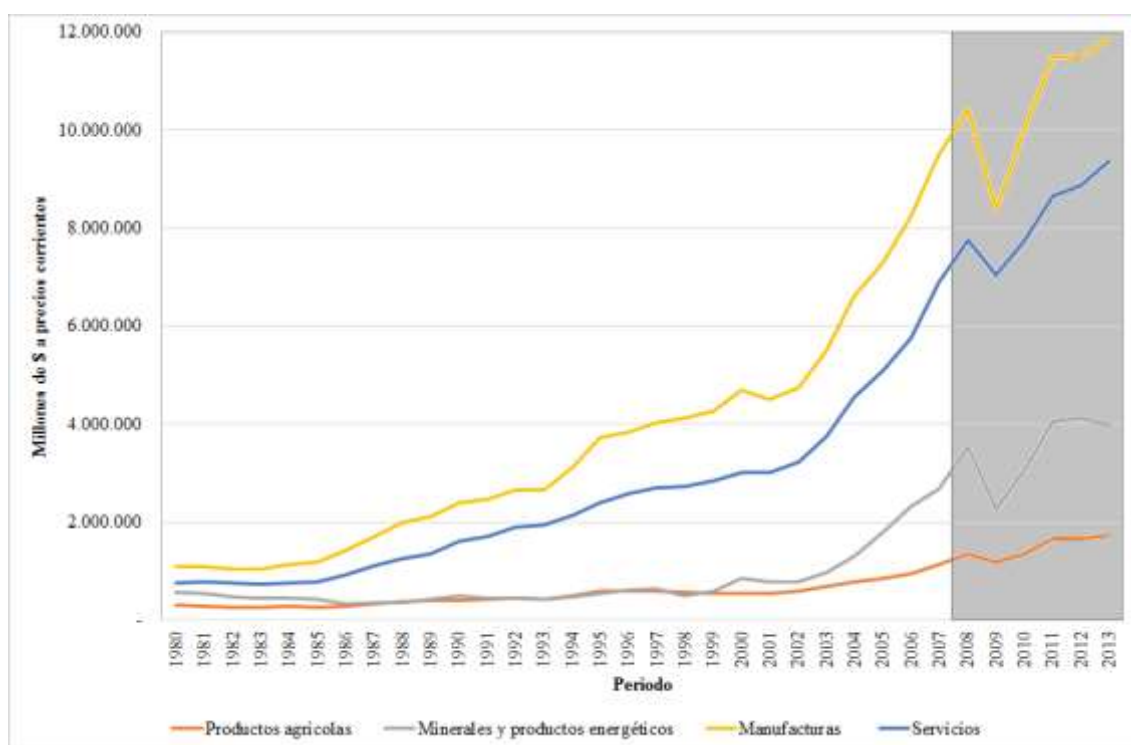


Figura 5.1. Evolución de las exportaciones de bienes y servicios a nivel mundial. Fuente: Elaboración propia a partir de OMC (2015).

Asimismo, esta figura muestra que las manufacturas han sido las más comercializadas globalmente, seguidas de los servicios, los minerales y productos energéticos, y finalmente, los productos agrícolas. Sin embargo, hay que destacar el incremento de la participación de los servicios en las transacciones mundiales, siendo la partida que más ha crecido durante el periodo 1980-2013, con una tasa de variación media acumulativa del 7,7%, superando a las manufacturas (7,3%), a los minerales y productos energéticos (6,0%) y a los productos agrícolas (5,6%). Este rápido crecimiento de la comercialización de los servicios se ha debido principalmente a la progresiva liberalización de muchos de ellos y al desarrollo de los transportes y de las comunicaciones (Carrera y De Diego, 2007).

A su vez, hay que indicar que los minerales y productos energéticos han experimentado un importante crecimiento desde comienzo del siglo XXI, aunque no tan acusado como en el caso de los servicios o los productos manufacturados. La mayor dependencia energética de muchos países desarrollados, la necesidad de materias primas utilizadas en los procesos productivos, así como la variabilidad de los precios de estos productos, explican su comportamiento en el comercio mundial.

Finalmente, los productos agrícolas han sido los que menos han crecido durante el periodo, aunque las exportaciones de este tipo de productos han aumentado gradualmente desde el año 2003.

Una vez que se ha descrito a grandes rasgos la evolución del comercio internacional de bienes y servicios, a continuación se realiza un análisis para la UE-27²⁶ de los flujos internacionales de pasta de papel, papel y cartón.

La importancia de este capítulo subyace en la necesidad de conocer, dentro de este tipo de productos, cuáles tienen mayor peso relativo en el comercio internacional, haciendo especial referencia a las materias primas que utiliza la industria papelera. En efecto, los inputs empleados en el proceso productivo del papel incluyen pastas elaboradas a partir de materias primas vírgenes así como de materiales reciclados, y dado que este trabajo se centra en el análisis de residuos, resulta de gran interés conocer cuáles son los flujos comerciales de estas sustancias.

Para ello, y tras haber analizado toda la información disponible, en este capítulo se realiza una descripción de la evolución del saldo comercial en términos de volumen de la pasta, papel y cartón, ya que es la variable más representativa de estas tendencias.

En este caso se ha empleado la base de datos *UN Comtrade Database* (NU, 2013b), que ofrece información de los flujos comerciales internacionales por productos, mostrando distintas clasificaciones adoptadas internacionalmente con diferentes niveles de detalle y distintos criterios de clasificación (Eurostat, 2014b). Entre las clasificaciones se encuentra el “*sistema armonizado*” o “*harmonized system*” (de ahora en adelante, HS), que es una clasificación por productos basada en el tipo de materia prima empleada y en la etapa de producción. Dado que el HS se constituye como la base para realizar otras clasificaciones, se ha empleado esta nomenclatura, ya que se han utilizado datos de diferentes países y existía la posibilidad de que no fueran comparables. Dentro del HS la *sección X* se corresponde con la “*pasta de madera o de las demás materias fibrosas celulósicas; papel o cartón para reciclar (residuos y desechos); papel o cartón y sus aplicaciones*”, que a su vez se clasifica en las siguientes categorías:

²⁶ En este caso no se va a hacer referencia al caso de España, ya que la mayoría de los flujos comerciales se establecen con el conjunto de la UE-27, y en el caso concreto de las exportaciones de residuos, estos productos son principalmente adquiridos por países europeos y se re-exportan hacia el resto del mundo. Por este motivo, se ha considerado centrar el análisis en el ámbito comunitario.

Tabla 5.1. Categorías vinculadas con los productos de pasta de papel, papel y cartón.

Cód. HS	Descripción de las categorías del HS	Denominación empleada en este trabajo
47	Pasta de madera u otras materias fibrosas celulósicas; papel o cartón recuperado (residuos y desechos).	47 Pasta de madera y residuos.
4701	Pasta mecánica de madera.	
4702	Pasta química de madera para disolver.	
4703	Pasta química de madera a la sosa (soda) o al sulfato (excl. la pasta para disolver).	4701 a 4705 Pasta obtenida de materias primas vírgenes.
4704	Pasta química de madera al sulfito (excl. la pasta para disolver).	
4705	Pasta de madera obtenida por la combinación de tratamientos mecánicos y químicos.	
4706	Pasta de fibras obtenidas de papel o cartón reciclado (residuos y desechos) o de las demás materias fibrosas celulósicas.	4706 Pasta obtenida de residuos.
4707	Papel o cartón para reciclar (residuos y desechos).	4707 Residuos de papel y cartón.
48	Papel y cartón; manufacturas de pasta de celulosa, de papel o cartón.	48 Manufacturas de papel y cartón.
49	Libros impresos, periódicos, fotografías, etc.	49 Productos de impresión y artes gráficas.

Nota: Las categorías 47 y 48 se corresponden con los productos generados por la industria del papel (celulosa y papelera), mientras que la categoría 49, hace referencia a productos procedentes de la industria de la impresión y artes gráficas.

5.1. FLUJOS COMERCIALES DE PRODUCTOS DE PASTA, PAPEL Y CARTÓN EN LA UE-27.

Según los datos disponibles en la *UN Comtrade Database* (NU, 2013b), el saldo comercial de todos los productos de la UE-27 fue de -134,6 mil millones de dólares en el año 2012, siendo el de pasta, papel y cartón (agregación de las categorías 47, 48 y 49) de 18,9 mil millones de dólares para ese mismo año²⁷. Estos valores ponen de manifiesto por un lado, que la UE-27 ha sido importadora neta; y por otro, que los productos de pasta, papel y cartón han tenido un comportamiento totalmente diferente, como así muestra la figura 5.2 para todo el periodo 2000-2012.

El saldo comercial de la totalidad de productos comercializados internacionalmente por la UE-27 muestra una tasa de variación media acumulativa del 0,2% entre 2000-2012. Sin embargo, este crecimiento no ha sido homogéneo, pudiéndose distinguir dos

²⁷ Para el total de productos no existen datos expresados en términos de volumen debido a la heterogeneidad de unidades.

periodos: el primero, desde el año 2000 hasta 2007, se caracteriza por ser una época favorable para la coyuntura económica. Sin embargo, el valor de las exportaciones europeas fue muy inferior al de las importaciones. El segundo periodo comprende desde 2008 a 2012, marcando un punto de inflexión por el comienzo de la crisis financiera y económica. En estos años, la tasa de variación es de un -62,2%, aunque en 2012 se alcanzan valores previos a la crisis.

En cuanto al saldo comercial de pasta, papel y cartón, alcanzó una tasa de variación media acumulativa del 11,8%, pasando de 4,9 mil millones de dólares a 18,9 mil millones en los años 2000 y 2012 respectivamente. El mayor crecimiento se produjo durante el periodo 2000-2007, donde se alcanzó una tasa del 215,6% frente a un 6,8% entre 2008-2012. Pero a diferencia del total de productos comercializados con el resto del mundo, la tendencia fue totalmente diferente, mostrando un saldo positivo en todo momento.

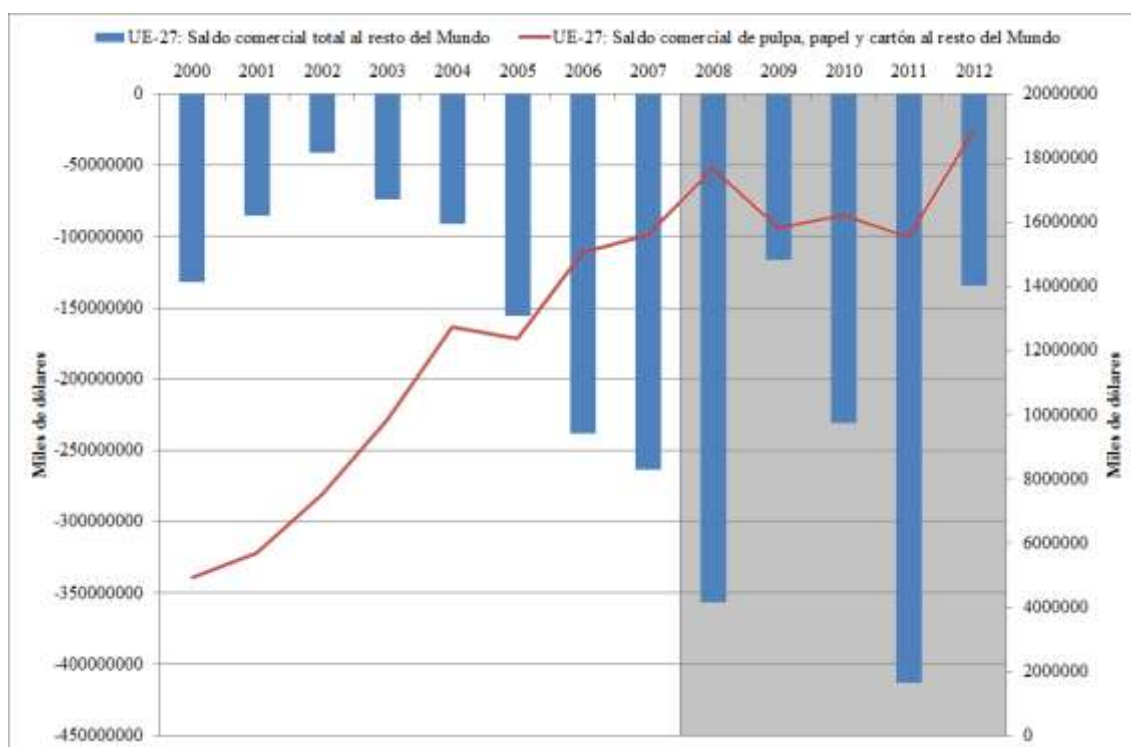


Figura 5.2. Evolución del saldo comercial en la UE-27. Periodo 2000-2012. Fuente: Elaboración propia a partir de NU (2013b).

Nota: El saldo comercial de pasta, papel y cartón, está representado en el eje secundario.

Al desglosar el saldo comercial de los productos de pasta, papel y cartón (véase tabla 5.2), se observa que en términos absolutos, las “*manufacturas de papel y cartón*” (categoría 48) han sido las más beneficiadas, alcanzando un máximo de 13,9 millones de toneladas en 2012. Le sigue la “*pasta de madera y residuos*” (categoría 47) con 4,6

millones de toneladas, y finalmente los “*productos de impresión y artes gráficas*” (categoría 49) con un saldo de 279,3 mil toneladas para ese mismo año. En general, el saldo comercial de estas tres categorías ha sido bastante dinámico durante 2000-2012, obteniendo un crecimiento medio del 30,2%, aunque han sido las “*manufacturas de papel y cartón*” (categoría 48), las más dinámicas con un 7,6%. Al calcular el saldo comercial relativo²⁸ para 2012, se deduce que las ventajas de la UE-27 para este tipo de productos, descansan igualmente sobre las “*manufacturas de papel y cartón*” con un valor del 51,1% y, en menor medida sobre los “*productos de impresión y artes gráficas*” y la “*pasta de madera y residuos*”, con valores del 19,8% y del 18,3% respectivamente.

No obstante, hay que destacar que la “*pasta de madera y residuos*” (categoría 47) ha sufrido importantes cambios en su saldo comercial en términos de volumen durante todo el periodo considerado en comparación con las otras dos categorías que, aunque han sufrido cambios, éstos no han tan dramáticos. En el caso de la categoría 47, donde se incluyen las materias primas (vírgenes o no), las importaciones superaron a las exportaciones en 5,3 millones de toneladas en el año 2000. Desde este año en adelante se observa una recuperación del volumen de exportaciones y es a partir de 2006, cuando las toneladas exportadas superan a las importadas, alcanzando un máximo en 2009 cuando el volumen de exportaciones supera en 6,4 millones de toneladas al de las importaciones. Sin embargo, a partir de este año las exportaciones vuelven a debilitarse ligeramente, pero mantienen su liderazgo, por lo que cabe preguntarse, ¿qué bienes son los que marcan este comportamiento?

Al desglosar la categoría 47, se pone de manifiesto que ese aumento de las exportaciones se ha debido exclusivamente al incremento de las toneladas exportadas de “*residuos de papel y cartón*” (subcategoría 4707). Éstos han tenido una tasa de variación media acumulativa del 11,7% durante 2000-2012, mientras que la “*pasta obtenida de materias primas vírgenes*” (subcategorías 4701 a 4705) y la “*pasta obtenida de residuos*” (subcategoría 4706), han obtenido tasas del -3,6% y del 1,5% respectivamente.

Estos datos indican la mayor importancia que está teniendo el comercio internacional de residuos de papel y cartón a nivel global. De hecho, entre los años 2000 y 2012, las toneladas exportadas de estos residuos representan entre un 75,0% y un 80,0% del volumen total de exportaciones de “*pasta de madera y residuos*” (categoría 47),

²⁸ Cociente entre la diferencia de las exportaciones e importaciones, dividido entre la suma de las exportaciones e importaciones y expresado en tantos por cien.

alcanzando un máximo de 13,3 millones de toneladas exportadas en el año 2009. Y además, desde 2008, las toneladas exportadas de desechos de papel y cartón representan más del 30,0% del volumen total de exportaciones de pasta, papel y cartón (categorías 47, 48 y 49). Por su parte, el volumen de importaciones europeas de estos residuos no ha superado las 1,5 millones de toneladas durante los años considerados, aunque hay que indicar que está creciendo de forma importante durante los últimos años, resultando una tasa de variación media acumulativa del 4,9% entre 2000-2012. De hecho, el saldo comercial relativo, en términos de volumen, muestra que los residuos de papel y cartón han sido los que han tenido un mejor comportamiento durante todo el periodo, alcanzando un 76,8% en 2012, un valor muy superior al resto de categorías. Sin embargo, a pesar de que la exportación de residuos que han sido recogidos y clasificados pero que no han sufrido ninguna otra transformación, beneficia en cierta medida a la balanza de pagos, también implica una pérdida de valor añadido para la UE-27.

Asimismo hay que destacar el bajo volumen de exportaciones e importaciones de la “*pasta obtenida de residuos*” (subcategoría 4706), lo que indica que una vez que los residuos de papel se han valorizado, se reincorporan al proceso productivo principalmente, y su interés comercial es más bien escaso.

En el caso de la “*pasta obtenida de materias primas vírgenes*” (subcategorías 4701 a 4705), las toneladas importadas superan de forma importante a las exportadas, mostrando la necesidad de inputs que la industria papelera europea requiere para llevar a cabo su proceso productivo.

Tabla 5.2. Saldo comercial (volumen), y tasas de variación de las categorías 47 (4701 a 4707), 48 y 49. UE-27.

	47-Pasta de madera u otras materias fibrosas celulósicas; papel o cartón recuperado (residuos y desechos)	4701 a 4705 Pasta de madera obtenida de materias vírgenes	4706-Pasta de fibras obtenidas de papel o cartón reciclado (residuos y desechos) o de las demás materias fibrosas celulósicas	4707-Residuos y desechos de papel y cartón	48-Papel y cartón; manufacturas de pasta de celulosa, de papel o cartón	49-Libros impresos, periódicos, fotografías, etc.	TOTAL
	Saldo del volumen (Toneladas)	Saldo del volumen (Toneladas)	Saldo del volumen (Toneladas)	Saldo del volumen (Toneladas)	Saldo del volumen (Toneladas)	Saldo del volumen (Toneladas)	Saldo del volumen (Toneladas)
2000	-5.264.013,3	-7.719.991,6	-114.265,2	2.570.243,5	5.733.727,7	320.473,4	790.187,9
2001	-4.188.973,4	-7.419.161,1	-65.177,9	3.295.365,7	5.791.093,8	435.354,0	2.037.474,4
2002	-4.207.684,4	-7.470.474,6	-57.500,3	3.320.290,5	7.446.570,5	386.939,2	3.625.825,2
2003	-3.466.920,3	-7.288.967,7	-33.215,4	3.855.262,9	9.239.770,4	386.127,2	6.158.977,3
2004	-1.954.894,0	-7.790.147,1	23.880,7	5.811.372,5	11.394.868,8	-179.956,6	9.260.018,3
2005	-1.048.568,9	-7.803.564,2	19.524,7	6.735.470,6	10.344.579,5	308.161,5	9.604.172,2
2006	467.620,9	-7.181.725,5	-44.607,0	7.693.953,5	12.206.432,4	320.396,0	12.994.449,4
2007	1.395.677,3	-7.391.010,6	-52.754,6	8.839.442,5	10.577.410,0	261.647,2	12.234.734,6
2008	3.449.539,8	-6.982.964,3	-53.882,6	10.486.386,7	11.094.488,6	231.768,7	14.775.797,1
2009	6.396.099,7	-5.746.840,3	-19.033,4	12.161.973,4	10.590.431,4	184.653,5	17.171.184,6
2010	2.247.766,5	-6.588.532,9	-27.798,6	8.864.098,0	11.803.292,8	192.343,2	14.243.402,5
2011	3.640.518,5	-5.928.401,8	-107.636,5	9.676.556,8	12.370.164,9	236.568,1	16.247.251,5
2012	4.627.910,4	-4.960.522,8	-136.267,3	9.724.700,5	13.862.079,9	279.290,4	18.769.280,7
T.V.M.A. 2000-2012	-	-3,6%	1,5%	11,7%	7,6%	-1,1%	30,2%
T.V. 2000-2012	-187,9%	-35,7%	19,3%	278,4%	141,8%	-12,9%	2.275,3%
T.V. 2000-2007	-126,5%	-4,3%	-53,8%	243,9%	84,5%	-18,4%	1.448,3%
T.V. 2008-2012	34,2%	-29,0%	152,9%	-7,3%	24,9%	20,5%	27,0%

Fuente: Elaboración propia a partir de NU (2013b).

Nota: T.V.M.A. (Tasa de Variación Media Acumulativa); T.V. (Tasa de Variación).

Tabla 5.3. Saldo comercial relativo (%).

Categoría/Año	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
47-Pasta de madera y residuos	-36,8	-27,7	-28,0	-21,3	-10,5	-5,6	1,9	5,7	14,3	25,7	9,8	14,7	18,3
4701 a 4705 Pasta obtenida materias vírgenes	-78,5	-73,6	-72,0	-69,7	-68,9	-68,5	-61,3	-63,7	-62,9	-54,2	-58,8	-48,9	-40,3
4706-Pasta obtenida de residuos	-46,8	-33,7	-35,2	-23,7	13,3	9,9	-25,9	-29,9	-28,3	-11,0	-14,0	-39,2	-39,6
4707-Residuos de papel y cartón	60,8	68,3	64,5	68,2	75,7	77,7	79,1	80,3	82,3	84,4	76,5	76,6	76,8
48-Manufacturas de papel y cartón	28,6	28,4	33,9	38,3	42,6	39,6	47,9	37,4	40,0	39,5	44,4	45,3	51,1
49-Productos de impresión y artes gráficas	28,7	37,7	35,1	33,6	-10,3	23,6	22,6	21,4	18,2	17,6	17,6	20,4	19,8

Fuente: Elaboración propia a partir de NU (2013b).

Debido a las características de los productos de pasta, papel y cartón, parece plausible preguntarse si el flujo comercial de estos productos es de carácter intraindustrial, esto es cuando una economía exporta e importa simultáneamente distintas variedades de un mismo producto, es decir, de la misma naturaleza. Por tanto, en el comercio intraindustrial, no se actúa según las teorías de la ventaja comparativa y de la dotación factorial, a diferencia de lo sucedido en el comercio de carácter interindustrial.

La magnitud de este tipo de comercio de un determinado producto se suele valorar utilizando como indicador el grado de solapamiento entre flujos de exportación e importación. Así pues, el índice de comercio intraindustrial²⁹ calculado para estos productos es bastante elevado (81,7% para la pasta de madera y residuos; 80,2% para los productos de impresión y artes gráficas; y 48,9% para los productos manufacturados en 2012), indicando el importante flujo de transacciones entre países con industrias de la misma naturaleza, especialmente para la “*pasta de madera y residuos*” y para los “*productos de impresión y artes gráficas*”. Las “*manufacturas de papel y cartón*” se encuentran en un término medio, con porcentajes que se han deteriorado desde el comienzo de la crisis (véase tabla 5.4).

Al analizar el origen y destino de los productos de pasta, papel y cartón que la UE-27 comercializa con el resto del mundo, se han tenido en cuenta los siguientes países: Argentina, Australia, Brasil, Canadá, China, Estados Unidos, Japón, India, Indonesia, Malasia, México, Filipinas, Rusia, Singapur, Tailandia y Vietnam, bien por la importancia de sus economías o por el importante crecimiento económico acaecido en las últimas décadas. Asimismo, se ha considerado 2012 como año de referencia al haber datos disponibles para todos estos países.

²⁹ El valor del índice de comercio intraindustrial oscila entre 0 y 100. Valores próximos a 0 indican que no existe este tipo de comercio, y próximos a 100 muestran una situación en la que el comercio tiene carácter intraindustrial. No obstante, este índice está afectado por el grado de agregación de las cifras empleadas, por lo que a mayor nivel de agregación, mayor es el valor de dicho índice, lo que hace que se sobrevalore este comercio.

Tabla 5.4. Índice de comercio intraindustrial (%).

Categoría/Año	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
47-Pasta de madera y residuos	63,2	72,3	72,0	78,7	89,5	94,4	98,1	94,3	85,7	74,3	90,2	85,3	81,7
4701 a 4705 Pasta obtenida de materias primas vírgenes	21,5	26,4	28,0	30,3	31,1	31,5	38,7	36,3	37,1	45,8	41,2	51,1	59,7
4706 Pasta obtenida de residuos	53,2	66,3	64,8	76,3	86,7	90,1	74,1	70,1	71,7	89,0	86,0	60,8	60,4
4707-Residuos de papel y cartón	39,2	31,7	35,5	31,8	24,3	22,3	20,9	19,7	17,7	15,6	23,5	23,4	23,2
48-Manufacturas de papel y cartón	71,4	71,6	66,1	61,7	57,4	60,4	52,1	62,6	60,0	60,5	55,6	54,7	48,9
49-Productos de impresión y artes gráficas.	71,3	62,3	64,9	66,4	89,7	76,4	77,4	78,6	81,8	82,4	82,4	79,6	80,2

Fuente: Elaboración propia a partir de NU (2013b).

Como se ha comentado anteriormente, el mejor comportamiento lo han tenido las “*manufacturas de papel y cartón*” (categoría 48), con unas exportaciones que superan a las importaciones en 13,9 millones de toneladas. Los mayores importadores de este tipo de productos han sido: Rusia (con un saldo neto de 788,7 mil toneladas a favor de la UE-27), India y Australia (donde las exportaciones europeas superan a las importaciones en 530,9 y 505,5 mil toneladas respectivamente); Japón y México (con un saldo neto de 452,9 y 363,4 mil toneladas respectivamente); y Estados Unidos (con 363,4 mil toneladas). Para este tipo de productos, la UE-27 ha sido importadora neta únicamente de Canadá con un saldo comercial de -133,5 mil toneladas en 2012.

En segundo lugar, se encuentra la “*pasta de madera y residuos*” (categoría 47). China es el país para el que el volumen de exportaciones europeas de la categoría 47 ha superado, con gran diferencia, al volumen de importaciones, con un saldo de 10,1 mil millones de toneladas. A China le siguen muy de lejos Indonesia (con un saldo neto de 1,3 millones de toneladas); India (676,8 mil toneladas); y Tailandia (203,9 mil toneladas). En el caso de la pasta de madera y los residuos de papel y cartón de origen europeo, los países asiáticos considerados han sido los mayores importadores en términos de volumen. Por su parte, la UE-27 ha importado materiales de la categoría 47 principalmente de Brasil, de donde las importaciones han superado a las exportaciones en 3,6 millones de toneladas. Seguido de Estados Unidos (con un saldo neto de -1,8 millones de toneladas), Canadá (con -586,4 mil toneladas) y Rusia (con -356,3 mil toneladas).

Si se distinguen los productos que componen la categoría 47 se pone de manifiesto que la UE-27 ha sido importadora neta de “*pasta obtenida de materias primas vírgenes*” (subcategorías 4701 a 4705), ya que ha obtenido un saldo neto de -5,0 millones de toneladas en 2012. Su principal proveedor ha sido Brasil, con un saldo neto de -3,5 millones de toneladas. Le siguen Estados Unidos (con un diferencial de -1,6 millones de toneladas); Canadá (con -579,1 millón de toneladas); y Rusia (con -317,6 millones de toneladas). Asimismo, hay que indicar que los principales compradores de estos productos europeos vuelven a ser los países asiáticos, destacando nuevamente China. En este caso el volumen de exportaciones destinadas al gigante asiático ha superado al de importaciones en 1,6 millones de toneladas en 2012. Le siguen Indonesia e India con un saldo comercial de 279,2 y 224,2 mil toneladas respectivamente, a favor del viejo continente.

En el caso de la “*pasta obtenida de residuos*” (subcategoría 4706), el volumen de exportaciones e importaciones es bastante reducido. No obstante, hay que destacar que Rusia ha sido el país que más toneladas ha importado, con un saldo comercial de 28,2 mil toneladas

a favor de la UE-27. A su vez, ésta ha sido importadora neta de pasta obtenida de desechos de papel procedente de Estados Unidos, de donde el volumen de importaciones ha superado al de exportaciones en 77,2 mil toneladas; de Filipinas (con un saldo neto de -16,6 mil toneladas); de China (con un diferencial de -1,9 mil toneladas); y de Tailandia y Canadá (con -427,7 y -234,0 toneladas respectivamente).

En cuanto a los “*residuos de papel y cartón*” (subcategoría 4707) que, como se ha comentado anteriormente, ha sido la partida que ha marcado la tendencia de la categoría 47, hay que destacar que vuelven a ser los países asiáticos los principales compradores. China ha sido el gran importador de residuos de papel y cartón europeos, con un saldo neto de 8,5 millones de toneladas a favor de la UE-27 durante 2012. Le siguen Indonesia (con 1,1 millón de toneladas); India (con un diferencial de 452,0 mil toneladas); y Tailandia (135,7 mil toneladas). En este caso, la UE-27 ha sido importadora neta de residuos de papel y cartón de Estados Unidos, donde las toneladas importadas han superado a las exportadas a este país en 188,0 mil toneladas. Le siguen muy de lejos Rusia (con un saldo neto de -67,0 mil toneladas); Brasil (-21,6 mil toneladas); y Canadá y Argentina (con -7,1 mil toneladas y -114,8 mil toneladas respectivamente).

Finalmente, los “*productos de impresión y artes gráficas*” (categoría 49), han sido los que han tenido un menor saldo comercial en cuanto a volumen se refiere. Al igual que en el caso de las manufacturas, el principal comprador de estos productos de origen europeo ha sido Rusia, con unas exportaciones que superan a las importaciones en 131,1 mil toneladas a favor de la UE-27. A este país le sigue Australia (con un saldo comercial de 26,2 mil toneladas) y México (con un diferencial de 13,4 mil toneladas a favor de la UE-27). Por otro lado, la UE-27 ha sido importadora neta de este tipo de productos de casi todos los países asiáticos considerados, a excepción de Filipinas, siendo China el principal proveedor europeo, ya que las importaciones han superado a las exportaciones en 271,4 mil toneladas en 2012.

La tabla 5.5 muestra la evolución de la distribución geográfica de los productos y residuos de papel y cartón en los años 2000 y 2012. En ella se pone de manifiesto que las toneladas exportadas de “*pasta de madera y residuos*” se dirigen principalmente al sudeste asiático, siendo China el mayor importador, suponiendo el 67,7% de las exportaciones europeas de estos materiales al resto del mundo. Le siguen muy de lejos Indonesia (9,2%), India (4,5%) y Tailandia (1,4%). Hay que indicar que salvo China, que ha visto cómo el volumen de importaciones europeas de esta categoría ha aumentado desde el año 2000 en 57,4 puntos porcentuales, el resto de países asiáticos considerados han tenido un comportamiento totalmente diferente. No obstante, el sudeste asiático sigue siendo el principal demandante de

estos materiales, ya que el resto de países no representan individualmente más del 0,6% (dato correspondiente a Rusia) del total mundial.

Dentro de esta categoría hay que indicar la creciente importancia que ha tenido la exportación de “*pasta obtenida de materias primas vírgenes*” y de “*residuos de papel y cartón*” hacia los dieciséis países considerados durante 2000-2012, obteniendo unas tasas de variación medias acumulativas del 11,0% y del 10,4% respectivamente. Nuevamente, se corrobora que los principales demandantes de estos productos vuelven a ser los países del sudeste asiático, destacando el papel de China, que adquirió el 44,2% y el 75,9% de la “*pasta obtenida de materias primas vírgenes*” y de los “*residuos de papel y cartón*” exportados por la UE-27 al resto del mundo en 2012. Lo que pone de manifiesto que el principal destino de estos materiales, especialmente de los residuos, es China.

En cuanto a la “*pasta obtenida de residuos*”, el principal demandante es Rusia, que concentra un 27,3% de las toneladas exportadas por la UE-28 al resto del mundo. Desde el año 2000, Rusia ha incrementado las importaciones de este tipo de pasta en 27,2 puntos porcentuales, desbancando al gigante asiático, que en 2012 representó el 14,5% de las adquisiciones mundiales de origen europeo.

Finalmente, respecto a las “*manufacturas de papel y cartón*” así como a los “*productos de impresión y artes gráficas*”, hay que indicar que la distribución geográfica no está tan concentrada en los dieciséis países considerados. No obstante, destacar que para las “*manufacturas de papel y cartón*”, Estados Unidos, Rusia y China son los principales demandantes con una distribución geográfica del volumen de exportaciones del 8,7%, 6,9% y 3,6% respectivamente. En el caso de los “*productos de impresión y artes gráficas*”, los principales importadores son Rusia, Estados Unidos y Australia, con valores del 15,9%, 6,6% y 6,2% para cada uno de ellos.

Tabla 5.5. Distribución geográfica del volumen de exportaciones de productos y residuos de papel y cartón de la UE-27.

	47 Pasta de madera		4701 a 4705 Pasta obtenida de materias primas vírgenes		4706 Pasta obtenida de residuos		4707 Residuos de papel y cartón		48 Manufacturas de papel y cartón		49 Productos de impresiones y artes gráficas	
	2000	2012	2000	2012	2000	2012	2000	2012	2000	2012	2000	2012
Argentina	0,02%	0,02%	0,05%	0,03%	0,36%	1,50%	0,00%	0,00%	1,64%	1,01%	3,30%	0,60%
Australia	0,13%	0,02%	0,08%	0,02%	5,33%	1,58%	0,04%	0,01%	4,31%	2,93%	3,16%	3,24%
Brasil	0,09%	0,34%	0,34%	1,32%	0,58%	2,27%	0,00%	0,00%	2,00%	2,66%	1,16%	0,73%
Canadá	0,57%	0,06%	2,36%	0,21%	0,06%	0,02%	0,02%	0,01%	2,30%	0,69%	3,34%	2,24%
China	10,26%	67,68%	6,48%	44,18%	32,00%	14,49%	11,02%	75,90%	2,95%	3,60%	0,48%	0,74%
Estados Unidos	2,84%	0,47%	7,47%	1,57%	2,50%	1,73%	1,41%	0,10%	15,73%	8,65%	17,41%	6,61%
Filipinas	1,72%	0,13%	0,28%	0,06%	0,85%	1,15%	2,19%	0,15%	0,84%	0,93%	0,12%	0,13%
India	8,82%	4,52%	0,50%	6,10%	1,66%	0,57%	11,54%	4,04%	1,45%	2,81%	0,44%	1,28%
Indonesia	20,92%	9,17%	3,08%	8,71%	6,71%	2,46%	26,73%	9,38%	0,84%	0,77%	0,09%	0,16%
Japón	2,53%	0,45%	10,31%	1,76%	5,20%	2,39%	0,06%	0,00%	2,34%	2,38%	1,16%	0,74%
Malasia	0,77%	0,38%	0,17%	0,22%	0,11%	0,52%	0,96%	0,43%	1,12%	1,46%	0,34%	0,34%
México	0,05%	0,13%	0,13%	0,04%	0,09%	1,62%	0,03%	0,14%	1,24%	2,10%	3,62%	1,65%
Rusia	0,97%	0,62%	2,96%	1,71%	0,18%	27,34%	0,37%	0,02%	3,47%	6,91%	11,01%	15,89%
Singapur	1,06%	0,19%	0,08%	0,38%	0,63%	0,19%	1,37%	0,14%	1,57%	0,86%	0,89%	0,89%
Tailandia	4,23%	1,37%	3,19%	1,88%	0,05%	0,35%	4,63%	1,21%	0,73%	0,92%	0,14%	0,19%
Vietnam	0,26%	0,39%	0,08%	0,67%	16,08%	0,28%	0,01%	0,31%	0,09%	0,20%	0,01%	0,04%
Mundo	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

Fuente: Elaboración propia a partir de NU (2013b).

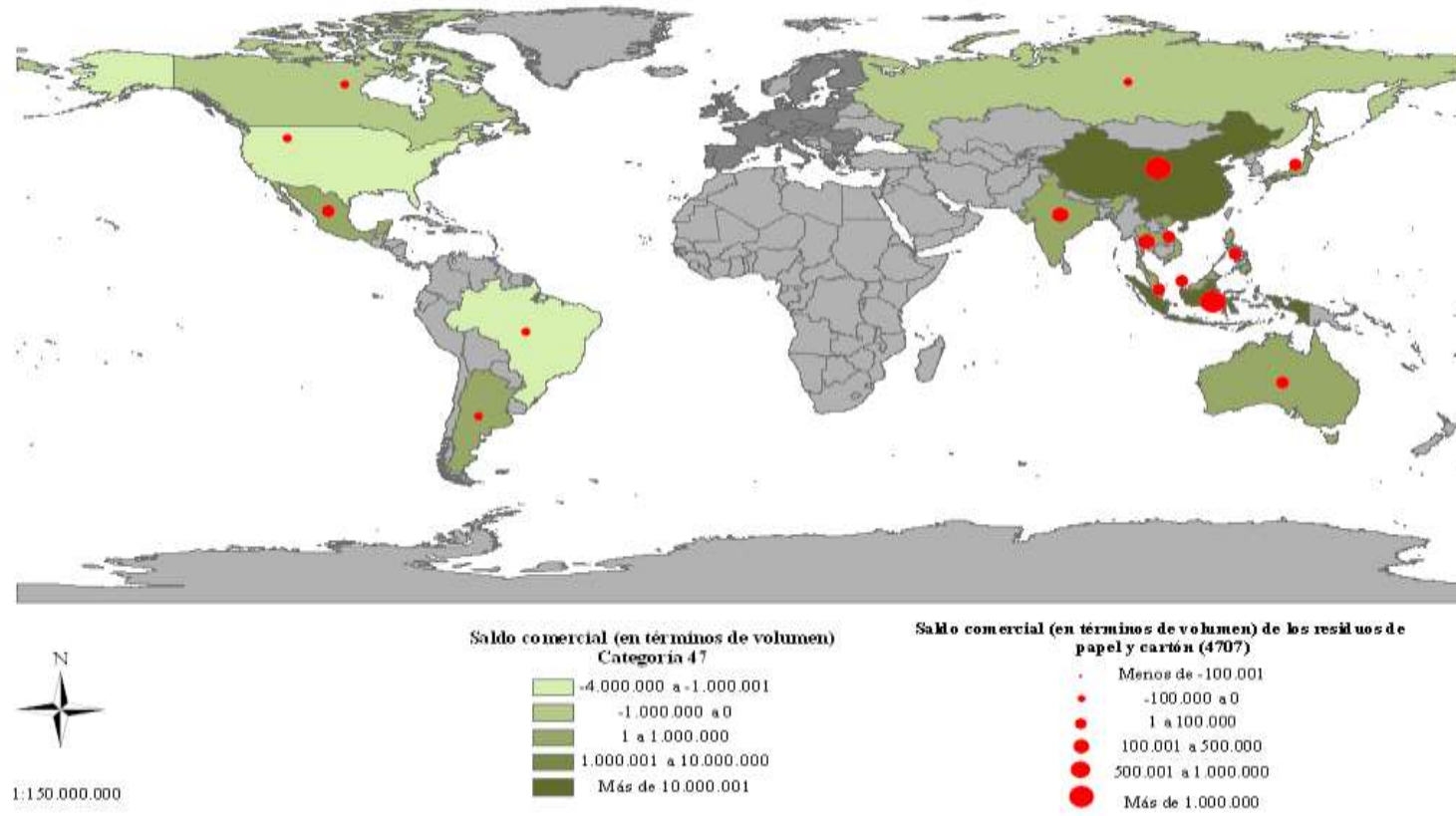


Figura 5.3. Saldo comercial (en términos de volumen) de la categoría 47 y de los residuos y desechos de papel y cartón (4707) para la UE-27 en 2012. Fuente: Elaboración propia a partir de NU (2013b) e IECA (2010).

5.2. ¿CÓMO INFLUYE EL GIGANTE ASIÁTICO EN LAS EXPORTACIONES DE RESIDUOS DE PAPEL Y CARTÓN DE ORIGEN EUROPEO?

Dado el protagonismo que tienen los países asiáticos, especialmente China, en el comercio internacional de productos de pasta, papel y cartón, resulta interesante constatar si el saldo comercial (en términos de volumen) de dichos productos sigue las mismas tendencias que el ciclo económico de la UE-27 y/o de China.

A pesar de que actualmente China es uno de los principales protagonistas en el comercio internacional, no siempre ha sido así. De hecho, en la década de los setenta, era una economía totalmente hermética y cerrada al exterior, y unas décadas más tarde presentaba unas tasas de apertura muy elevadas. Este cambio vertiginoso se debe en gran medida a la Inversión Directa Extranjera (IDE) procedente principalmente de Europa y de Estados Unidos, ya que ésta se destinaba al establecimiento de filiales aprovechando los bajos costes salariales, lo que ha incidido muy positivamente en el PIB de China. Asimismo, otros países asiáticos destinaban la IDE a negocios de exportación, por lo que todo ello contribuyó a un rápido crecimiento de la economía China, posicionándose como un gran competidor mundial en manufacturas intensivas en trabajo y a bajo coste (véase Salvador, 2012; Martínez, 2008).

La figura 5.4 muestra la evolución de estas variables. En ella se observa que desde el año 2000 el PIB de la UE-27 y el de China ha crecido hasta 2012, si bien en este último caso, la tasa de variación media acumulada ha sido del 12,4%, mientras que en la UE-27 ha sido del 4,0%. El importante crecimiento de la economía china, y el peso relativo del sector del reciclaje de papel y cartón en este país, explican la alta demanda de residuos de estos materiales procedentes de todo el mundo, y cómo no de la UE-27. De hecho, según el Ministerio de Protección Medioambiental de China, del total de residuos que importa este país del resto del mundo, el 53% son desechos de papel y cartón, es decir, unas 19,6 millones de toneladas, de las que el 28% procedía de la UE-27, principalmente de Reino Unido (38%), Holanda (23%), Alemania (13%), Bélgica (10%) y España (5%)³⁰.

³⁰ Dado que las principales exportaciones de residuos de papel y cartón de España tienen como destino otros países de la UE-27, es posible que éstos se re-exporten a China. Asimismo hay que indicar que durante 2006, China no importó residuos de papel y cartón de Austria, Bulgaria, Chipre, Luxemburgo, Letonia, Lituania, Rumanía, República Eslovaca, Eslovenia, Hungría y República Checa.

Asimismo, en 2006 se preveía que estas cantidades se incrementarían de acuerdo con el crecimiento previsto del PIB (Ministry of Environmental Protection of China, 2006).

A su vez, el saldo comercial en términos de volumen de los productos de pasta, papel y cartón que han sido comercializados con el resto del mundo, ha crecido durante todo el periodo considerado, mostrando los mismos altibajos que el PIB de la UE-27, aunque mucho más acusados. De hecho, esas variaciones se registran antes en el saldo comercial de estos productos que en el PIB, por lo que se puede considerar como una variable pro-cíclica, ya que el aumento (caída) de las toneladas exportadas respecto a las importadas, anticipan incrementos (decrecimientos) en la demanda de terceros países. En este caso, el saldo comercial de pasta, papel y cartón ha tenido una tasa de variación media acumulativa del 30,2% (del 11,7% para el saldo neto de los residuos y del 1,5% para la pasta hecha a partir de residuos), lo que muestra un comportamiento mucho más dinámico que las economías de la UE-27 y de China.

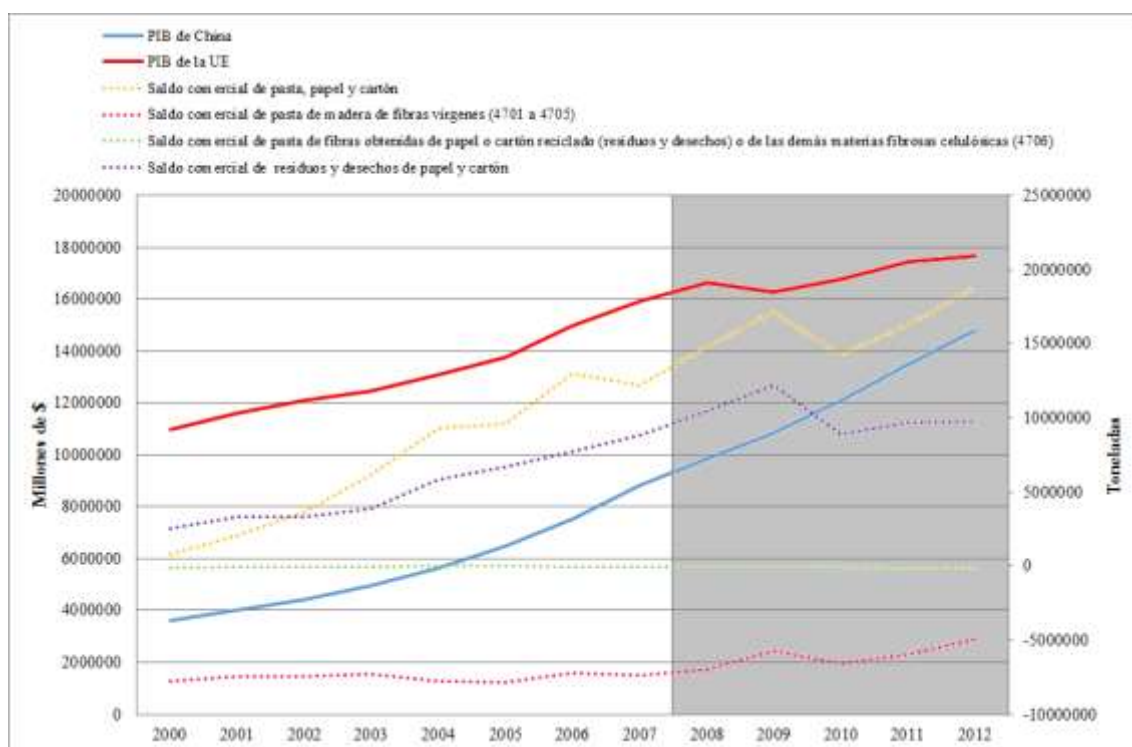


Figura 5.4. Evolución del saldo comercial de los productos de pasta, papel y cartón y el ciclo económico de la UE-27 y China. Periodo 2000-2012. Fuente: Elaboración propia a partir de NU (2013b) y OCDE (2015).

Nota: Los saldos comerciales de los productos de pasta, papel y cartón, están representados en el eje secundario.

Por tanto, se puede avanzar, viendo las cifras comentadas hasta ahora, que el importante crecimiento del saldo comercial de los residuos de papel y cartón en la UE-27 se debe, en gran medida, a la importante demanda asiática, especialmente a la de China.

5.3. IMPLICACIONES DEL COMERCIO INTERNACIONAL DE RESIDUOS Y DESECHOS DE PAPEL Y CARTÓN.

Como se ha comentado, las exportaciones de pasta, papel y cartón han superado a sus importaciones, lo que pone de manifiesto el carácter exportador neto de la industria papelera y de otras actividades vinculadas con estos productos (recuperadores, impresión y artes gráficas, etc.). Hay que destacar que para el conjunto de la UE-27 el mejor comportamiento del saldo comercial en términos de volumen se corresponde con los productos manufacturados. La importancia de exportar este tipo de bienes, supone un incremento del valor añadido, ya que se generan una serie de sinergias que repercutirán favorablemente sobre el tejido productivo, el empleo, etc. Sin embargo, la categoría 47 formada por la pasta y los residuos de papel y cartón, también ha tenido un comportamiento muy favorable que tiende a mantenerse en el tiempo. La cada vez mayor exportación de productos semielaborados así como de residuos (considerados como una potencial input para el proceso productivo de la industria papelera), supone un alivio para la balanza de pagos europea, pero también implica una menor fuente de ingresos, ya que el hecho de que no se transformen en las industrias paperas europeas y sean comercializados fuera, supone la exportación de ese valor añadido hacia terceros países.

Asimismo, en el caso de los desechos de papel y cartón, que ha sido la partida cuyo saldo comercial más ha crecido durante el periodo 2000-2012, su mayor exportación puede suponer una pérdida de capacidad productiva para la industria papelera europea. En efecto, si estos residuos se pueden transformar en materia prima para la fabricación de papel, su exportación puede provocar un desabastecimiento para el sector, ya que las exportaciones de dichos residuos están creciendo a una tasa de variación media acumulativa del 11,7%, y la tendencia parece que va mantenerse.

A su vez, si el valor estratégico de los residuos de papel y cartón reside en sus bajos precios (a pesar de que previamente han de ser valorizados), frente a los de las materias primas vírgenes (Samakovlis, 2003; Berglund y Söderholm, 2003; Berglund et al., 2002; Villanueva y Wenzel, 2007), su utilización como inputs en la industria papelera supone una reducción de los costes de producción. Por tanto, ante un contexto en el que el volumen de exportaciones aumenta considerablemente año tras año, la industria papelera

Europea puede perder competitividad al tener que utilizar materias primas vírgenes más caras en lugar de residuos de papel y cartón.

Tampoco hay que olvidar que estos desechos no son un sustitutivo perfecto de las materias primas vírgenes. Los residuos de papel no pueden reemplazar al 100% a los materiales vírgenes, ya que las fibras de celulosa tienden a deteriorarse con su reutilización y tienen una determinada vida útil. Sin embargo, la utilización de desechos evita que el uso de fibras vírgenes sea mayor, y por tanto reduce la tala de árboles para su obtención, con las consecuencias medioambientales que ello conlleva.

También es necesario apuntar que el aumento del volumen de exportaciones de residuos de papel y cartón, difumina los objetivos propuestos en la “*Declaración europea sobre el reciclaje del papel (2011-2015)*” del Consejo Europeo de Reciclaje del Papel (ERPC, 2011). Esta Declaración promueve el objetivo de la Comisión Europea de “*economía circular*”. Un concepto que se basa en el principio de “*cerrar el ciclo de vida*” de los productos, residuos, materiales y fuentes de energía, con la finalidad de apoyar el desarrollo sostenible, el crecimiento económico y la generación de empleo en Europa. Bajo este objetivo, la citada Declaración promueve el reciclaje de residuos de papel y cartón en el seno de la UE-27, alegando que la cadena de reciclaje del papel se rompe con la exportación de estos desechos ya que en muchas ocasiones éstos son adquiridos por organizaciones que no pertenecen al sector del reciclaje y por empresas comercializadoras; se pierden puestos de trabajo en los países miembros; el traslado de residuos puede no ser lo suficientemente seguro ni respetuoso con el medio ambiente; y se pierde competitividad en el sector del reciclaje de papel.

Asimismo, la exportación de residuos de papel entra en conflicto con el “*principio de proximidad*” de la Directiva Marco de Residuos y de la Ley 22/2011 de residuos y suelos contaminados³¹, donde se contempla la posibilidad de que las administraciones

³¹ Ley 22/2011 de residuos y suelos contaminados, artículo 16.3: “*Respecto a los residuos susceptibles de ser reciclados, las administraciones públicas podrán articular con carácter temporal, mecanismos que prioricen su reciclado dentro de la Unión Europea, cuando esté justificado por razones medioambientales.*”

Ley de medidas urgentes en materia de medio ambiente, artículo 3º.10: “*La Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados, queda modificada en los siguientes términos: [...] Se introduce una nueva disposición adicional decimosexta: Disposición adicional decimosexta. Residuos reciclables. Los productores u otros poseedores iniciales de residuos reciclables podrán priorizar que su tratamiento*

públicas puedan articular, de manera temporal, mecanismos que prioricen el reciclado dentro de la UE-27, siempre que esté justificado por razones medioambientales. De esta manera, se promueve el reciclaje entre los miembros, incentivando el uso de materias primas recicladas (que evitan la extracción de nuevos recursos y el consumo energético asociado a dicha extracción), y reduciendo el volumen de exportaciones de residuos de papel y cartón. Este hecho ha generado consigo dos puntos de vista contrapuestos que enfrentan a recuperadores y productores de papel y cartón.

Finalmente, indicar que es evidente que la exportación de éstos y otros residuos a terceros países, tiene una serie de consecuencias ambientales. Según un estudio realizado por el Instituto Tecnológico del Embalaje, Transporte y Logística (ITENE) (Hortal et al., 2011), en el que se analiza el impacto ambiental asociado con las exportaciones de residuos de papel y cartón hacia China, se llega a la conclusión de que existe una serie de impactos ambientales derivados del transporte que incluyen desde calentamiento global, oxidación fotoquímica, acidificación, eutrofización terrestre, respiratorios inorgánicos, toxicidad humana y demanda acumulada de energía. Este informe pone de manifiesto que es el transporte marítimo el que más contribuye al agravamiento de estos impactos, mientras que el transporte por carretera, a pesar de que las distancias recorridas son mucho menores que las recorridas por mar, tiene un impacto significativo para la demanda de energía y para la toxicidad humana. Ante estos resultados, este informe justifica el desarrollo de mecanismos normativos que prioricen el reciclado de papel y cartón en cercanía tal y como indica la legislación europea y española en materia de residuos.

Ante estas consecuencias vinculadas con la exportación de residuos, parece plausible que se tienda a fomentar el reciclaje en regiones lo más cercanas posibles a las áreas de consumo. Sin embargo, no hay que olvidar que los procesos de valorización de residuos también emiten contaminantes al medio ambiente. De hecho, en el caso de China, debido a la gran producción de papel, se está optando por la importación de residuos de papel y cartón para abastecer la demanda de inputs y sustituir de esta manera la gran necesidad de árboles y terrenos para su plantación. Aun así, existen estudios que se centran en analizar qué procesos productivos o qué tipo de residuos son óptimos para reducir la contaminación asociada a la valorización de los mismos, ya que la

completo se realice dentro de la Unión Europea con el fin de evitar el impacto ambiental de su transporte fuera de ella, de conformidad con la normativa aplicable.”

concentración de este tipo de actividades se está convirtiendo en un grave problema medioambiental y sanitario en el gigante asiático (véase Arminen et al., 2015; Hong y Li, 2012; Liang et al., 2011; Lu y Zhang, 2010; Liu et al., 2010).

**PARTE III. LA INDUSTRIA PAPELERA EN EL
SISTEMA PRODUCTIVO ESPAÑOL: APLICACIÓN
DEL MODELO ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA
INPUT-OUTPUT**

CAPÍTULO 6. DESARROLLO METODOLÓGICO Y LIMITACIONES DEL ESTUDIO.

En el análisis realizado en los capítulos anteriores, se ha puesto de manifiesto la importancia que tiene alcanzar un equilibrio sostenible entre economía, sociedad y medioambiente.

Asimismo, se ha comentado que la industria papelera lleva a cabo un proceso productivo que se ajusta bastante a ese concepto de sostenibilidad, especialmente en los países más desarrollados (Berglund et al., 2002), ya que dicho proceso ha incorporado mejoras tecnológicas capaces de generar un menor volumen de residuos y de emisiones al medioambiente (CEPI, 2013; ASPAPEL, 2009). Además, gran parte de las materias primas que utiliza en su proceso productivo proceden de residuos de papel y de cartón³², que a través su valorización, se vuelven a reutilizar en el proceso de manufactura, por lo que se puede decir que la industria papelera alarga el ciclo de vida de los productos de papel y cartón, evitando en cierta medida, la extracción de materias primas vírgenes.

Un claro indicador del valor estratégico de los residuos de papel y cartón subyace en el importante volumen que es comercializado internacionalmente (véase capítulo 5), ya que su reutilización aumenta la eficiencia económica del proceso productivo del papel y del cartón. Ello se debe principalmente a la reducción de costes que conlleva el uso de residuos, ya que el precio de los desechos es menor que el de la materia prima virgen (Samakovlis, 2003). A su vez, reciclar los residuos de papel y cartón no resulta caro (en comparación con otros tipos de valorización como la incineración o la eliminación en vertedero) ya que el consumo energético es relativamente bajo (Berglund et al., 2002; Villanueva y Wenzel, 2007). De hecho, según Samakovlis (2003), existe una relación inversa entre la mayor utilización de residuos de papel y cartón en el proceso de manufactura y la utilización de energías fósiles. Además, según Berglund y Söderholm (2003), las altas tasas de reciclaje de residuos de papel y cartón se han estimulado por motivos económicos (puntualizando la importancia de factores demográficos³³ y de competitividad en el mercado mundial) y no políticos, lo que justifica una vez más la valorización de este tipo de desechos.

³² En Europa durante 2012 se recicló el 71,7% del papel recuperado frente al 69,0% de 2005 (CEPI, 2013).

³³ Indicando la importancia que tienen la densidad de población así como la tasa de urbanización en la minimización de costes tanto en la recogida como en la valorización de residuos.

Por tanto, se puede afirmar que el proceso productivo de la industria papelera se ha orientado hacia la sostenibilidad ambiental sin menoscabar aspectos como la eficiencia productiva, pero ¿siguen esta tendencia todos los suministradores de la industria papelera?

El proceso productivo llevado a cabo por la industria papelera requiere de inputs o consumos intermedios (acabados o semi-elaborados) procedentes de otras actividades económicas, lo que hace que esta industria genere un efecto en cadena sobre el resto de ramas de actividad. Es decir, un incremento de la producción de papel y cartón, implicaría una mayor necesidad por parte de la industria papelera de inputs procedentes de otras actividades económicas, lo que se traduciría en una mayor producción de sus proveedores para abastecer esa demanda de inputs. Debido a las relaciones intersectoriales, estos suministradores también trasladarían esta mayor demanda a aquéllos que les abastecen, formándose un efecto arrastre o multiplicador que vendría dado por una mayor producción y un mayor flujo monetario asociado a ella.

En términos económicos esta situación sería muy deseable, sin embargo, ¿también son deseables los efectos ambientales asociados a este crecimiento de la producción?

Una mayor utilización de un producto llevaría asociada una mayor producción para abastecer esa demanda creciente, pero también aumentaría el volumen de residuos generados. En el caso del proceso productivo del papel y del cartón, la mayor cantidad de residuos no sólo sería producida por parte de la industria papelera, ya que ésta reutiliza y recicla gran parte de los propios residuos que genera (CEPI, 2013; ASPAPEL, 2009), sino que debido a las relaciones intersectoriales, un volumen importante de desechos son producidos por el conjunto de proveedores (directos e indirectos) que abastecen a la industria del papel (Ruiz et al., 2014).

Una herramienta a través de la cual se pueden conocer cuáles han sido los efectos ambientales (residuos, emisiones, etc.) ocasionados durante todo el proceso de manufactura de un bien o servicio es el Análisis de Ciclo de Vida-Input Output (ACV-IO)³⁴. Este modelo se desarrolló durante los años noventa en Estados Unidos, como un análisis complementario a los modelos de procesos como el Análisis de Ciclo de Vida (ACV).

³⁴ Aunque esta herramienta también se puede utilizar para analizar otros efectos de carácter socio-económico (Hendrickson et al., 2006)

A continuación, en el capítulo 6 se explica la metodología llevada a cabo en el análisis aplicado. Este capítulo se divide en tres partes bien diferenciadas.

La primera de ellas hace referencia al marco input-output (IO), esencial para el desarrollo de la metodología ACV-IO. En esta parte se hace una breve reseña histórica de los orígenes del análisis IO; se explica el modelo de demanda de Leontief, aspecto básico para el posterior desarrollo de la herramienta ACV-IO; y se analizan los principales hándicaps que presenta dicho marco IO.

La segunda parte del capítulo 6 está destinada al desarrollo de la herramienta ACV-IO, y al igual que en la primera parte, se describe brevemente la evolución histórica de los modelos utilizados para explicar los efectos ambientales de las actividades humanas y se analizan las limitaciones encontradas.

La tercera y última parte de este capítulo, explica las limitaciones encontradas a la hora de trabajar la información y datos disponibles, y qué soluciones se han encontrado.

6.1. EL MARCO INPUT-OUTPUT.

6.1.1. Breves pinceladas históricas del marco input-output.

Una de las grandes ambiciones de los economistas era encontrar una forma de representar de forma esquemática la economía de un país.

El primer desarrollo de esta idea fue llevado por los economistas de la escuela fisiocrática. Concretamente, el francés *François Quesnay*, uno de los precursores de dicha escuela, elaboró en 1758 "*Le Tableau Économique*", en la que representó gráficamente la circulación del excedente o producto neto de una determinada economía entre los tres principales agentes económicos que consideró. Aunque esta aproximación era un tanto simplista, sirvió de base para posteriores modelos cuyo objetivo era explicar las interrelaciones económicas.

Durante el siglo XIX, *Karl Marx*, fue el primero en transcribir la obra de Quesnay a un sistema matricial de ecuaciones, en los llamados modelos de reproducción simple y reproducción ampliada que aparece en su obra *El Capital*. Años más tarde, el economista francés *Leon Walras* desarrolló un sistema de ecuaciones simultáneas capaces de describir las interacciones entre compradores y vendedores, creando así el primer modelo de equilibrio económico general, en el que se describían las transacciones económicas entre los distintos agentes. Sin embargo, no fue hasta años más tarde cuando estas contribuciones tuvieron el impacto y el reconocimiento entre los teóricos de la economía.

A pesar de estas primeras aproximaciones y de sus antecedentes más inmediatos³⁵, no será hasta el siglo XX, cuando *Wassili Leontief* tras varios estudios basados en las relaciones intersectoriales de la economía estadounidense, publique el libro “*The structure of the American economy 1919-1929*” (Leontief, 1941) en el que se desarrolla el inicio del análisis IO. Este libro fue posteriormente revisado por Leontief y nuevamente publicado en 1951 incluyendo la tabla de 1939 (“*The structure of the American economy, 1919-1939: An empirical application of equilibrium analysis*”). Según Del Castillo-Cuervo (1989), el propio Leontief indicó que “*el método se puede definir como un intento de construir, en base al material estadístico, una “Tableau Économique”, y es una adaptación de la teoría neoclásica del equilibrio general al estudio empírico de la interdependencia cuantitativa entre actividades económicas interrelacionadas*” (Del Castillo-Cuervo, 1989, pág. 105).

Leontief introdujo tres simplificaciones sobre el modelo de Walras. En primer lugar, agrupó las distintas unidades productivas y de consumo en grupos homogéneos, es decir, en sectores económicos. De esta manera se supone que cada mercancía es suministrada por una única industria o sector con la misma tecnología. En segundo lugar, adoptó una función lineal y homogénea para describir las relaciones entre la demanda y la oferta. Este supuesto implica que las relaciones son proporcionales desestimando la existencia de economías de escala, o la posibilidad de sustitución. Finalmente, consideró los sectores finales (consumo, inversión y comercio exterior) como sectores productivos endógenos al análisis. Muchas de las críticas que recibió el modelo se centraban en este último supuesto, lo que hicieron que el propio Leontief acabara considerando estas variables como exógenas. A partir de estas modificaciones, el modelo (ya abierto) se estableció como la formulación clásica del método IO (Del Castillo-Cuervo, 1989).

A partir de este momento, el modelo de Leontief fue enriqueciéndose y modificándose hasta convertirse en una de las herramientas de análisis económico más empleada. De hecho, las tablas IO son consideradas hoy día como “*the bread and butter model of the sectoral analysis*” (West, 1995).

Durante los años 70 y 80 las crisis de los productos energéticos produjeron profundos cambios y desequilibrios en las economías desarrolladas. Ante la limitación

³⁵ Hay que señalar la Tabla de Balance de la URSS 1923-1924, verdadera TIO, así como la “*Request-Matrix*” definida por Frisch en 1934, como medio de planificar el intercambio de bienes y servicios de una economía, de estructura muy similar a la matriz input-output (Del Castillo-Cuervo, 1989, pág.105).

de los modelos IO existentes para predecir estos cambios, surgió un nuevo enfoque caracterizado por la inclusión del estudio de las variaciones de los coeficientes input-output que representan la estructura productiva de las economías y su modelización con la finalidad de obtener predicciones más ajustadas a la realidad. Dentro de esta corriente se pueden distinguir dos grandes líneas de investigación complementarias. Por un lado, se encuentran los métodos de ajuste global de sistemas input-output, y por otro lado, los métodos basados en la modelización del cambio estructural de las matrices input-output mediante la utilización de técnicas econométricas de estimación, que intentan aportar un cierto grado de explicación económica al cambio³⁶ (Tarancón, 2010, pág.15).

En las dos últimas décadas, el desarrollo en la investigación en economía aplicada así como de los procesos informáticos, ha desembocado en la aparición de metodologías que permiten la modelización conjunta de las principales macromagnitudes de un sistema económico y de la evolución de las matrices IO bajo condiciones de coherencia o compatibilidad entre ambos sistemas de información.

Todo ello ha contribuido a la configuración de los sistemas de cuentas económicas de diferentes organismos internacionales, como es el caso de Eurostat, la oficina de estadística de la UE, que junto con la colaboración de quince Estados miembros elaboró el Sistema Europeo de Cuentas Nacionales y Regionales (SEC-95) con el objeto de que las cuentas elaboradas por los países miembros fuesen lo más armonizadas posibles para permitir la comparación de los principales agregados macroeconómicos (PIB, déficit o deuda pública). Desde entonces, el SEC-95 es un reglamento de obligado cumplimiento que realiza una descripción sistemática y detallada del conjunto de una economía, los elementos que la componen y las relaciones que establece con otras economías (Melchor y Genaro, 2012). En la actualidad, el sistema de cuentas nacionales de la economía española, y por ende el marco IO, está adaptado al SEC-2010, y se aplica de forma armonizada todos los Estados miembros de la UE, en cumplimiento de lo dispuesto en el Reglamento (UE) nº 549/2013 del Parlamento Europeo y del Consejo de 21 de mayo de 2013, relativo al Sistema Europeo de Cuentas Nacionales y Regionales de la UE.

Por tanto, el marco IO puede considerarse como una ampliación de las cuentas nacionales debido al amplio desglose de actividades económicas, poniendo especial énfasis en las transacciones que tienen lugar entre los diferentes sectores en los que

³⁶ Como factores explicativos del cambio se pueden establecer el proceso técnico, variables cíclicas, etc. (Tarancón, 2010).

pueden agruparse las actividades existentes en una economía. Así, las transacciones que se realizan en un sistema económico se describen con eficacia como un circuito de flujos interdependientes tanto de bienes y servicios, como de factores productivos (Muñoz et al., 2008). Es por ello por lo que el marco IO se ha convertido en una gran herramienta no sólo para la economía, sino para otras disciplinas debido a su carácter multidisciplinar.

6.1.2. Las Tablas Input-Output. El modelo de la demanda.

El análisis IO es una herramienta que tradicionalmente se ha utilizado para analizar, entre otros aspectos, las relaciones económicas totales, directas, indirectas y diferidas, asociadas a un cambio en la demanda final de bienes y servicios. Relaciones, que se obtienen (como se comenta a continuación), a partir de los coeficientes técnicos de la matriz A y de la matriz inversa de Leontief $(I-A)^{-1}$.

La figura 6.1 muestra la estructura de una tabla simétrica input-output (TSIO). Los valores de cada elemento x_{ij} muestran los consumos intermedios (o inputs) que la rama de actividad j requiere de la actividad i para poder llevar a cabo su propia producción (u output).

Si se analiza la TSIO por columnas, cada elemento I_j muestra la suma de los elementos x_{ij} , indicando los consumos intermedios totales que la rama j requiere del resto de ramas de actividad (incluida ella misma), para llevar a cabo su producción. El output total (X_j) es la suma por columnas de los inputs o consumos intermedios (I_j) y del valor añadido (V_j). El valor añadido, se puede calcular como la diferencia entre el input total (X_j) y los consumos intermedios totales (I_j).

Por filas, la demanda intermedia D_i representa la suma por filas de los outputs o destinos de los productos de cada rama i que se utilizan como consumos intermedios para cada rama j . La demanda final (y_i), muestra la parte de la producción de las ramas de actividad que se destina a usos finales, es decir, a consumo público y privado; a la formación bruta de capital y a las exportaciones. Por tanto y , es una variable exógena al modelo. El output total (X_i), es la suma por filas de la demanda intermedia (D_i) mas la demanda final (y_i) (Hendrickson et al. 2006; Miller, 2009; Lahr y Dietzenbacher, 2001).

		DESTINO DE LA PRODUCCIÓN (U OUTPUT)							
ESTRUCTURA PRODUCTIVA (O INPUTS)	Por filas, cada elemento representa los inputs intermedios vendidos por la industria <i>i</i> a la industria <i>j</i>	Por columnas, cada elemento representa los inputs intermedios que la industria <i>j</i> requiere de la industria <i>i</i>					Demanda Intermedia	Demanda final	Output o producción total
			<i>I</i>	...	<i>j</i>	...	<i>n</i>	<i>D</i>	<i>y</i>
	<i>I</i>	x_{11}	...	x_{1j}	...	x_{1n}	$D_1 = \sum_{i=1}^n x_{1i}$	y_1	X_1

	<i>i</i>	x_{3i}	...	x_{ij}	...	x_{in}	$D_i = \sum_{i=1}^n x_{ij}$	y_i	X_i

	<i>n</i>	x_{n1}	...	x_{nj}	...	x_{nn}	$D_n = \sum_{i=1}^n x_{ni}$	y_n	X_n
	Inputs intermedios <i>I</i>	$I_1 = \sum_{j=1}^n x_{1j} \quad \dots \quad I_j = \sum_{j=1}^n x_{ij} \quad \dots \quad I_n = \sum_{j=1}^n x_{jn}$							
	Valor añadido <i>V</i>	$V_1 \quad \dots \quad V_j \quad \dots \quad V_n$							
	Output o producción total <i>X</i>	$X_1 \quad \dots \quad X_j \quad \dots \quad X_n$							

Figura 6.1. Estructura de una tabla IO.

Como se ha comentado, las TSIO muestran amplio desglose de actividades económicas, mostrando las transacciones que tienen lugar entre las diferentes ramas de actividad de una economía. Si entendemos que una determinada actividad económica está abastecida por una serie de suministradores, podemos denominar a esta secuencia de proveedores como *cadena de suministro* (Hendrickson et al., 1998; 2006).

Dentro de ella podemos distinguir entre aquéllos que abastecen directamente a una actividad económica, y que por tanto se denominarán *suministradores directos*, y aquéllos que no abastecen directamente a esa actividad en cuestión, pero que son proveedores de esos suministradores directos, por lo que se denominarán *suministradores indirectos*, que pueden ser de primer nivel, segundo nivel, tercer nivel, etc.

Esta interrelación entre actividades económicas lleva consigo que variaciones en la demanda final (*y*) de un determinado bien o servicio, afectarán a la producción (*X*) de la actividad que lo produce. Asimismo, este efecto se propagará a los proveedores de dicha actividad. Primero a los suministradores directos y después al resto de suministradores (indirectos). Esta propagación, se conoce como *efecto multiplicador* y como se verá a

continuación, difiere de unas actividades a otras. Es decir, la relación existente entre las diferentes actividades económicas da origen a una serie de reacciones, en las que se van implicando nuevas actividades, si bien este efecto multiplicador se irá debilitando progresivamente. Además, cuanto más complejo sea ese bien o servicio más ramas de actividad se verán implicadas en ese efecto multiplicador o efecto arrastre.

Una vez que se han tenido en cuenta estas consideraciones, se puede proceder a desarrollar el modelo de la demanda a partir de las tablas IO.

En una economía con n ramas de actividad, es necesario definir la matriz de coeficientes técnicos A . Esta matriz A es cuadrada de orden $n \times n$, y muestra la utilización que cualquier actividad hace de productos de otra por unidad de producción. Por tanto, cada elemento a_{ij} de la matriz de coeficientes técnicos, se calcula dividiendo cada elemento x_{ij} , de la tabla IO entre el output total del sector X_j , y se define como la utilización que la rama j hace de productos de la rama i por unidad de producción. Los elementos a_{ij} tienen valores comprendidos entre 0 y 1. Así, valores próximos a 1 muestran la mayor necesidad de la rama j de productos de la rama i para producir un euro de output, mientras que valores próximos a 0 reflejan una menor necesidad por parte de la rama j de productos de la rama i para producir ese euro de output. Asimismo, la suma por columnas de los elementos de la matriz A representa el total de consumos intermedios requeridos por la rama j para producir una unidad monetaria, mientras que la suma por filas de los elementos de A , muestra la demanda intermedia total que la rama i realiza del resto de actividades para poder producir una unidad monetaria.

Anteriormente, se ha definido el output total de un sector X_i , como la suma por filas de la demanda intermedia (D_i) mas la demanda final (y_i), por tanto en una economía con n ramas de actividad, se puede expresar el output total del sector i como:

$$X_i = x_{i1} + x_{i2} + \dots + x_{in} + y_i \quad (1)$$

Dado que los coeficientes técnicos se definen como el cociente entre los consumos intermedios de la rama de actividad entre su output total, la ecuación (1) se puede escribir como la ecuación (3):

$$a_{ij} = x_{ij} / X_j \Rightarrow x_{ij} = a_{ij} \cdot X_j \quad (2)$$

$$X_i = a_{i1} \cdot X_1 + a_{i2} \cdot X_2 + \dots + a_{in} \cdot X_n + y_i \quad (3)$$

La ecuación (3) para toda una economía y expresada en forma matricial quedaría definida de la siguiente forma:

$$X = AX + y \quad (4)$$

$$\begin{pmatrix} X_1 \\ \vdots \\ X_i \\ \vdots \\ X_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_{11} & \cdots & a_{1i} & \cdots & a_{1n} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ a_{i1} & \cdots & a_{ii} & \cdots & a_{in} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ a_{n1} & \cdots & a_{ni} & \cdots & a_{nn} \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} X_1 \\ \vdots \\ X_i \\ \vdots \\ X_n \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} y_1 \\ \vdots \\ y_i \\ \vdots \\ y_n \end{pmatrix}$$

Siendo A la matriz de coeficientes técnicos, X el vector columna de la producción e y la demanda final u output deseado de carácter exógeno. Si de la ecuación (4) se despeja el vector columna y de demanda final se obtiene:

$$y = (I - A)X \quad (5)$$

Donde I , es la matriz identidad, una matriz cuadrada de orden $n \times n$, para la que todos sus elementos son 0 excepto su diagonal principal que está formada por 1. A partir de la ecuación (5) y despejando X , resulta la ecuación fundamental del modelo de demanda:

$$X = (I - A)^{-1} y \quad (6)$$

En ella, $(I - A)^{-1}$ es una matriz cuadrada $n \times n$, también llamada inversa de la matriz de Leontief $(I - A)$. Cada uno de los elementos de esta matriz muestra cuáles son los requerimientos totales por cada unidad de demanda final.

La igualdad (6) tiene la siguiente ecuación característica:

$$X_i = \alpha_{i1} y_1 + \alpha_{i2} y_2 + \cdots + \alpha_{ii} y_i + \cdots + \alpha_{in} y_n$$

En ella se pone de manifiesto que el modelo de demanda define la producción de una rama de actividad i como una combinación lineal de las demandas finales de los productos de todas las ramas de la economía, ponderadas por los elementos α_{ij} , que son cada uno de los elementos de la matriz $(I - A)^{-1}$.

Por tanto, la ecuación (6) muestra cuánto ha de variar la producción X , para que satisfaga una demanda final y , que se determina de forma exógena. Esta cuestión, también podría haberse comprobado realizando un cálculo iterativo a partir de la matriz A de coeficientes técnicos. De la ecuación (6) se puede deducir que:

$$X = (I - A)^{-1} y = (I + A + A^2 + A^3 + \dots) y$$

De donde:

- Iy muestra la producción asociada al output deseado o a la demanda final deseada;
- $(I + A)y$, muestra la contribución a la producción de los suministradores directos o primer nivel de suministradores;
- $(I + A + A^2)y$, refleja las contribuciones de los suministradores del segundo nivel, y así sucesivamente (Duchin 2004; Liang et al., 2011).

Por tanto, la ecuación (6) expresa el **efecto multiplicador**. Como se puede observar en el desarrollo de dicha ecuación, el efecto multiplicador difiere entre las distintas actividades económicas ($Iy \neq (I+A)y \neq (I+A+A^2)y \neq \dots$), es decir, la interdependencia existente entre las distintas actividades económicas da origen a una cadena de reacciones, que cada vez va comprometiendo a nuevos sectores, sin embargo, la magnitud de estos efectos va siendo progresivamente más débil. A partir de todas estas equivalencias, se puede obtener:

- El efecto multiplicador que la producción de una determinada industria ejerce sobre sus **suministradores totales**, es decir, sobre aquellos proveedores que le abastecen directamente (suministradores directos) junto con los suministradores de estos proveedores (suministradores indirectos):

$$Xt = (I - A)^{-1} y \quad (6)$$

- El efecto multiplicador que la producción de una determinada industria ejerce sobre sus **suministradores directos**, se obtiene aplicando la ecuación (7):

$$Xd = (I + A)y \quad (7)$$

- Y para los **suministradores indirectos**:

$$Xind = [(I - A)^{-1} - (I + A)] y \quad (8)$$

6.1.3. Limitaciones de la metodología Input-Output.

Una vez que se ha desarrollado el modelo de demanda, resulta necesario tener en cuenta que hay una serie de limitaciones inherentes al modelo IO que van a estar implícitas en el ACV-IO. Estas limitaciones están sujetas a una serie de supuestos en los que se basa el análisis IO.

En primer lugar, el modelo IO se basa en la hipótesis de homogeneidad, es decir, cada bien o servicio es producido por una sola actividad o sector económico. De esta hipótesis se deduce que sólo hay un método o proceso productivo para producir cada bien o servicio y, que no existe la posibilidad de una producción conjunta (Peters y Hertwich, 2006; Morillas, 1982). Esta hipótesis implica que los coeficientes técnicos son fijos y desestima la existencia de bienes sustitutivos.

En segundo lugar, el modelo asume una hipótesis de proporcionalidad, es decir, supone que los inputs adquiridos por cada sector son exclusivamente una función del nivel de producción de ese sector. Esto se debe a que las funciones de producción son lineales y homogéneas, lo que implica que los inputs son estrictamente proporcionales a los niveles de producción dados (Joshi, 2000; Hendrickson et al., 1998; Suh, 2004). Por tanto esta hipótesis tiene como consecuencia que los inputs no se vean afectados por modificaciones en los precios relativos; desestima la existencia de economías de escala; el modelo IO no detecta las restricciones de capacidad, ya sea en las posibilidades de producción de ciertas industrias o en la oferta de inputs primarios (Morillas, 1982); y supone que la economía responde del mismo modo ante ciclos económicos alcistas como en recesiones (Valadkhani, 2003).

Asimismo, el análisis IO asume que la demanda final es exógena al modelo y que los bienes y servicios importados son producidos en economías con tecnología y estructuras productivas equivalentes (Suh, 2004). Como resultado, los bienes y servicios importados son considerados homogéneos o equivalentes, una hipótesis cuestionable cuando tienen lugar flujos comerciales de carácter interindustrial. Por ello, en este estudio se ha empleado la matriz de coeficientes técnicos interiores, que muestra los consumos intermedios respecto a la producción interior. Al emplear esta matriz para calcular la inversa de Leontief, sólo se tiene en cuenta la estructura productiva doméstica y se evita que este supuesto pueda alterar el estudio. En efecto, los coeficientes técnicos totales e interiores difieren entre sí, por tanto, al emplear aquéllos en el cálculo de la inversa de Leontief, se están considerando los requerimientos directos e indirectos de recursos totales

(ya sean interiores o importados) para que la producción se adecue a las variaciones de demanda.

Además, el modelo asume que cualquier incremento en la demanda será satisfecho con nueva producción, ya que es un modelo de flujos, lo que supone que no existe capacidad de almacenaje de bienes (De la Rúa Lope, 2009).

6.2. EL ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA-INPUT OUTPUT (ACV-IO).

6.2.1. Antecedentes de la metodología de Análisis de Ciclo de Vida-Input Output (ACV-IO).

La creciente conciencia con respecto a la importancia de la protección ambiental y los posibles impactos asociados con la producción y el consumo de bienes y servicios, fueron aumentando el interés por el desarrollo de métodos para comprender mejor y tratar esos impactos.

Desde la aportación de Leontief, fueron varios los autores que barajaron la posibilidad de usar la metodología IO para analizar los efectos ambientales asociados a las actividades económicas. Este desarrollo metodológico se conoció como *modelos IO económico-ambientales (economic-environment input-output models)*.

El propio Leontief desarrolló un primer modelo para tratar de explicar el impacto ambiental a partir del análisis IO. Durante la década de los sesenta y de los setenta del siglo pasado, muchos analistas norteamericanos siguieron investigando en este campo como Daly (1968), Isard et al. (1968), Ayres y Kneese (1969), Leontief (1970) o Cumberland y Korbach (1973), quienes desarrollaron simulaciones de modelos nacionales y regionales que incluían efectos ambientales para ser incorporados al análisis IO. En estos modelos, las relaciones entre el medioambiente y las distintas actividades económicas se desenvolvían en una economía cerrada, hasta posteriores aportaciones.

Leontief, desarrolló un primer modelo que consistía en agregar a la matriz de coeficientes técnicos (A), una fila y una columna que describiesen el volumen de contaminantes generados por unidad monetaria de producción para cada actividad económica. A partir de esta nueva matriz de coeficientes técnicos, el procedimiento era el mismo que para el modelo IO inicial, calculando de esta manera, la generación de contaminantes asociados a una demanda final y de carácter exógeno (véase Leontief, 1970). Uno de los problemas de este enfoque fue considerar los efectos medioambientales

como una variable endógena al modelo, ya que en aquella época, era inviable desarrollar un modelo con tales dimensiones debido a la capacidad computacional del momento.

Daly en 1968, utilizó una técnica que integra los sectores económicos puros (producción, consumo e intercambio) con los sectores ambientales puros (variables ambientales), existiendo dos tipos de relaciones: cuando las mercancías fluyen del sector económico al sector ambiental, conocidas como “*externalidades*” y el flujo inverso, que él llama “*bienes libres*”. Según Forssell y Polenske (1998), su modelo tenía una importante incompatibilidad: la imposibilidad de comparar los productos producidos y valorados a precios de mercado, con los aspectos ambientales que no tienen precios de mercado. Por lo que su modelo era útil para fines analíticos pero no para fines descriptivos.

Isard et al. (1968), utilizaron una técnica alternativa para resolver el problema de las unidades no comparables, usando la información clasificada en productos por industria, en lugar de la información clasificada industria por industria. Esta aportación permitía conocer no sólo el producto fabricado por una determinada industria, sino también los contaminantes generados. En los modelos de Daly (1968) e Isard et al. (1968), las emisiones de contaminantes se asociaban con la producción económica, mientras que las procedentes del medio ambiente se mostraban como inputs en el sector económico. Intuitivamente, esto parece razonable, pero el modelo no es viable por dos razones. En primer lugar, a los analistas les resultaba casi imposible asignar valores al sector del medio ambiente en ambos modelos, y en segundo lugar, en el modelo de Daly, basado en información clasificada industria por industria, los productos estaban relacionados a lo largo de cada fila, lo que daba lugar a problemas de agregación.

Leontief y Ford proporcionaron en 1972 una ingeniosa solución al problema de la consistencia interna, mediante la inversión de la posición de los inputs y outputs del medio ambiente. Para ello, mostraron los diversos contaminantes como filas de la matriz de coeficientes técnicos, de manera que la contaminación producida por cada industria se suponía que era función del output. También proporcionaron un conjunto de sectores llamados “*pollution-abatement sector*” como columnas en la tabla IO, de tal manera que el último elemento de cada columna, describía la cantidad de contaminantes generados. El resultado de esta transformación permitía calcular la cantidad de contaminantes en función de la producción de cada industria, evitando los problemas que presentaban los modelos anteriores. Sin embargo, esta propuesta plantea una serie de problemas. En primer lugar, la gran dificultad para obtener datos del sector ambiental. En segundo lugar,

a pesar de que Leontief y Ford añadieron estos “*pollution-abatement sectors*”, supusieron que tenían las mismas características tecnológicas (constantes) del resto de sectores. Finalmente, la mayor dificultad asociada a esta aportación, era cómo simular la relación entre la economía y el medio ambiente (Forssell y Polenske, 1998).

Con el paso de los años, este tipo de metodologías se han ido desarrollando y perfeccionando con la finalidad de comprender mejor y tratar los impactos ambientales asociados a las actividades llevadas a cabo por el hombre. En este sentido, hay que destacar las aportaciones realizadas por Faye Duchin que desde la década de los años 80 ha trabajado en el área de la estructura económica (especialmente desarrollando modelos IO dinámicos) para tratar de explicar cómo afectan los cambios en la tecnología empleada, o en el estilo de vida de la sociedad sobre el medioambiente, con la finalidad de dar solución a los problemas medioambientales. Para ello, integra en sus análisis el marco IO y la contabilidad social (Duchin et al., 1991; Duchin, 1992; 1998).

Otra de las técnicas desarrolladas para explicar los efectos ambientales causados, es el Análisis de Ciclo de Vida (ACV) del producto. El origen del ACV se remonta a finales de los sesenta y principios de los setenta del siglo pasado, cuando surgieron las primeras preocupaciones acerca del uso de materias primas y el consumo energético desmesurado (Karmperis et al., 2013). Desde entonces, han sido varios los organismos que han intentado establecer unos criterios de normalización para aplicar esta metodología, como es el caso de la *Society of Environmental Toxicology and Chemistry* (SETAC) en Estados Unidos, y pocos años más tarde la *International Organization for Standardization* (ISO), la cual, ha desarrollado las Normas ISO 14040 e ISO 14044 (AENOR, 2006a; 2006b) que constituyen el actual marco de referencia de los ACV (Bjorn et al., 2005). Según la norma 14040, los ACV permiten identificar “*las oportunidades para mejorar el desempeño ambiental de productos en las distintas etapas de su ciclo de vida; la aportación de información a quienes toman decisiones [...]; ayudan a la selección de indicadores de desempeño ambiental pertinentes, incluyendo técnicas de medición, y el marketing (por ejemplo, implementando un esquema de etiquetado ambiental, elaborando una reivindicación ambiental, o una declaración ambiental de producto)*” (AENOR, 2006a, pág. 8).

Estas normas detallan que el ACV es un modelo de procesos debido a que estudia los impactos ambientales (reales y potenciales) que tienen lugar durante toda la vida del producto, desde la adquisición de las materias primas, su producción, uso, reutilización y valorización, hasta su eliminación final.

Para el desarrollo de esta herramienta resulta necesario llevar a cabo un riguroso examen del consumo energético, de los materiales empleados, de los co-productos, subproductos, etc., así como de las cargas ambientales asociadas a cada etapa del proceso productivo estudiado. Por tanto, la aplicación de estos modelos cuenta con la ventaja de que realizan una descripción a gran detalle de cada fase de la vida del producto. Esto permite analizar cuáles son las debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades de cada fase, y corregir los impactos ambientales asociados a ellas. Sin embargo, a pesar de tratarse de una potente herramienta, el ACV cuenta con una serie de inconvenientes que dificultan su aplicación (véase apartado 6.2.3).

Durante los años 90, el grupo de investigación *Green Design Group* (GDG) de la *Universidad Carnegie Mellon* (Pennsylvania, Estados Unidos), desarrolló una nueva metodología: el ACV-IO, que se presenta como un análisis complementario a los modelos de procesos como el ACV y corrige algunas de las dificultades que presentaban los modelos IO ambientales. Esta herramienta considera los efectos medioambientales como variables exógenas al marco IO, añadiendo una matriz al modelo de demanda desarrollado por Leontief, y describe los efectos ambientales de cada rama de actividad por unidad de producción total (Bjorn et al., 2005; Hendrickson et al., 1998). Este método combina el ACV del producto con el modelo IO, e inicialmente se englobaba dentro de los modelos híbridos integrados (*integrated hybrid LCA*) de acuerdo con la clasificación de Suh (2004). Sin embargo, según Chang et al. (2010), este tipo de modelos actualmente constituyen su propia categoría dentro de los ACV³⁷.

Los ACV-IO han sido principalmente utilizados para evaluar actividades económicas a nivel macroeconómico, permitiendo analizar los efectos ambientales sujetos a la fase de manufactura de un bien o servicio, aunque el modelo también se puede utilizar para estudiar aspectos no estrictamente ambientales (véase Hendrickson et al., 2006; Joshi, 2000; Lenzen, 2001; Lenzen y Dey, 2002; Lenzen et al. 2003). Asimismo, se puede emplear como herramienta fundamental para el diseño sostenible (*sustainable design*), ya que ayuda a determinar rápidamente qué aspectos del bien o servicio son mejorables para reducir sus emisiones, residuos, etc. (Michalek et al., 2011).

³⁷ Según Chang et al. (2010), los ACV se clasifican en tres grupos: modelos basados en el ACV (*process-based LCA*); ciclo de vida del producto-input output (*IO-LCA*); y modelos híbridos (*hybrid LCA*).

Desde entonces, el modelo ACV-IO ha sido bastante utilizado y ha constituido la base para el desarrollo de muchos otros (Hawkins et al. 2007; Hoekstra and van den Bergh 2005; Joshi 2000; Nakamura y Kondo 2002, 2009; Costello et al., 2011; Suh et al., 2004).

6.2.2. El Análisis de Ciclo de Vida-Input Output (ACV-IO).

Tras tener en cuenta estas consideraciones y una vez que se ha desarrollado el modelo de la demanda, y se han obtenido las ecuaciones para calcular el efecto multiplicador que ejerce una determinada producción sobre los suministradores, es posible desarrollar el modelo ACV-IO.

Como se acaba de comentar, este modelo considera los efectos medioambientales como variables exógenas al modelo IO, añadiendo una matriz que los describe. Esta matriz R representa el *efecto ambiental* (emisiones, consumo energético, generación de residuos, etc.) por cada euro de producción para cada actividad económica. Por tanto, en una economía con n ramas de actividad, R es una matriz diagonal y cuadrada de orden $n \times n$ (véanse Anexos 3, 4, 5 y 6).

Al multiplicar el output (X) de cada etapa o eslabón de la cadena de suministro (es decir, el output correspondiente a los suministradores directos e indirectos), por el efecto ambiental por cada euro de producción, representado por la matriz R , obtenemos el **vector de outputs ambientales b** asociado a la producción X , la cual se verá modificada por variaciones exógenas de la demanda (Hedrickson et al. 1998; 2006; Costello et al., 2011).

Por tanto, dado que en el desarrollo del modelo de la demanda se habían empleado tres ecuaciones que explicaban el efecto multiplicador que una determinada producción generaba sobre los suministradores totales, directos e indirectos (ecuaciones (6), (7) y (8)), para el modelo ACV-IO también se van a aplicar otras tres ecuaciones para cada tipo de suministrador:

- Así pues, el vector de outputs ambientales para el conjunto de proveedores o **suministradores totales (directos e indirectos)** vendría dado por la ecuación (9):

$$bt = RX = R(I - A)^{-1}y \quad (9)$$

- Y los vectores de outputs ambientales asociados a los **suministradores directos e indirectos** vienen dados por las ecuaciones (10) y (11) respectivamente:

$$bd = RXd = R(I + A)y \quad (10)$$

$$bind = RXind = R[(I - A)^{-1} - (I + A)]y \quad (11)$$

6.2.3. Ventajas e inconvenientes de la metodología Análisis de Ciclo de Vida-Input Output (ACV-IO).

Entre las ventajas del ACV-IO cabe destacar el hecho de que la cantidad y el nivel de detalle de datos requeridos para su aplicación son menores que en un modelo de procesos, por lo que resulta mucho más rápido y menos costoso que el ACV (Lewandowska y Foltynowicz, 2004; Huijbregts et al., 2008; Karmperis et al., 2013).

A pesar de que requiere menos información, cuenta con la ventaja de que considera todas las actividades económicas y todos los bienes y servicios producidos en un país, ya que vienen recogidas en las tablas IO.

El hecho de que los datos que se requieren para aplicar esta metodología son publicados por organismos públicos, se asegura la transparencia, la comprobación y la fiabilidad de dichos datos. También se evita la falta de información inherente en los ACV, debido a la confidencialidad de las fuentes a las que hay que recurrir para llevar a cabo un modelo de procesos (Karmperis et al., 2013).

A su vez, en el ACV-IO no se necesita llevar a cabo la definición de los límites del sistema que exige un ACV de procesos (véase AENOR, 2006a; 2006b; Morrissey y Browne, 2004), lo que facilita el estudio, y evita que se desestime cierta información que puede resultar relevante, como las interrelaciones existentes entre las actividades económicas, por lo que ofrece una visión real del sistema productivo de un bien o servicio.

A pesar de las ventajas que presenta este modelo también existen ciertas desventajas, siendo algunas de ellas inherentes al análisis IO.

En este sentido, una desventaja del ACV-IO frente al ACV de procesos, es el hecho de que tanto los productos como las ramas de actividad aparecen bastante agregados, por lo que los resultados obtenidos tienen un menor nivel de detalle. Como resultado de ello, este modelo no es adecuado para comparar productos heterogéneos que se corresponden con un mismo sector, ni productos que difieren significativamente de la producción normal de un sector, o productos completamente nuevos (Joshi, 2000). En nuestro caso, esta limitación no nos afecta porque la industria papelera no aparece agregada en las tablas IO y, los productos de papel y cartón están claramente definidos y asociados a esta industria.

Asimismo, un ACV-IO sólo realiza un análisis del proceso de manufactura del bien o servicio en cuestión. Ello se debe a que en las tablas IO sólo se reflejan las relaciones

intersectoriales de la economía, lo que implica que no se considere el resto del ciclo de vida del producto o servicio (Hendrickson, et al., 2006).

A su vez, se trata de un modelo estático que refleja tendencias pasadas, por basarse en cuentas nacionales que se publican con poca periodicidad. No obstante, los modelos de procesos también presentan esta desventaja. Esto supone que no se vea reflejada en el análisis la inclusión de nuevas tecnologías o cambios rápidos de la demanda (De la Rúa Lope, 2009).

Otro inconveniente radica en que el ACV-IO se basa en los datos de las cuentas nacionales que están expresados en unidades monetarias, lo que supone un hándicap al querer representar esos valores en unidades físicas, ya que para ello se precisa de precios medios que para algunos productos distan de ser homogéneos y pueden distorsionar el análisis (Suh, 2004).

Finalmente, hay que añadir que no todos los países cuentan con un registro sistemático de datos ambientales que puedan vincularse con las cuentas nacionales.

6.3. ADAPTACIÓN DE LOS DATOS PARA SU APLICACIÓN EN EL MODELO ACV-IO.

El modelo ACV-IO se va a aplicar a la industria papelera española, con la finalidad de estimar el efecto que tiene su actividad sobre sus suministradores directos e indirectos, en cuanto a empleo y a generación de residuos se refiere.

Para ello, se ha utilizado el marco IO del año 2005 publicado por el INE (INE, 2009a), ya que contiene las últimas tablas para las que se dispone de TSIO. Asimismo, se han empleado los datos de residuos procedentes de las Cuentas Satélite Ambientales del INE:

- *Encuesta sobre generación de residuos en el sector industrial 2005* (INE, 2010b);
- *Encuesta sobre generación de residuos en el sector servicios 2005* (INE, 2009b);
- *Encuesta sobre generación de residuos en el sector de la agricultura 2003-2006* (INE, 2009c);

- *Encuesta sobre generación de residuos en la pesca y la acuicultura y la pesca 2004-2006* (INE, 2009d)³⁸.

Tanto los datos de la TSIO así como los datos procedentes de las distintas encuestas sobre generación de residuos han tenido que ser modificados, lo que ha supuesto una de las principales adaptaciones para realizar el análisis.

6.3.1. Clasificación de actividades económicas.

En las distintas encuestas sobre generación de residuos por sector económico, la información se encuentra desglosada por actividades económicas, según la Clasificación Nacional de Actividades Económicas (CNAE) correspondiente al año 1993 (CNAE-93)³⁹. Esta clasificación se basa en la Nomenclatura de Actividades Económicas en la Comunidad Europea (NACE) y hace posible la comparación de datos entre los Estados miembros.

Por su parte, las actividades económicas que aparecen en la TSIO de 2005, se agregan según la Clasificación Nacional de Productos por Actividades 2002 (CPA-2002), y aunque ésta también se basa en la NACE, se trata de una clasificación de productos por actividades y no de actividades exclusivamente.

Por tanto, para compaginar ambas nomenclaturas se ha empleado la tabla de equivalencias entre la CNAE-93 y la CPA-2002.

Una vez que las 73 ramas de actividad de la TSIO 2005 se han clasificado según la CNAE-93, se han agregado en 30 sectores económicos con la finalidad de simplificar el análisis y así facilitar que las tablas de resultados quepan en el formato A4. Esta agregación se ha llevado a cabo utilizando la clasificación por letras que realiza la CNAE-93, como se observa en la tabla 6.1.

Algunas actividades económicas (como la industria química, la selvicultura, etc.), se han dejado sin agregar. Ello se debe a que si los coeficientes técnicos se definen como

³⁸Resulta necesario indicar que en estas encuestas no hay datos disponibles de generación de residuos (ni peligrosos ni no peligrosos) para el sector de la construcción hasta el año 2011. A pesar de ello, las distintas actividades económicas cuentan con información relacionada con los *residuos de la construcción y demolición*, que se encuentra englobada dentro de los *residuos minerales*.

³⁹A pesar de que en el momento de elaboración de esta tesis ya se aplica la CNAE-09, debido a que la última tabla simétrica pertenece al año 2005, y por tanto, las distintas encuestas sobre de residuos también se corresponden con el año 2005, la CNAE debe ser la vigente en dicho año, es decir, la CNAE-93.

la utilización que la rama j hace de productos de la rama i por unidad de producción, a estas actividades en la matriz A de coeficientes técnicos (tanto total como interior), les corresponden unos elevados valores para la industria papelera, por lo que se considera que son importantes suministradores para la industria del papel.

Asimismo, al agrupar las distintas actividades, la matriz de coeficientes técnicos A y la matriz inversa de Leontief, también han tenido que ser agregadas de tal manera que se han convertido en matrices de orden 30×30 (Anexos 1 y 2).

Tabla 6.1. Clasificación de las actividades económicas.

CNP-2002	CNAE-93	Código*	Actividades*
1	A	1	Agricultura, ganadería y caza (excepto selvicultura y explotación forestal)
2	A	2	Selvicultura y explotación forestal
3	B	3	Pesca y acuicultura
4,5,6 y 7	C	4	Industrias extractivas
8,12,13,14,15,16,18, 19,22,24,25,26,27, 28,29,30,32,33,34,35, 36, 37 y 38	D	5	Industria manufacturera (excepto: Industria textil, Industria de la madera y del corcho, Industria del papel, Industria química, Maquinaria y equipo mecánico y Reciclaje)
17	D	6	Industria textil
20	D	7	Industria de la madera y el corcho
21	D	8	Industria del papel
23	D	9	Industria química
31	D	10	Maquinaria y equipo mecánico
39	D	11	Reciclaje
11	E	12	Captación y distribución de agua
9	E	13	Producción y distribución de energía eléctrica
10	E	14	Producción y distribución de gas
40	F	15	Construcción
41 y 43	G	16	Comercio; reparación de vehículos de motor, motocicletas y ciclomotores y artículos personales y de uso doméstico excepto comercio al por mayor e intermediarios
42	G	17	Comercio al por mayor e intermediarios
44 y 45	H	18	Hostelería
46,48,49,50, 51 y 52	I	19	Transportes excepto Transporte terrestre y transporte por tubería; y Actividades anexas a los transportes.
47	I	20	Transporte terrestre y transporte por tubería
50	I	21	Actividades anexas a los transportes
54 y 55	J	22	Intermediación financiera; seguros y planes de pensiones; y actividades auxiliares, excepto intermediación financiera
53	J	23	Intermediación financiera
56, 57, 58 y 59	K	24	Actividades inmobiliarias y de alquiler; servicios empresariales. Excepto otras actividades empresariales.
60	K	25	Otras actividades empresariales
67	L	26	Administración pública, defensa y seguridad social obligatoria
61 y 68	M	27	Educación
62 y 69	N	28	Actividades sanitarias y veterinarias; servicios sociales
63,64,65,66, 70,71 y 72	O	29	Otras actividades sociales y de servicios prestados a la comunidad
73	P	30	Actividades de los hogares

Fuente: INE (2009a).

(*) Clasificación empleada durante todo el trabajo.

6.3.2. Clasificación del empleo y de los residuos para la elaboración de las matrices

R_i .

Las distintas matrices R_i que representan el efecto ambiental y social por cada euro de producción para cada actividad económica, se forman a través de los datos anuales de generación de residuos y de empleo que ofrecen las distintas encuestas sobre generación de residuos y la TSIO respectivamente. A partir de estos datos, y conociendo la producción (a precios básicos) de cada actividad económica para el año 2005, se construyen las distintas matrices R_i .

Matrices ambientales

- 01. Residuos de componentes químicos.
- 02. Residuos de preparados químicos.
- 03. Otros residuos químicos.
- 05. Residuos sanitarios y biológicos.
- 06. Residuos metálicos.
- 07. Residuos no metálicos (excepto 07.2 y 07.5)
- 07.2. Residuos de papel y cartón.
- 07.5 Residuos de madera.
- 08. Equipos desechados.
- 09. Residuos animales.
- 09.2. Residuos vegetales.
- 10. Residuos mezclados.
- 11. Lodos comunes.
- 12. Residuos minerales.
- 13. Residuos solidificados, estabilizados o vitrificados.
- Otro tipo de residuos (*).

Matrices socio-económicas

- Empleo total equivalente.

Figura 6.2. Matrices R_i objeto de estudio.

(*) Aunque esta categoría no aparece en el Reglamento (UE) n° 849/2010 de la Comisión de 27 de septiembre de 2010 por el que se modifica el Reglamento n° 2150/2002 relativo a las estadísticas sobre residuos, sí aparece en la *Encuesta sobre generación de residuos en el sector servicios 2005*.

6.3.2.1. Matrices ambientales. Residuos generados.

Los datos de residuos proceden de las encuestas de generación de residuos elaboradas anualmente⁴⁰ por el INE. Éstas muestran información para 31 categorías de residuos, y se estructuran según la tabla de equivalencias entre la CER-Stat rev.4 y la LER aplicables a todos los países miembros de la UE (INE, 2010a).

Para simplificar el análisis, estas 31 categorías se han agregado en 16 siguiendo la clasificación a dos dígitos que muestra la tabla de equivalencias de dicha clasificación. Las únicas categorías de residuos que no se han agregado han sido las categorías 07.2. *Residuos de papel y cartón* y 07.5. *Residuos de la madera* (que se han excluido de la categoría 07. *Residuos no metálicos*); y 09.2. *Residuos vegetales* (que se han excluido de la categoría 09. *Residuos animales y vegetales*), por tratarse de residuos que están muy vinculados con el proceso productivo del papel y del cartón⁴¹.

A pesar de que las encuestas sobre generación de residuos disponen la información por ramas de actividad para el año 2005, los datos han tenido que ser tratados ya que los sectores económicos estaban demasiado agregados, y resulta necesario obtener información para cada una de las 30 ramas de actividad mostradas en la tabla 6.1. Para ello, se han identificado las ramas de actividad incluidas en cada agregación en las distintas encuestas sobre generación de residuos utilizando la CNAE-93. En segundo lugar, y con ayuda de la TSIO, se ha calculado el porcentaje que representa la producción a precios básicos de cada rama de actividad para ese grupo, y finalmente, ese porcentaje se ha aplicado al dato de residuos correspondiente. Este proceso se muestra a continuación utilizando como ejemplo el caso de la *industria papelera*, ya que es la actividad económica en la que se centra este estudio.

En la tabla 6.2, se muestra un extracto de la *Encuesta sobre Generación de Residuos en el sector industrial 2005* (INE, 2010b), donde se observa que la *industria papelera* y

⁴⁰ Todas se elaboran anualmente a excepción de la Encuesta sobre generación de residuos en el sector de la agricultura, cuya periodicidad de publicación no es concreta.

⁴¹ Las categorías que no se han agregado se han restado de las agregaciones para evitar duplicidades. Es decir, las categorías de residuos 07.2 y 07.5 no están incluidas en la categoría 07. Asimismo, la 09.2 no se incluye en la 09.

la *edición y artes gráficas* aparecen agregadas en un único sector, mientras que en la TSIO de 2005 aparecen separadas (tablas 6.1 y 6.3).

Tabla 6.2. Extracto de la Encuesta sobre Generación de Residuos en el sector industrial. Año 2005.

	No peligrosos	Peligrosos
CNAE: C- Industrias Extractivas	28.951.691	6.603
CNAE: D- Industria manufacturera	20.734.857	2.174.264
CNAE: DA- Industria de la alimentación, bebidas y tabaco	4.287.456	77.427
CNAE: DB- Industria textil y de la confección	158.288	10.741
CNAE: DC- Industria del cuero y del calzado	92.458	1.421
CNAE: DD- Industria de la madera y del corcho	553.014	12.348
CNAE: DE- Industria del papel, edición, artes gráficas.	1.708.149	28.564
CNAE: DF- Refino de petróleo y tratamiento de combustibles nucleares	45.918	52.230
CNAE: DG- Industria química	2.675.369	499.158
CNAE: DH- Industria de la transformación del caucho y materias plásticas	299.568	23.089
CNAE: DI- Industrias de otros productos minerales no metálicos	3.159.785	177.229
CNAE: DJ- Metalurgia y fabricación de productos metálicos	6.024.291	1.008.972
CNAE: DK- Industria de la construcción de maquinaria y equipo mecánico	273.943	65.177
CNAE: DL- Industria de material y equipo eléctrico, electrónico y óptico	152.162	65.879
CNAE: DM- Fabricación de material de transporte	1.088.328	139.519
CNAE: DN- Industrias manufactureras diversas	216.126	12.516
CNAE: E (rama 40)- Producción y distribución de energía eléctrica.	8.470.810	47.025

Fuente: INE (2010b).

En la TSIO de 2005, la *industria papelera* tiene una producción total (a precios básicos) de 11.118,3 millones de euros y la *edición y artes gráficas* de 17.599,8 millones de euros, haciendo un total de 28.788,1 millones de euros. De esta cantidad, la *industria papelera* representa un 38,9% y la *edición y artes gráficas* un 61,1%. A continuación estos porcentajes se aplican al dato de residuos generados por ambas industrias, obteniendo así una estimación de los residuos producidos por cada actividad (tabla 6.3).

Tabla 6.3. Desagregación de la generación de residuos por actividades.

	Producción (millones de euros) TSIO	%	RNP (toneladas)	RP (toneladas)	RNP final (toneladas)	RP final (toneladas)
Industria del papel	11.118,3	38,9%			663.860,5	11.101,2
Edición y artes gráficas	17.599,8	61,1%			1.044.288,5	17.462,78
Total	28.788,1	100,0%	1.708.149	28.564	1.708.149	28.564

Fuente: Elaboración propia a partir de INE (2009a; 2010b).

Nota: RNP y RP son Residuos No Peligrosos y Residuos Peligrosos respectivamente. En la cuarta y en la quinta columna, aparece el total de residuos no peligrosos y peligrosos que le corresponden a la industria del papel y a la edición y artes gráficas según los datos de la *Encuesta sobre generación de residuos del sector industrial* (INE, 2010).

Este proceso se ha llevado a cabo para las cuatro encuestas sobre generación de residuos y dentro de cada encuesta, para las ramas de actividad que aparecen agregadas. Finalmente, una vez que se disponía de información sobre generación de residuos para los 30 sectores económicos iniciales, cada uno de los valores se ha dividido entre su correspondiente producción a precios básicos para obtener la cantidad de residuos generada (toneladas por millón de euros), y obtener de esta manera la diagonal principal de cada una de las 33 matrices R_i de residuos⁴² (Anexos 3, 4 y 5).

6.3.2.2. Matriz socio-económica. Empleo total equivalente.

En este caso, los datos de empleo proceden de la TSIO de 2005 (INE, 2009a), ya que muestra la información necesaria para cada una de las 30 ramas de actividad mostradas en la tabla 6.1.

La TSIO muestra tanto el empleo total y los puestos de trabajo equivalentes a tiempo completo. En este estudio se ha utilizado el total de puestos de trabajo equivalentes a tiempo completo, que se definen como el “*número total de horas trabajadas dividido entre la media anual de horas trabajadas en puestos de trabajo a tiempo completo*” (Reglamento (CE) nº 2223/96, de 25/06/1996, L 310/0386). Esta variable permite

⁴² Este proceso se ha aplicado para la matriz R_i que representa el total de residuos peligrosos y no peligrosos, así como para las 16 categorías de residuos peligrosos y para las 16 categorías de residuos no peligrosos.

calcular la equivalencia entre puestos de trabajo de jornada a tiempo parcial y a tiempo completo.

Al igual que en el caso de los vectores ambientales hay que dividir los puestos de trabajo equivalentes a tiempo completo de cada una de las 30 ramas de actividad entre su producción total para obtener el vector R_i correspondiente (Anexo 6).

CAPÍTULO 7. LA INDUSTRIA PAPELERA EN EL SISTEMA PRODUCTIVO ESPAÑOL: APLICACIÓN DEL MODELO ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA INPUT-OUTPUT.

Este capítulo muestra el análisis aplicado del trabajo, constanding de dos partes. La primera analiza la estructura productiva de la industria papelera española en comparación con la de otros países, así como las relaciones intersectoriales que mantiene con el resto de actividades económicas. La segunda parte, en la que se aplica el modelo ACV-IO, tiene como finalidad estimar cuál ha sido la cantidad de residuos (totales, no peligrosos y peligrosos) generados por toda la cadena de suministros de la industria papelera española. Asimismo, el modelo ACV-IO se aplica para estimar el empleo asociado al efecto multiplicador de dicha industria, para constatar la importancia que tienen las relaciones intersectoriales, y para poner de manifiesto la versatilidad de la herramienta.

7.1. ANÁLISIS DEL SECTOR PAPELERO EN EL SISTEMA PRODUCTIVO. RELACIONES INTERSECTORIALES.

El papel y el cartón son productos cuyo uso está ampliamente generalizado. Su presencia es latente en cualquier actividad económica, en los hogares, en las administraciones públicas, etc. Pero no sólo su utilización resulta relevante. Como ya se comentó en el desarrollo metodológico del marco IO, la producción de una determinada actividad económica, en este caso la industria papelera, no sólo satisface la demanda final de los consumidores finales (hogares, sector público, etc.), sino que esta producción también se distribuye entre otras actividades económicas que requieren inputs o consumos intermedios para poder llevar a cabo su propia producción. Desde una perspectiva económica, la demanda final muestra los patrones de consumo de una determinada economía (consumo privado, consumo público, inversión y exportaciones), mientras que la demanda intermedia refleja las adquisiciones (o consumos intermedios) que una determinada rama de actividad realiza de la producción de otras actividades para llevar a cabo su propia producción. Por tanto, la demanda intermedia pone de manifiesto la interdependencia existente entre todas las actividades económicas (Ruiz et al., 2014).

De acuerdo con el INE (2009a), la demanda intermedia realizada por el resto de actividades económicas durante 2005, de productos procedentes de la industria papelera, ascendió a 11.468,7 millones de euros, situándose en torno a la media nacional, frente a

una demanda final de 3.803,7 millones de euros. Esto pone de manifiesto que la mayor demanda de papel y cartón es realizada por el resto de sectores económicos.

En la tabla 7.1 se muestra la estructura productiva de la industria papelera así como del total de actividades económicas de España para el año 2005. Las tres primeras filas reflejan los consumos intermedios totales, interiores e importados empleados por la industria papelera para poder llevar a cabo su propia producción.

La proporción de consumos intermedios totales respecto a la producción de la industria papelera, fue considerablemente superior a la del total nacional (72,2% frente al 54,0%), de ahí que una de las principales características de la industria papelera española sea que requiere una gran cantidad de consumos intermedios, procedentes de diversas actividades económicas (véase figura 7.1) (Del Río, 2005). Asimismo, hay que indicar que la mayoría de sus consumos intermedios procedieron de la producción interior (64,9%), algo que sirve de estímulo para la producción nacional (frente a unas importaciones del 35,1%).

Además, cabe destacar que la industria papelera española tiene una importante relación comercial con terceros países, ya que sus importaciones y exportaciones superan a la media nacional. De hecho, las importaciones realizadas por la industria papelera respecto a su producción durante 2005, representaron un 36,5% frente al 15,5% del conjunto de actividades económicas españolas. Lo mismo ocurre con las exportaciones realizadas por la industria papelera, que supusieron un 25,0% frente al 11,2%. Estos resultados se vuelven a repetir al comparar la importancia de las importaciones y exportaciones de la industria papelera española respecto a la oferta total, lo que pone de manifiesto que esta industria es mucho más abierta que el promedio nacional (superando en más del doble al conjunto de actividades económicas españolas), aunque los datos reflejan que la industria papelera española fue una actividad importadora neta durante 2005 (Ruiz et al., 2014).

Tabla 7.1. Estructura productiva de la industria papelera española, 2005. Millones de euros.

	Industria papelera	Total nacional
Consumos intermedios a precios de adquisición	8.081,3	955.261,0
Consumos intermedios de la producción interior (precios básicos)	5.177,1	760.404,6
Consumos intermedios de las importaciones (precios básicos)	2.855,1	177.313,8
Remuneración de los asalariados	1.850,5	430.832,0
Sueldos y salarios brutos	1.427,0	334.418,0
Cotizaciones sociales	423,5	96.414,0
Otros impuestos netos sobre la producción	5,7	3.961,0
Excedente de explotación bruto/Renta mixta	1.250,8	378.983,0
Valor añadido bruto a precios básicos	3.107,0	813.776,0
Producción a precios básicos	11.188,3	1.769.037,0
Importaciones (cif)	4.084,1	274.404,0
Importaciones de la Unión Europea	3.577,2	172.347,0
Importaciones de terceros países	506,9	102.057,0
Exportaciones (fob)	2.798,7	197.811,0
Exportaciones a la Unión Europea	2.181,9	140.890,0
Exportaciones a terceros países	616,8	56.921,0
Oferta a precios básicos	15.272,4	2.043.441,0

Fuente: Ruiz et al. (2014).

Nota: El precio básico es el precio que los productores reciben de los compradores por cada unidad de un bien o servicio producido, restando cualquier impuesto a pagar y añadiendo cualquier subvención a recibir por la producción o venta de dicha unidad (es decir, descontando los impuestos sobre los productos y sumando las subvenciones a los productos). Excluye los gastos de transporte facturados por separado por el productor. Incluye los márgenes de transporte que el productor consigna en la misma factura, aunque constituyan una partida diferenciada de ésta.

En el momento de la adquisición, el precio de adquisición es el que el comprador paga efectivamente por los bienes y servicios; incluidos los impuestos menos las subvenciones sobre los productos (pero excluidos los impuestos deducibles, como el IVA que grava los productos); incluidos, en su caso, los gastos de transporte abonados por separado por el comprador para recibir los productos en el tiempo y el lugar señalados; previa deducción de los posibles descuentos sobre los precios y los gastos normales por adquisiciones al por mayor o a precios reducidos; excluidos los intereses o los costes de los servicios en las concesiones de créditos, y excluidos los gastos extraordinarios debidos al incumplimiento de los plazos de pago fijados en el momento de la adquisición.

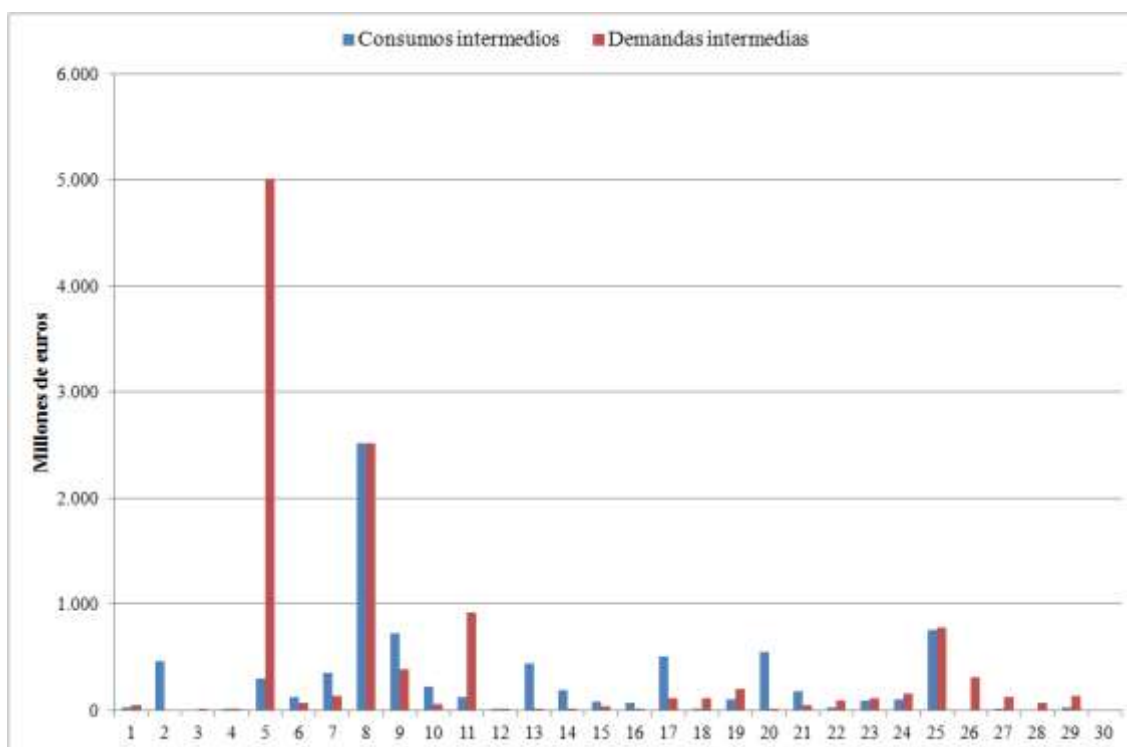


Figura 7.1. Consumos intermedios y demandas intermedias relacionados con la industria papelera. 2005. Fuente: Elaboración propia a partir de INE (2009a).

Nota: Las columnas en azul muestran los consumos intermedios que realizó la industria del papel para poder llevar a cabo su propia producción. En rojo, están representadas las demandas intermedias o requerimientos del resto de actividades económicas, de productos procedentes de la industria del papel para poder llevar a cabo sus procesos productivos.

Si se compara la estructura productiva de la industria papelera española con la de otros países tal y como muestra la tabla 7.2, se necesitan datos de diversas tablas IO. Para ello se han utilizado las tablas procedentes de la *world input-output database*, realizada por la Comisión Europea como parte del séptimo programa marco (CE, 2013; Timmer, 2012). Esta base de datos dispone de tablas IO homogeneizadas para cuarenta y dos países de todo el mundo, facilitando así comparaciones de carácter internacional. En este caso, se han empleado las tablas correspondientes a 2005, año para el cual se dispone de la última TSIO española.

A partir de ellas se ha calculado el valor añadido relativo (a precios básicos) de las actividades vinculadas con la producción de pulpa, papel, impresión y publicación⁴³, con la finalidad de analizar el peso específico de estas industrias respecto a sus respectivas

⁴³ Las actividades relacionadas con la producción de pulpa, papel, impresión y publicación aparecen agregadas en la *world input-output database*.

economías. Para ello, se ha dividido el valor añadido (a precios básicos) correspondiente a dichas actividades económicas entre el PIB (a precios básicos) de cada uno de los países seleccionados.

La tabla 7.2 muestra los cuarenta y dos países ordenados según el valor añadido relativo obtenido. Destacan países como Finlandia, donde las industrias papeleras y de impresión y artes gráficas representaron un 1,8% de su PIB; seguida de Irlanda (con un 1,33% de su PIB) y Suecia (1,10% de su PIB). Para el resto de países este tipo de actividades representó en 2005 menos del 1,0% de su PIB.

Para este año, la industria papelera y la de impresión y artes gráficas españolas representaban el 0,7% del PIB nacional, situándose en duodécima posición. De hecho, su valor añadido ascendía a 14.730,1\$, encontrándose en noveno lugar tras países como Estados Unidos, Japón, Alemania, Reino Unido, China, Francia, Canadá e Italia. Asimismo, estos nueve países fueron los que tuvieron una mayor producción durante 2005. No obstante, la producción obtenida por la industria papelera y las actividades de impresión y artes gráficas hay que matizarla ya que en ella se incluyen los impuestos netos sobre los productos (impuestos sobre los productos menos subvenciones sobre los productos) y los márgenes de transporte, pudiendo distorsionar los resultados.

En 2005, los impuestos netos sobre los productos respecto a la producción para estas actividades oscilaron entre los 56.652,2\$ (correspondientes a Brasil) y los 8.126,1\$ (de Taiwán). En otros países como EEUU, China, Japón e Indonesia los impuestos netos sobre los productos no tuvieron ningún efecto sobre sus respectivas producciones. Para este mismo año, España se encontraba en décimo octava posición con unos impuestos netos sobre los productos de 26.008,8\$, tras países como Bélgica, Alemania o Italia.

En cuanto a los márgenes de transporte respecto al output producido, destacan los valores alcanzados por Luxemburgo (13.248,8\$), Malta (11.075,7\$) e Indonesia (10.903,0\$). En el caso opuesto se encuentra Brasil, Irlanda y Japón, con unos márgenes de transporte internacional de 2.102,4\$, 1.532,6\$ y 1520,1\$ respectivamente. En este caso, los márgenes de transporte internacional relativizados para España fueron bastante bajos, situándose nuestro país en trigésimo segunda posición con 3.570,1\$, tras países como Reino Unido y Finlandia.

Respecto a las relaciones comerciales internacionales, el mayor exportador de productos de pulpa, papel, impresión y publicación en términos absolutos fue Alemania (con un total 39.275,0 millones de dólares); seguido de Estados Unidos (31.380,9 millones de dólares); Canadá (20.572,3 millones de dólares); Irlanda (13.253,7 millones

de dólares); así como de Suecia y Reino Unido (con 12.348,7 y 12.304,1 millones de dólares respectivamente). España se situó en duodécimo lugar con 5.506,0 millones de dólares en exportaciones de productos procedentes de la industria papelera y de la impresión y artes gráficas.

En cuanto a las importaciones realizadas por estas actividades, destacan los valores de Estados Unidos (24.323,8 millones de dólares); Alemania (14.019,0 millones de dólares); China (8.293,7 millones de dólares); Francia (7.646,3 millones de dólares); y Reino Unido (7.173,8 millones de dólares). España se situó en décima posición con 4.597,8 millones de dólares, por lo que en el caso de nuestro país, estas actividades fueron en 2005 exportadoras netas.

Si se relativiza el valor de las exportaciones e importaciones de la industria papelera y de impresión y artes gráficas respecto al output producido por estas actividades en cada uno de los países considerados, se facilita la comparación entre países, ya que en términos absolutos muchos países no serían considerados por ser demasiado pequeños y contar con valores muy bajos (Malta, Chipre, etc.) en comparación con otros (Canadá, Estados Unidos, etc.). Por tanto, al relativizar las exportaciones destacan países como Luxemburgo e Irlanda, ya que el 87,8% y el 74,6% del valor total de sus respectivas producciones de pulpa, papel, impresión y artes gráficas fue exportado. España se encuentra en vigésimo séptima posición, exportando un 14,1% del valor de la producción de las industrias paperas y de las de impresión y artes gráficas, situándose entre países como Francia, Italia, Reino Unido y Brasil.

En cuanto a las importaciones destaca Luxemburgo, cuyas industrias de papel, e impresión y artes gráficas importaron un 48,9% del valor de su producción durante 2005. Le sigue Irlanda (37,8%), Malta (30,6%) y Eslovenia (27,4%). España se encuentra en vigésimo novena posición, ya que las importaciones de este tipo de productos llevadas a cabo por la industria del papel así como por la de impresión y artes gráficas supuso un 11,7% del valor de su producción en 2005.

Respecto al empleo generado por estas actividades, cabe indicar que en términos absolutos, España se encontraba entre duodécima posición con 230,1 mil trabajadores en la industria papelera y actividades de impresión y artes gráficas tras Estados Unidos, India, Japón, Alemania, Brasil, Reino Unido, Indonesia, Rusia, México, Canadá y Francia.

Al igual que en el caso anterior si se relativizan los datos de empleo respecto al output, podemos obtener el número de trabajadores necesarios para una producción de

100 millones de dólares americanos. De esta manera los valores obtenidos para los países considerados son comparables y se puede observar el mayor o menor requerimiento de mano de obra. Como es de suponer, los países más industrializados requieren menos mano de obra y más capital que aquéllos países menos industrializados. En este sentido, destaca India que requiere de 7,8 mil trabajadores por cada 100 millones de producción en la industria papelera y de impresión y artes gráficas. Le siguen Indonesia (4,2 mil empleados), Bulgaria (3,4 mil trabajadores), Rumanía y Rusia (2,8 mil trabajadores), y Letonia (2,2). En el extremo opuesto se encuentran Irlanda, que requiere de 0,1 mil trabajadores por cada 100 millones de dólares producidos por este tipo de industrias; Finlandia, Suecia y Austria (0,3 mil trabajadores); Bélgica, Luxemburgo, Italia, Francia y Estados Unidos (0,4 mil empleados); Australia, Reino Unido, Canadá y Dinamarca (0,3 mil); y Alemania, Japón y España (0,6 mil trabajadores por cada 100 millones de dólares americanos de producción).

Tabla 7.2. Principales variables de la estructura productiva de la industria papelera de distintos países. 2005. Valores absolutos en millones de dólares americanos.

Millones de \$US	Consumos intermedios totales	Impuestos menos subvenciones (sobre los productos)	Valor Añadido (precios básicos)	Márgenes de transporte internacional	Producción (precios básicos)	Importaciones	Exportaciones	Consumo final	Número de empleados (miles de personas)
Finlandia	13.701,9	568,0	6.775,4	82,0	21.127,3	2.519,4	10.488,2	1.780	62,7
Irlanda	11.780,8	425,1	5.543,2	27,2	17.776,5	6.724,4	13.253,7	1.389	22,9
Suecia	15.677,3	886,7	7.605,0	103,7	24.272,7	3.600,3	12.348,7	2.499	81,8
Canadá	27.769,8	839,3	20.250,6	141,1	49.000,7	5.155,3	20.572,3	5.215	257,8
Reino Unido	42.074,4	1.801,4	35.263,0	312,7	79.451,4	7.173,8	12.304,1	20.294	394,2
Alemania	59.079,7	2.685,4	40.022,7	489,6	102.277,5	14.019,0	39.275,0	26.907	583,0
Austria	7.774,1	338,3	4.278,8	85,1	12.476,4	2.738,7	5.826,6	1.362	42,3
Holanda	13.119,6	687,7	9.099,3	157,8	23.064,4	4.934,7	7.737,4	5.403	100,5
Eslovenia	1.065,7	40,7	534,3	16,3	1.657,0	453,9	732,3	228	14,6
Australia	12.989,2	327,5	10.655,5	78,4	24.050,7	1.8012,0	1.204,0	5.859	117,5
EEUU	255.429,6	-	168.049,6	1.283,7	424.762,9	24.323,8	31.380,9	74.176	1.844,1
España	23.264,8	1.018,3	14.730,1	139,8	39.153,1	4.597,8	5.506,0	8.060	230,1
Japón	70.672,8	-	57.145,6	194,6	128.013,0	3.595,2	2.791,7	4.536	750,9
Portugal	3.567,8	149,6	2.262,0	33,2	6.012,7	882,0	1.664,1	1.043	47,9
Malta	120,2	2,6	75,0	2,2	200,0	61,3	86,6	48	2,0
Brasil	15.744,6	1.562,9	10.222,2	58,0	27.587,7	1.434,6	3.518,5	5.846	489,6
Dinamarca	4.150,7	294,3	2.844,7	31,8	7.321,5	1.149,0	1.586,7	1.582	38,9
Indonesia	5.806,5	-	3.389,9	101,4	9.297,7	1.595,8	2.905,0	917	391,7
Polonia	7.304,3	282,1	3.772,1	47,9	11.406,5	1.807,0	2.599,3	2.225	127,4
Lituania	292,1	8,0	268,4	3,9	572,3	106,0	128,6	117	9,4
Bélgica	7.618,9	324,4	4.289,2	86,2	12.318,7	2.972,0	5.251,6	2.108	43,3
R. Eslovaca	1.338,5	41,4	586,7	14,5	1.981,1	455,1	1.080,1	327	21,5
Letonia	266,0	7,0	174,5	3,1	450,7	101,8	87,5	43	10,0
Francia	39.217,1	1.841,5	20.612,2	284,0	61.954,9	7.646,3	10.905,7	12.504	257,3
Estonia	297,3	9,4	159,2	3,9	469,9	95,9	172,8	97	9,2
México	9.192,8	178,1	7.481,4	105,5	16.957,8	2.383,4	1.582,2	2.824	288,5
Italia	36.886,2	1.481,7	17.946,6	191,2	56.505,7	5.541,2	7.019,5	14.825	215,3
China	86.958,1	-	33.079,7	528,2	120.566,0	8.293,7	4.317,1	1.090	n.d.
R. Checa	3.757,9	84,7	1.538,5	43,6	5.424,7	1.177,7	2.190,3	583	56,5
Hungría	2.525,4	107,3	1.042,5	30,3	3.705,5	853,9	693,7	781	43,7
Corea	19.310,8	640,9	8.671,0	105,3	28.727,9	2.435,5	2.492,5	2.892	195,7
Turquía	8.051,7	385,5	3.972,6	78,9	12.488,8	1.507,7	768,9	2.898	144,9
Rumanía	1.026,7	54,5	831,0	10,0	1.922,2	261,0	142,7	353	54,3
Chipre	144,2	4,7	111,0	2,5	262,3	59,2	21,9	156	2,8
Grecia	2.146,5	103,5	1.557,4	21,3	3.828,6	554,3	165,3	2.251	31,9
Rusia	7.572,1	444,5	4.757,5	42,1	12.816,3	819,2	2.736,2	1.574	362,9
Bulgaria	550,7	20,8	197,9	6,4	775,9	179,7	171,1	136	26,6
Taiwán	6.531,5	71,9	2.175,3	67,7	8.846,4	1.651,8	1.876,5	1.513	108,7
Luxemburgo	540,3	19,7	243,2	10,8	814,0	398,2	714,3	28	3,0
India	10.590,5	668,2	3.789,8	69,8	15.118,3	1.262,3	746,6	3.385	1.186,3
Bélgica	7.618,9	324,4	4.289,2	86,2	12.318,7	2.972,0	5.251,6	2.108	43,3
R. Eslovaca	1.338,5	41,4	586,7	14,5	1.981,1	455,1	1.080,1	327	21,5

Fuente: Elaboración propia a partir de Comisión Europea (2013).

A continuación se analiza el origen y el destino de la producción de los productos vinculados a la industria papelera española, que son la *pasta de papel* y *cartón*, así como de los *artículos de papel* y *cartón*. Para ello se han empleado las tablas de origen y destino (TOD) de 2005 (INE, 2009a).

En la figura 7.2 se muestra el origen o la procedencia de este tipo de productos para 2005. A primera vista se observa que eran principalmente de España, si bien, el 57,3% de la *pasta de papel, papel y cartón* provino del conjunto nacional y el 42,7% restante de las importaciones, siendo la procedencia de éstas principalmente de la UE (36,7%) y el resto (6,0%), de terceros países. En el caso de los *artículos de papel y cartón*, el 88,7% eran producidos en España, y el 11,3% restante procedió de importaciones principalmente europeas (10,5%) y en menor medida del resto del mundo (0,8%).

Estos datos reafirman el peso que tiene la industria papelera española en muchas actividades económicas nacionales, ya que la mayor parte de este tipo de productos procede de industrias españolas. Por tanto, cualquier variación en la producción de la industria papelera, ejercerá un efecto multiplicador sobre sus proveedores directos, los cuales repercutirán este efecto a sus suministradores, y así sucesivamente, implicando a un gran número de actividades económicas.

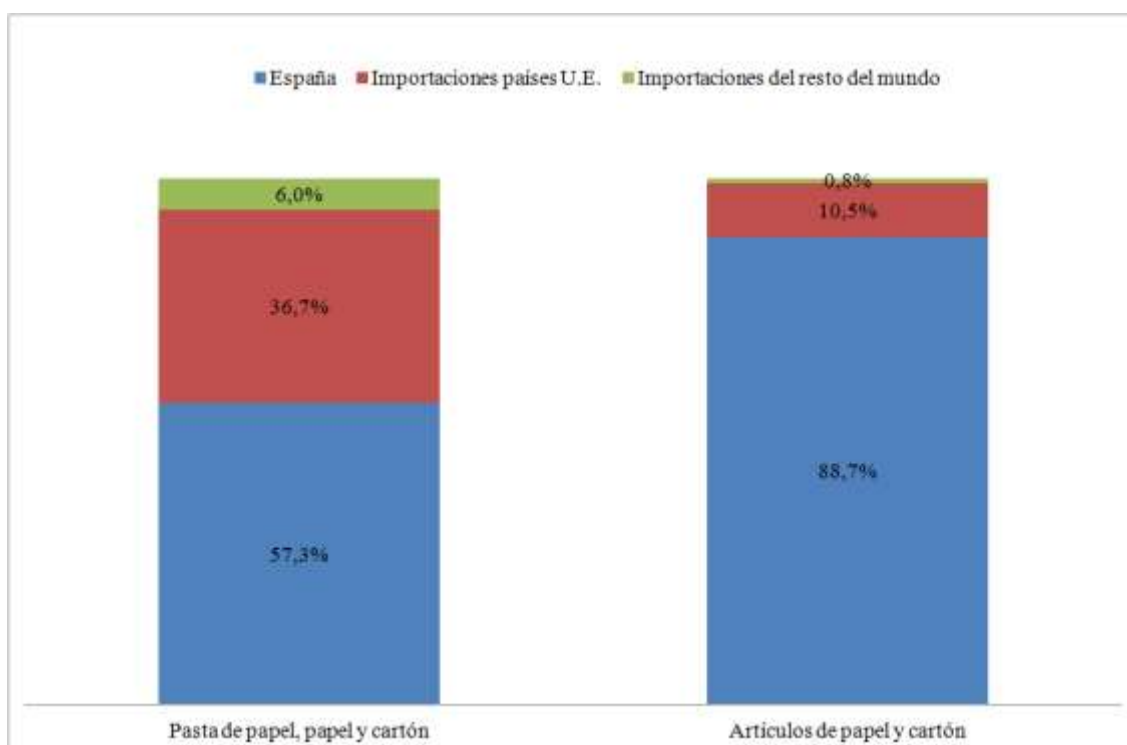


Figura 7.2. Origen de la *pasta de papel, papel y cartón* y de los *artículos de papel y cartón*. 2005. Fuente: Elaboración propia a partir de INE (2009a).

Asimismo, destaca el hecho de que la producción de *pasta de papel, papel y cartón* así como de los *artículos de papel y cartón* durante 2005 tiene como principal destino el mercado nacional (véase figura 7.3).

En el caso de la *pasta de papel, papel y cartón*, el 72,7% se destinó a demanda intermedia nacional, es decir, estos productos son básicamente inputs o consumos intermedios para otras actividades económicas (incluida la propia industria papelera), ya que se trata de productos elaborados o semi-elaborados que son empleados para formar parte de procesos productivos de otras industrias. Por este motivo, para la *pasta de papel, papel y cartón*, no existe consumo final por parte de los hogares, administraciones e instituciones privadas sin fines de lucro. Por su parte, el 27,1% de este tipo de productos es exportado. El 20,7% se destinó a la UE y el 6,4% restante a otros países.

Respecto a los *artículos de papel y cartón*, también tuvieron como destino principal el mercado nacional. De hecho, el 77,4% se corresponde con la demanda intermedia de otras actividades económicas y el 12,8% de la producción fue consumo final de los hogares, administraciones e instituciones privadas sin fines de lucro. El 9,9% restante se exportó, siendo el destino principal los países de la UE (8,1%) y en menor medida el resto del mundo (1,8%).

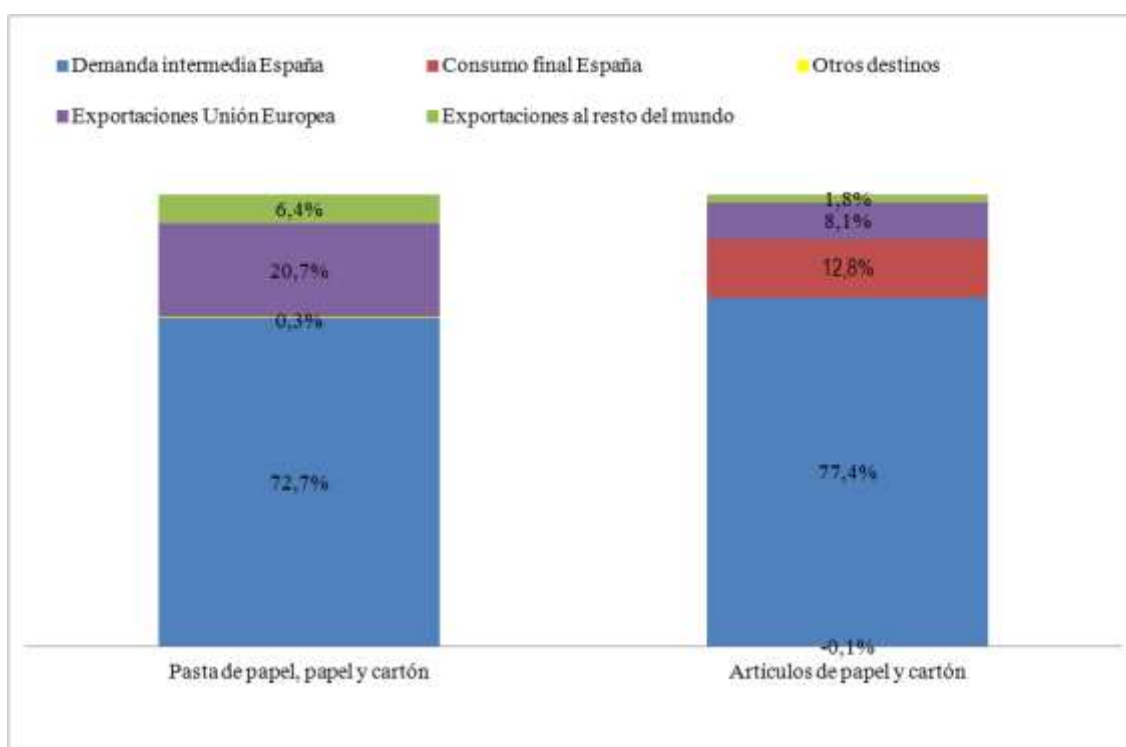


Figura 7.3. Destino de la *pasta de papel, papel y cartón* y de los *artículos de papel y cartón*. 2005. Fuente: Elaboración propia a partir de INE (2009a).

Nota: En otros destinos se incluyen: la formación bruta de capital así como la variación de existencias menos cesiones de objetos valiosos.

7.2. ANÁLISIS APLICADO DEL MODELO ACV-IO.

7.2.1. Aplicación del modelo ACV-IO para analizar la generación de residuos de papel y cartón.

En este apartado se realiza un análisis descriptivo del volumen de residuos totales, peligrosos y no peligrosos que han sido generados por el conjunto de la economía española en general, y por la industria papelera en particular, utilizando las distintas encuestas sobre generación de residuos.

Además se aplica la metodología ACV-IO para estimar por un lado, cuál ha sido la cantidad total de residuos, así como de residuos peligrosos y no peligrosos que fueron generados en el año 2005 por la industria papelera y por todos sus suministradores directos e indirectos, debido a que son muchas las actividades que se ven involucradas en su proceso productivo⁴⁴. A su vez, se establece un marco de referencia para evaluar la sostenibilidad del proceso productivo del papel y cartón en clave de generación de residuos.

7.2.1.1. Total de residuos generados.

Las distintas encuestas de residuos elaboradas por el INE muestran que durante 2005, en España se generaron un total de 88,6 millones de toneladas de residuos. De ellas, 85,6 millones fueron residuos no peligrosos y 3,0 millones fueron residuos peligrosos.

En la figura 7.4 se observa la generación de residuos según su tipología. En ella se muestra que los *residuos minerales* (categoría 12) fueron los más generados, alcanzando las 46,2 millones de toneladas, de las que 45,3 millones de toneladas fueron producidas por el sector secundario. En segundo lugar, los residuos que más se generaron en España durante 2005 fueron los *residuos animales* (categoría 09), con un total de 19,6 millones de toneladas. En este caso, fue el sector primario el mayor generador de este tipo de residuos con un total de 15,7 millones de toneladas. El resto de residuos no superaron los 3,0 millones de toneladas individualmente.

El mayor generador de residuos en España durante 2005 fue el sector secundario con 60,4 millones de toneladas de residuos, de las que el 96,3% fueron residuos no peligrosos y el restante 3,7%, residuos peligrosos. En segundo lugar se encuentra el sector

⁴⁴ Para la aplicación de esta herramienta se han empleado Excel y Mathematica 8 (Moraño y Sánchez, 2012).

primario que produjo un total de 19,0 millones de toneladas de residuos, de los que el 99,8% fueron no peligrosos y el 0,2% peligrosos. Finalmente, el menor generador de residuos fue el sector terciario, con un total de 9,2 millones de toneladas de las que el 92,1% fueron residuos no peligrosos, y el 7,9% residuos peligrosos.

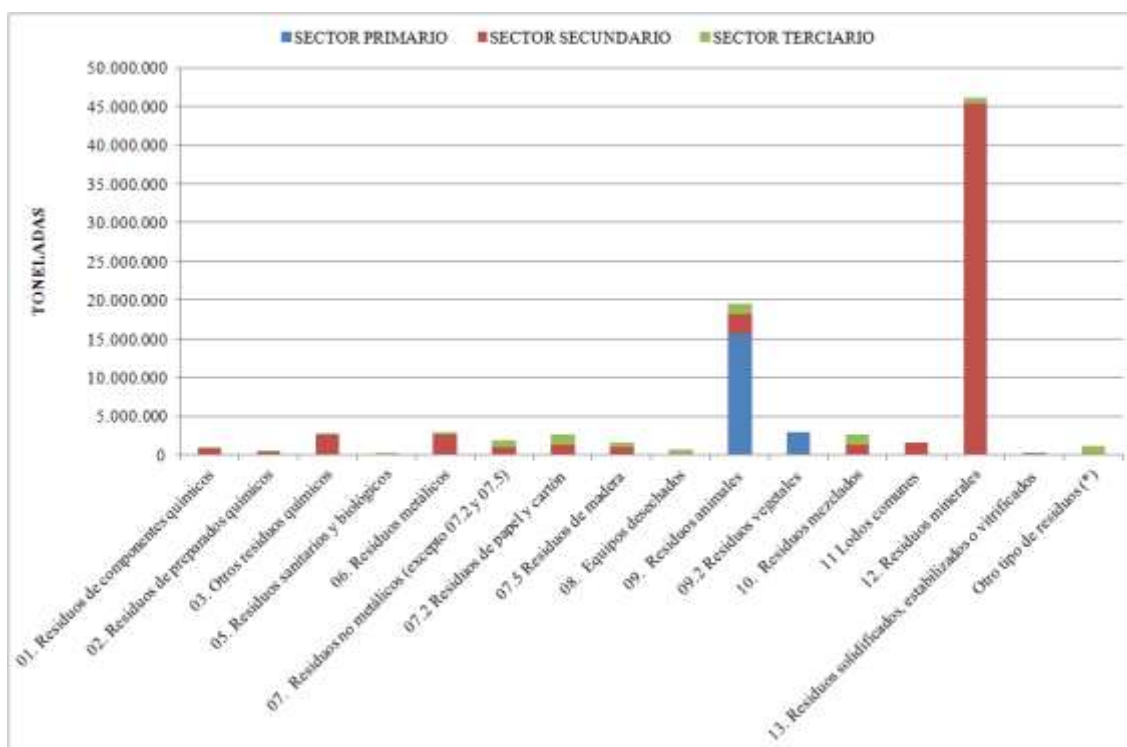


Figura 7.4. Residuos totales generados en España durante 2005 por categorías de residuos. Fuente: Elaboración propia a partir del INE (INE 2010b; 2009b; 2009c; 2009d). (*) *Otro tipo de residuos* no aparece en las categorías del Código CER-Stat Rev. 4, pero sí aparece como una categoría adicional en la *Encuesta sobre generación de residuos en el sector servicios 2005* (INE, 2009b).

Si se analiza la cantidad de residuos generados por actividad económica en 2005 (véase figura 7.5), el 32,7% fueron producidos por las *industrias extractivas* (sector 4). A ellas le siguen la *agricultura, ganadería y caza (excepto selvicultura y explotación forestal)* (sector 1) con un 20,4% del total, y el conjunto de la *industria manufacturera (excepto: industria textil, industria de la madera y del corcho, industria del papel, industria química, maquinaria y equipo mecánico y reciclaje)* (sector 5) con el 20,3%. Muy de lejos le sigue la *producción y distribución de energía eléctrica* (sector 13) y la *industria química* (sector 9), que generaron respectivamente un 6,9% y un 3,6% del total de residuos producidos en ese año. El resto de actividades contribuyeron al total de residuos generados en España con menos del 3,5% cada una de ellas.

Dentro del sector primario, el mayor generador de residuos fue la *agricultura, ganadería y caza (excepto selvicultura y explotación forestal)* (sector 1), que produjo el 20,4% del total de residuos de España durante 2005, lo que equivale a 18,2 millones de toneladas. Le sigue la *selvicultura y explotación forestal* (sector 2) que generó un 0,9% (841.584,1 toneladas), y la *pescas* (sector 3) con menos de un 0,1% (27.437,5 toneladas).

En cuanto al sector terciario, el *comercio; reparación de vehículos de motor, motocicletas y ciclomotores y artículos personales y de uso doméstico excepto comercio al por mayor e intermediarios* (sector 16), fue el mayor generador de residuos, suponiendo el 3,5% del total, lo que equivalió a 3,1 millones de toneladas; le sigue el *comercio al por mayor e intermediarios* (sector 17) que generó el 3,2% de los residuos totales; y la *hostelería* (sector 18) con un 1,2%. El resto de actividades de servicios no generaron más del 0,9% del total de residuos producidos en España durante 2005.

En el caso del sector secundario, a excepción de las *industrias extractivas* (sector 4); de la *industria manufacturera (excepto: industria textil, industria de la madera y del corcho, industria del papel, industria química, maquinaria y equipo mecánico y reciclaje)* (sector 5); de la *producción y distribución de energía eléctrica* (sector 13); y la *industria química* (sector 9), el resto de industrias no generaron más del 1,8% de los residuos producidos en nuestro país en 2005.

Dentro del sector secundario, una de las industrias que menos residuos generaron fue la *industria del papel* (sector 8), que sólo produjo un 0,8% de los residuos producidos en nuestro país durante 2005, lo que equivale a 674.961,7 toneladas.

La figura 7.6 desglosa la tipología de residuos generados por esta actividad económica. En ella se muestra que el 48,4% de los residuos generados fueron *residuos de papel y cartón* (categoría 07.2); seguida de *lodos comunes* (categoría 11) (27,6%) y de *residuos mezclados* (categoría 10) con un 9,4%. El resto de desechos sólo supusieron un 14,6% del total de residuos producidos por esta industria.

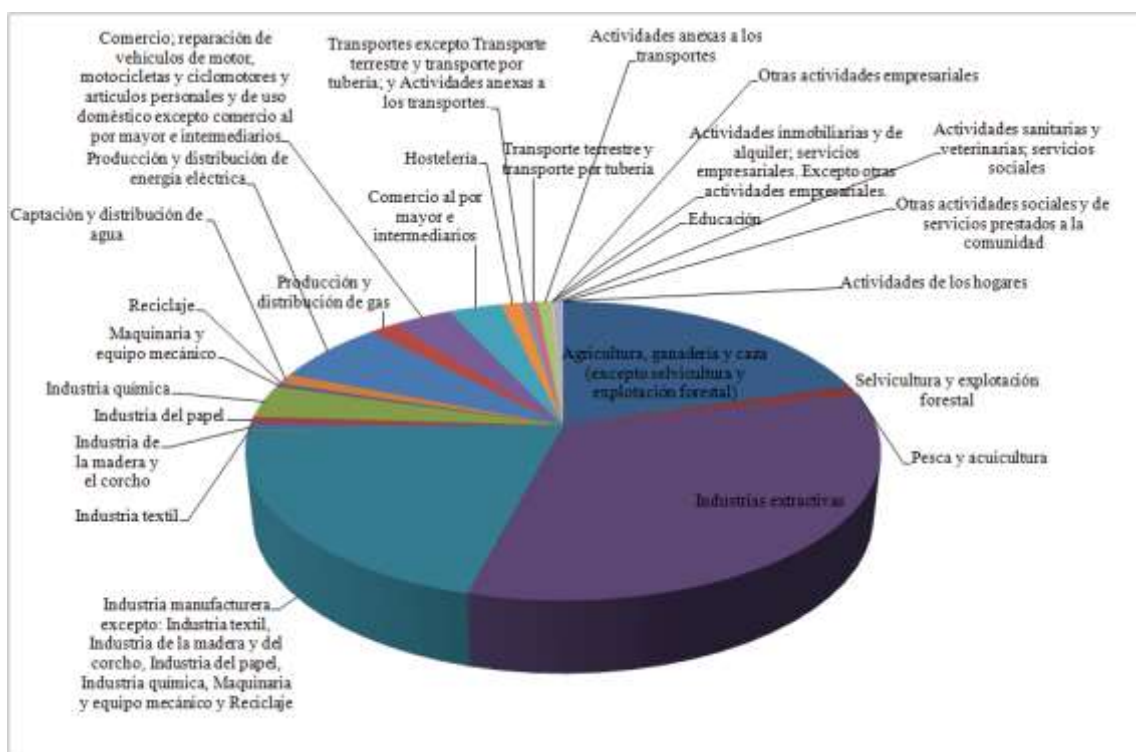


Figura 7.5. Residuos totales generados en España durante 2005 por actividades. Fuente: Elaboración propia del INE (2010b; 2009b; 2009c; 2009d).

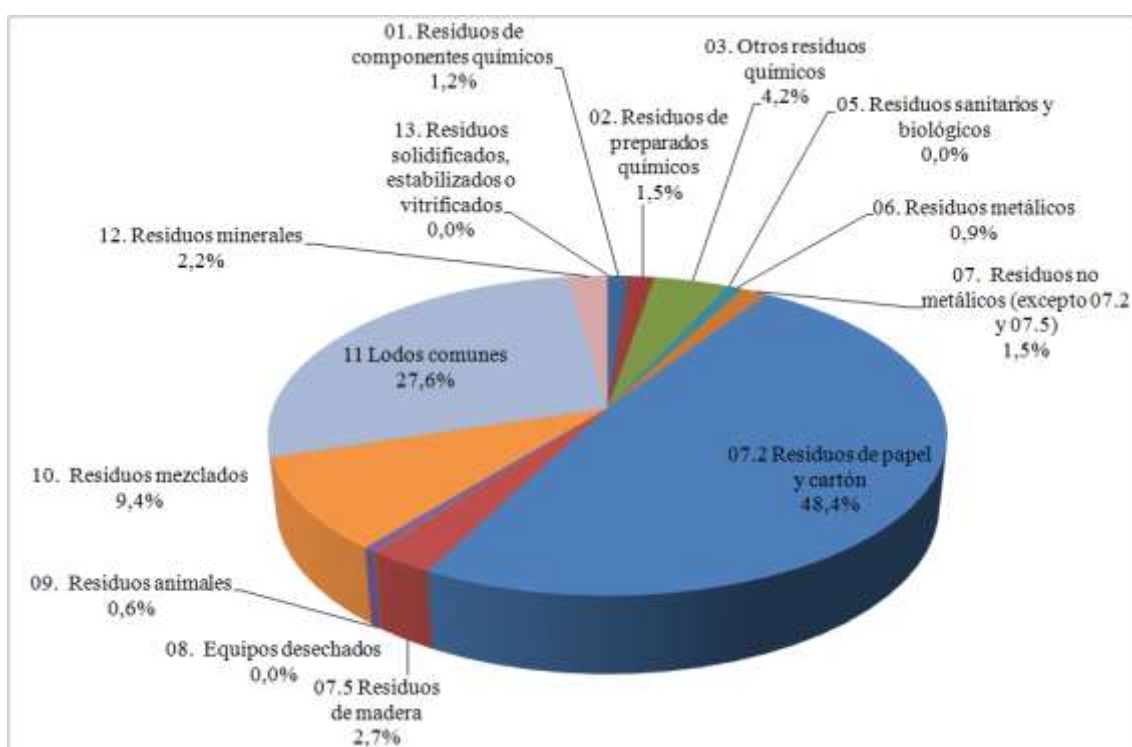


Figura 7.6. Residuos totales generados por la industria papelera española en 2005. Fuente: Elaboración propia a partir del INE (2010b; 2009b; 2009c; 2009d).

Una vez que se ha descrito cuál ha sido la generación de residuos totales por parte de las distintas actividades económicas en general, y por la industria papelera en particular, se va a proceder a estimar cuál fue el volumen de residuos totales producidos por toda la cadena de suministros de la industria del papel, a través de la aplicación del modelo ACV-IO.

Como se comentó en el desarrollo metodológico del modelo, en primer lugar hay que calcular el efecto multiplicador que ejerció la producción de la industria papelera correspondiente al año 2005 (11.188 millones de euros), sobre el resto de actividades económicas. Para ello hay que aplicar las ecuaciones (6), (7) y (8), obteniendo los resultados que aparecen en la tabla 7.3. En ella se observa que en 2005 se produjo un efecto multiplicador o un incremento en el output de los suministradores totales de 19.869,9 millones de euros; de 18.353,5 millones de euros en el caso de los directos; y de 1.516,4 millones de euros en los suministradores indirectos.

Resulta necesario indicar que parte del efecto multiplicador que la industria papelera ejerce sobre los suministradores indirectos no tiene un valor representativo individualmente. No obstante, conjuntamente sí tienen unos valores apreciables, por el número de actividades económicas implicadas (Lenzen et al., 2003). De hecho, al calcular la matriz inversa de Leontief (Anexo 2), hay pocas celdas que tengan el valor 0. Lo que indica que cada sector de forma directa o indirecta (como suministradores de primer, segundo, tercer nivel, etc.), necesitan inputs procedentes de otros sectores, y por tanto, forman parte de la cadena de suministros.

Tabla 7.3. Efecto multiplicador ejercido por la producción de la industria papelera sobre la cadena de suministros. Millones de euros.

<i>Sector</i>	<i>Sum. Totales Xt</i>	<i>Sum. Directos Xd</i>	<i>Sum. Indirectos Xind</i>	<i>Sector</i>	<i>Sum. Totales Xt</i>	<i>Sum. Directos Xd</i>	<i>Sum. Indirectos Xind</i>
1	69,7	24,0	45,8	16	165,9	126,3	39,6
2	455,2	446,5	8,6	17	669,5	599,7	69,8
3	1,1	0,3	0,9	18	43,7	29,9	13,8
4	45,9	34,2	11,7	19	281,2	202,6	78,7
5	964,1	606,4	357,7	20	641,5	548,3	93,1
6	139,1	124,8	14,4	21	434,1	326,2	107,9
7	458,6	424,5	34,1	22	75,5	50,3	25,1
8	11.717,3	11.696,9	20,4	23	187,7	143,7	44,0
9	642,4	613,2	29,2	24	334,1	237,1	97,1
10	124,6	101,4	23,2	25	965,8	828,0	137,8
11	149,5	139,4	10,2	26	0,0	0,0	0,0
12	23,0	17,7	5,3	27	26,5	21,5	5,1
13	660,5	582,4	78,1	28	16,9	10,2	6,7
14	279,6	250,3	29,3	29	0,1	0,0	0,1
15	296,9	168,0	129,0	30	0,0	0,0	0,0
				Total	19.869,9	18.353,5	1.516,4

Fuente: Elaboración propia a partir del INE (2009a).

Nota: El sector 8 se corresponde con la industria papelera. Sus altos valores se deben a que en ellos se incluye no sólo el efecto multiplicador que ejerce sobre sus suministradores, sino que también incluye su producción correspondiente a 2005 (11.188 millones de euros). De modo que de los 11.188 millones de euros resultantes, 529,3 millones de euros se corresponden con su propio efecto multiplicador.

Una vez obtenido el efecto multiplicador, ya se pueden aplicar las ecuaciones (9), (10) y (11) del ACV-IO. Con estas ecuaciones se obtienen los distintos vectores ambientales b : b_t , b_d y b_{ind} , que muestran la cantidad total de residuos generados (por los suministradores totales, directos e indirectos respectivamente), asociados al efecto multiplicador ejercido por la industria papelera.

En este caso hay que usar la matriz R_i , que muestra la cantidad total de residuos generados por cada euro de producción para cada actividad económica (véase Anexo 3). Los resultados obtenidos aparecen recogidos en la tabla 7.4 y en la figura 7.7.

Tabla 7.4. Residuos generados por los suministradores totales, directos e indirectos de la industria papelera española, 2005. Toneladas.

<i>Sector</i>	<i>Sum. Totales</i>	<i>Sum. Directos</i>	<i>Sum. Indirectos</i>	<i>Sector</i>	<i>Sum. Totales</i>	<i>Sum. Directos</i>	<i>Sum. Indirectos</i>
1	34.209,9	11.754,3	22.455,5	16	5.738,9	4.368,9	1.370,0
2	223.341,0	219.098,1	4.242,9	17	26.678,6	23.897,6	2.780,9
3	14,2	3,3	10,9	18	465,9	319,2	146,6
4	236.165,9	175.861,5	60.304,3	19	1.532,7	1.104,0	428,7
5	46.498,7	29.246,8	17.251,9	20	8.146,4	6.963,6	1.182,8
6	1.394,3	1.250,1	144,2	21	10.473,7	7.870,9	2.602,8
7	25.702,9	23.793,1	1.909,8	22	0,0	0,0	0,0
8	706.904,0	705.673,6	1.230,4	23	0,0	0,0	0,0
9	52.462,7	50.077,9	2.384,8	24	116,9	83,0	34,0
10	1.659,6	1.350,3	309,3	25	338,0	289,8	48,2
11	1.655,1	1.542,7	112,4	26	0,0	0,0	0,0
12	4.418,6	3.392,1	1.026,5	27	54,40	43,99	10,42
13	126.797,4	111.798,8	14.998,6	28	101,6	61,3	40,3
14	53.665,7	48.039,4	5.626,3	29	0,1	0,0	0,1
15	(*)	(*)	(*)	30	0,0	0,0	0,0
				Total	1.568.537,3	1.427.884,5	140.652,9

Fuente: Elaboración propia a partir del INE (2010b; 2009a; 2009b; 2009c; 2009d).

Nota: El sector 15 se corresponde con la construcción, de la que no hay datos disponibles de generación de residuos (ni peligrosos ni no peligrosos) hasta el año 2011. No obstante, las distintas actividades económicas cuentan con información relacionada con los *residuos de la construcción y demolición*, que se encuentra englobada dentro de los *residuos minerales*.

Se observa que la cadena de suministros de la industria papelera incluida ella misma, generó un total de 1.568.537,3 toneladas, de las que el 91,0% corresponden a los suministradores directos y el 9,0% al resto de suministradores. El sector secundario fue el principal generador de residuos con un total de 1.257.324,5 toneladas, seguido del sector primario y del terciario con 257.565,1 y 53.647,3 toneladas respectivamente.

En cuanto a ramas de actividad, la mayor generadora de residuos fue la propia *industria del papel* (sector 8) con un total de 706.904,0 toneladas. Ello se debe a que en el cálculo del efecto multiplicador, no sólo se ha tenido en cuenta el que recae sobre sí misma, sino que además se ha incluido su propia producción. Por tanto, de los residuos totales que ha generado, 31.942,3 toneladas se han producido por dicho efecto, y las 674.961,7 toneladas restantes se corresponden con los residuos generados durante la producción de 2005, datos que equivalen a los presentados por la propia *encuesta sobre generación de residuos en el sector industrial 2005* (INE, 2010b). A ella le siguen la *industria extractiva* (sector 4) con 236.165,9 toneladas de residuos; la *selvicultura y explotación forestal* (sector 2) con 223.341,0 toneladas; y la *producción y distribución de energía eléctrica* (sector 13) con 126.797,4 toneladas.

Las elevadas cantidades de estas actividades respecto a las demás, se deben a que son importantes suministradoras de la industria papelera. Por tanto, parte de los residuos que han generado son consecuencia de proveer a la industria del papel. Ninguna otra actividad supera las 54.000 toneladas de residuos.

Respecto a los suministradores directos, destaca la *industria del papel* (sector 8) como mayor generadora de residuos, con un total de 705.673,6 toneladas, de las que 30.712,0 toneladas se deben a su efecto multiplicador. Le sigue la *selvicultura y explotación forestal* (sector 2), con un total de 219.098,1 toneladas. En tercer lugar se encuentra la *industria extractiva* (sector 4) con un total de 175.861,5 toneladas; seguida de la *producción y distribución de energía eléctrica* (sector 13), con 111.798,8 toneladas. El resto de actividades económicas que han participado en el proceso productivo del papel y del cartón como proveedores directos de la industria papelera, no han superado las 51.000,0 toneladas de residuos individualmente.

En cuanto a los suministradores indirectos, los mayores generadores de residuos han sido la *industria extractiva* (sector 4) con 60.304,3 toneladas; seguida de la *agricultura, ganadería y caza* (sector 1) con 22.455,5 toneladas de residuos. En tercer y cuarto lugar se encuentra el conjunto de la *industria manufacturera (excepto: industria textil, industria de la madera y del corcho, industria del papel, industria química, maquinaria y equipo mecánico y reciclaje)* (sector 5), y la *producción y distribución de energía eléctrica* (sector 13), con un total de 17.251,9 y 14.998,6 toneladas de residuos respectivamente. Por su parte, la propia *industria papelera* (sector 8), generó 1.230,3 toneladas como suministradora indirecta.

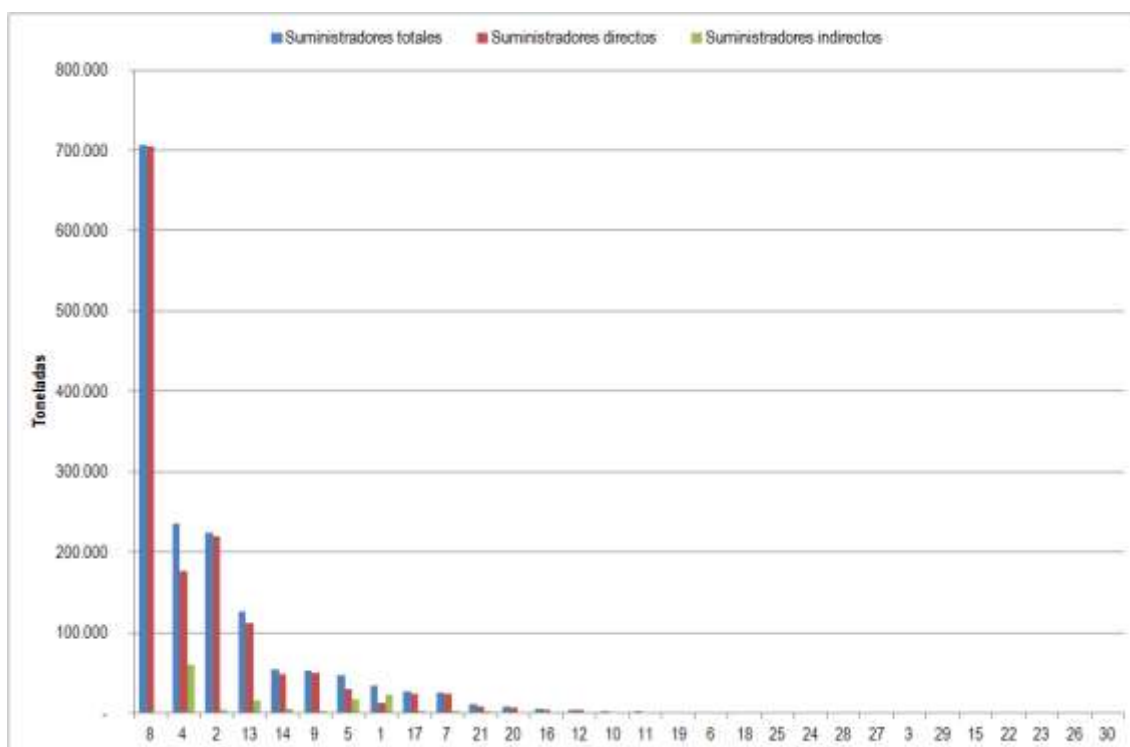


Figura 7.7. Residuos totales generados por tipo de suministrador. Fuente: Elaboración propia a partir del INE (2010b; 2009a; 2009b; 2009c; 2009d).

7.2.1.2. Generación de residuos no peligrosos.

En cuanto a los residuos no peligrosos, las distintas encuestas (INE 2010b; 2009b; 2009c; 2009d) muestran que durante 2005 se generaron un total de 85,6 millones de toneladas.

Si se desglosan los residuos no peligrosos por categorías (véase figura 7.8) se observa que para este año, la mayoría eran *residuos minerales* (categoría 12) con un total de 45,6 millones de toneladas, de las que 44,8 millones de toneladas fueron generadas por el sector secundario; seguido muy de lejos por el sector terciario (835.166,0 toneladas) y el sector primario (39.730,5 toneladas). En segundo lugar, los residuos no peligrosos que más se produjeron en nuestro país fueron los *residuos animales* (categoría 09) con un total de 19,6 millones de toneladas, de las cuales 15,7 millones fueron emitidas por el sector primario; 2,5 millones de toneladas por el sector secundario; y 1,4 millones de toneladas por el sector terciario. Del resto de categorías de residuos no peligrosos no se generaron más de 3,0 millones de toneladas para cada una de ellas.

Además la figura 7.8 indica que la gran mayoría de residuos no peligrosos fueron producidos por el sector secundario (con un total de 58,2 millones de toneladas), a excepción de los *residuos sanitarios y biológicos* (categoría 05), los *residuos de papel y cartón* (categoría 07.2), los *equipos desechados* (categoría 08) y *otro tipo de residuos*,

cuyo mayor generador fue el sector servicios; así como los *residuos animales y vegetales* (categorías 09 y 09.2) cuyo mayor emisor fue el sector primario. Al sector secundario le siguen las actividades primarias, ya que durante 2005 generaron un total de 18,9 millones de toneladas, y el sector servicios con 8,5 millones de toneladas de residuos no peligrosos.

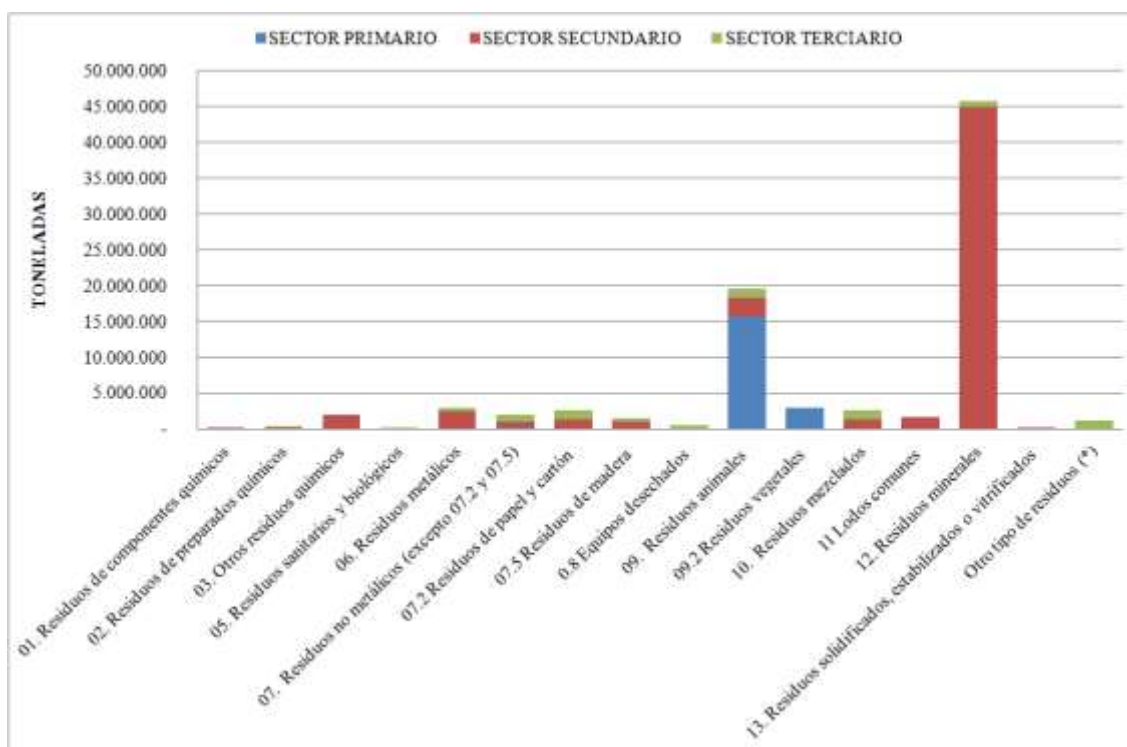


Figura 7.8. Residuos no peligrosos generados en España durante 2005 por categorías de residuos. Fuente: Elaboración propia a partir del INE (2010b; 2009b; 2009c; 2009d).

(*) *Otro tipo de residuos* no aparece en las categorías del Código CER-Stat Rev. 4, pero sí aparece como una categoría adicional en la *Encuesta sobre generación de residuos en el sector servicios 2005* (INE, 2009b).

Si se analiza la cantidad de residuos no peligrosos generados por actividad económica en 2005 (véase figura 7.9), el 33,8% del total fueron producidos por las *industrias extractivas* (sector 4). A ella le siguen la *agricultura, ganadería y caza (excepto selvicultura y explotación forestal)* (sector 1) con un 21,1% del total de residuos no peligrosos generados en España en 2005. En tercer lugar se sitúa la *industria manufacturera (excepto: industria textil, industria de la madera y del corcho, industria del papel, industria química, maquinaria y equipo mecánico y reciclaje)* (sector 5) con un 19,2%. Muy de lejos le sigue la *producción y distribución de energía eléctrica* (sector 13) que generó un 7,1% del total. El resto de actividades contribuyeron al total de residuos no peligrosos generados con menos del 3,5% cada una de ellas.

Dentro del sector primario, el mayor generador de residuos no peligrosos fue la *agricultura, ganadería y caza (excepto selvicultura y explotación forestal)* (sector 1), que produjo el 21,1% de los residuos no peligrosos de España durante 2005, lo que equivale a 18,1 millones de toneladas. Le sigue la *selvicultura y explotación forestal* (sector 2) que generó un 1,0% de los residuos no peligrosos (839.823,9 toneladas), y la *pesca* (sector 3) con un 0,03% (24.068,6 toneladas).

En cuanto al sector terciario, el *comercio; reparación de vehículos de motor, motocicletas y ciclomotores y artículos personales y de uso doméstico excepto comercio al por mayor e intermediarios* (sector 16), fue el mayor generador de residuos no peligrosos, suponiendo el 3,3% del total, lo que equivale a 2,8 millones de toneladas; le sigue *comercio al por mayor e intermediarios* (sector 17) que generó el 3,2% de los residuos no peligrosos; y la *hostelería* (sector 18) con un 1,3%. El resto de actividades de servicios no generó individualmente más del 0,5% del total de residuos no peligrosos en España durante 2005.

En el caso del sector secundario, además de las *industrias extractivas* (sector 4); la *industria manufacturera (excepto: industria textil, industria de la madera y del corcho, industria del papel, industria química, maquinaria y equipo mecánico y reciclaje)* (sector 5); y la *producción y distribución de energía eléctrica* (sector 13); otra industria que también generó bastantes residuos no peligrosos fue la *industria química* (sector 9), con un 3,1% del total de residuos no peligrosos producidos en 2005.

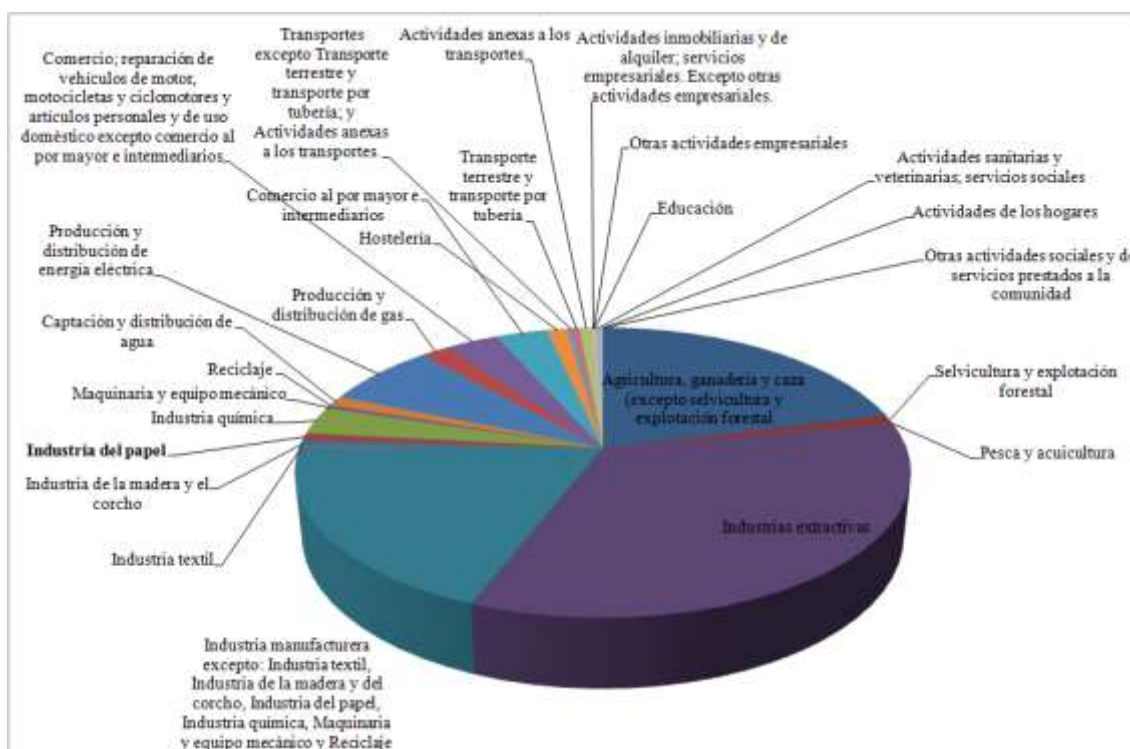


Figura 7.9. Residuos no peligrosos generados en España durante 2005 por actividades. Fuente: Elaboración propia a partir del INE (2010b; 2009b; 2009c; 2009d).

Dentro del sector secundario, una de las industrias que menos residuos no peligrosos generaron fue la *industria del papel* (sector 8), que sólo produjo un 0,8% de los residuos no peligrosos producidos en nuestro país durante 2005, es decir, 663.860,5 toneladas.

La figura 7.10 desglosa la tipología de residuos no peligrosos generados por esta actividad económica. En ella se muestra que el 49,2% de los residuos generados fueron *residuos de papel y cartón* (categoría 07.2); seguida de *lodos comunes* (categoría 11) (28,1%) y de *residuos mezclados* (categoría 10) con un 9,5%. El resto de residuos sólo supusieron un 13,2% del total de residuos no peligrosos producidos por esta industria.

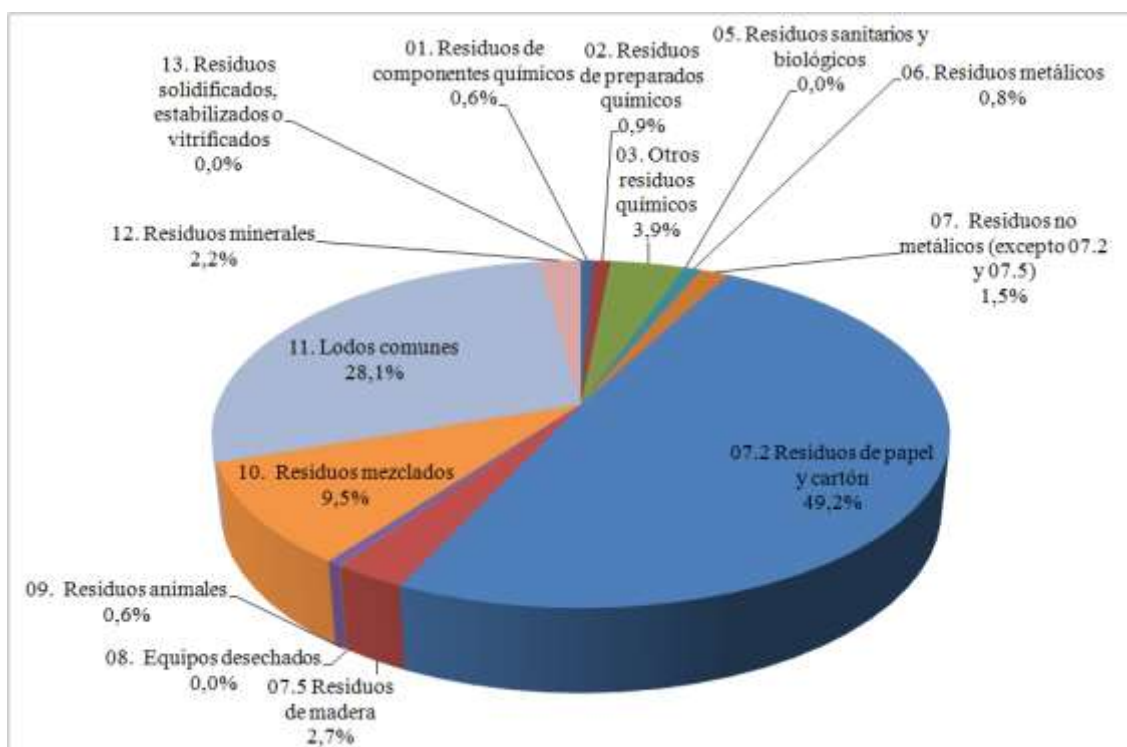


Figura 7.10. Residuos no peligrosos generados por la industria papelera española en 2005. Fuente: Elaboración propia a partir del INE (2010b; 2009b; 2009c; 2009d).

Una vez que se ha descrito cuál ha sido la generación de residuos no peligrosos por parte de la industria papelera, se puede analizar qué volumen ha sido generado por toda la cadena de suministros utilizando el modelo ACV-IO.

En este caso, no es necesario volver a calcular el efecto multiplicador ejercido por la industria papelera sobre el resto de actividades económicas, ya que los datos son los mismos. Por tanto, se toman como referencia los resultados obtenidos en la tabla 7.3. La única diferencia radica en que se han de emplear las dieciséis matrices R_i del Anexo 4, correspondientes a los residuos no peligrosos, ya que en este caso y en el apartado dedicado al análisis de los residuos peligrosos, se distingue por tipología de residuo.

Las siguientes tablas muestran los resultados obtenidos tras haber aplicado las ecuaciones (9), (10) y (11) para el total de suministradores (tabla 7.5), suministradores directos (tabla 7.6) y suministradores indirectos (tabla 7.7) respectivamente. Los datos reflejan que durante 2005, se generaron 1.536.931,0 toneladas de residuos no peligrosos como consecuencia del efecto multiplicador ejercido por la industria papelera sobre el resto de sectores. De ellas, 1.399.345,5 toneladas se correspondieron con la generación de residuos de los suministradores directos de la industria papelera y 137.585,5 toneladas con los suministradores indirectos. Asimismo, el efecto multiplicador producido por la

industria papelera sobre el resto de actividades muestra que los residuos no peligrosos más generados por el conjunto de suministradores han sido los *residuos minerales* (476.894,7 toneladas)⁴⁵; seguidos de los *residuos de papel y cartón* con 351.802,6 toneladas; los *residuos animales* (234.924,2 toneladas); y los *lodos comunes* (199.727,5 toneladas). Ninguna otra categoría de residuos no peligrosos superó las 84.000,0 toneladas.

Tabla 7.5. Residuos no peligrosos generados como consecuencia del efecto multiplicador que la industria papelera ejerce sobre los suministradores totales. Toneladas.

Residuos	Total	Residuos	Total
01. Residuos de componentes químicos	4.672,9	08. Equipos desechados	1.811,6
02. Residuos de preparados químicos	10.764,2	09. Residuos animales	234.924,2
03. Otros residuos químicos	39.588,3	09.2 Residuos vegetales	39.459,4
05. Residuos sanitarios y biológicos	304,7	10. Residuos mezclados	83.585,1
06. Residuos metálicos	16.337,3	11 Lodos comunes	199.727,5
07. Residuos no metálicos (excepto 07.2 and 07.5)	20.061,8	12. Residuos minerales	476.894,7
07.2 Residuos de papel y cartón	351.802,6	13. Residuos solidificados, estabilizados o vitrificados	777,8
07.5 Residuos de madera	48.637,5	Otro tipo de residuos	7.581,3
		Total	1.536.931,0

Fuente: Elaboración propia a partir del INE (2009a; 2009b; 2009c; 2009d; 2010b).

⁴⁵ Los residuos minerales han sido los más voluminosos debido a que en ellos se incluyen también los residuos de la construcción y demolición, por lo que cualquier ampliación/demolición de las plantas incrementaría el volumen de este tipo de residuos no peligrosos. Ello también explicaría por qué son las industrias extractivas las que más residuos no peligrosos han generado, debido a que están muy vinculadas a la construcción.

Tabla 7.6. Residuos no peligrosos generados como consecuencia del efecto multiplicador que la industria papelera ejerce sobre los suministradores directos. (Toneladas).

Residuos	Total	Residuos	Total
01. Residuos de componentes químicos	4.636,9	08. Equipos desechados	1.501,7
02. Residuos de preparados químicos	10.361,2	09. Residuos animales	209.136,3
03. Otros residuos químicos	37.417,0	09.2 Residuos vegetales	35.368,9
05. Residuos sanitarios and biológicos	261,5	10. Residuos mezclados	80.680,4
06. Residuos metálicos	13.442,0	11 Lodos comunes	197.889,0
07. Residuos no metálicos (excepto 07.2 and 07.5)	18.362,3	12. Residuos minerales	388.595,4
07.2 Residuos de papel and cartón	349.286,4	13. Residuos solidificados, estabilizados o vitrificados	553,3
07.5 Residuos de madera	45.888,0	Otro tipo de residuos	5.965,3
		Total	1.399.345,5

Fuente: Elaboración propia a partir del INE (2009a; 2009b; 2009c; 2009d; 2010b).

Tabla 7.7. Residuos no peligrosos generados como consecuencia del efecto multiplicador que la industria papelera ejerce sobre los suministradores indirectos. (Toneladas).

Residuos	Total	Residuos	Total
01. Residuos de componentes químicos	36,03	08. Equipos desechados	309,93
02. Residuos de preparados químicos	403,07	09. Residuos animales	25.787,95
03. Otros residuos químicos	2.171,30	09.2 Residuos vegetales	4.090,47
05. Residuos sanitarios and biológicos	43,26	10. Residuos mezclados	2.904,72
06. Residuos metálicos	2.895,32	11 Lodos comunes	1.838,54
07. Residuos no metálicos (excepto 07.2 and 07.5)	1.699,53	12. Residuos minerales	88.299,26
07.2 Residuos de papel and cartón	2.516,14	13. Residuos solidificados, estabilizados o vitrificados	224,42
07.5 Residuos de madera	2.749,53	Otro tipo de residuos	1.616,02
		Total	137.585,5

Fuente: Elaboración propia a partir del INE (2009a; 2009b; 2009c; 2009d; 2010b).

La figura 7.11 pone de manifiesto que en términos absolutos la rama de actividad que más residuos no peligrosos generó como consecuencia de dicho efecto multiplicador fue la *industria del papel* (sector 8) con 695.233,6 toneladas. Al igual que en el caso del total de residuos generados, este valor se debe a que en el cálculo del efecto multiplicador se ha incluido la producción de dicha industria para el año 2005. Por tanto, de esta cantidad, 663.860,5 toneladas son residuos no peligrosos generados como consecuencia de su proceso productivo, y 31.373,1 toneladas se deben a su propio efecto multiplicador.

Por su parte, la *industria extractiva* (sector 4) produjo 236.112,3 toneladas. Le sigue la *selvicultura y explotación forestal* (sector 2), que generó un total de 222.875,4 toneladas de residuos no peligrosos, y la *producción y distribución de energía eléctrica*

(sector 13), con 126.094,1 toneladas. Ninguna otra actividad económica superó las 54.000 toneladas de residuos no peligrosos como consecuencia del efecto multiplicador que ejerce la industria papelera sobre ellas.

En cuanto a los suministradores directos, sigue destacando la *industria del papel* (sector 8) como mayor generadora, con un total de 694.023,5 toneladas (30.163,0 toneladas se deben al efecto multiplicador que esta industria ha ejercido sobre sí misma, y el resto por la producción correspondiente a 2005). Le sigue la *selvicultura y explotación forestal* con 218.641,3 toneladas. En tercer lugar, se encuentra la *producción y distribución de energía eléctrica* (sector 13), con 111.179,1 toneladas de residuos no peligrosos. Ninguna otra actividad superó las 48.000,0 toneladas de residuos no peligrosos.

Respecto a los suministradores indirectos, destacan al igual que en el caso de residuos totales, la *industria extractiva* (sector 4), con 60.290,7 toneladas; la *agricultura, ganadería y caza* (sector 1) con 22.408,7 toneladas; la *industria manufacturera (excepto: industria textil, industria de la madera y del corcho, industria del papel, industria química, maquinaria y equipo mecánico y reciclaje)* (sector 5); y la *producción y distribución de energía eléctrica* (sector 13), con un total de 15.740,3 y 14.915,5 toneladas de residuos no peligrosos respectivamente. Por su parte, la *industria del papel* (sector 8), generó 1.210,1 toneladas de residuos no peligrosos, como suministradora indirecta.

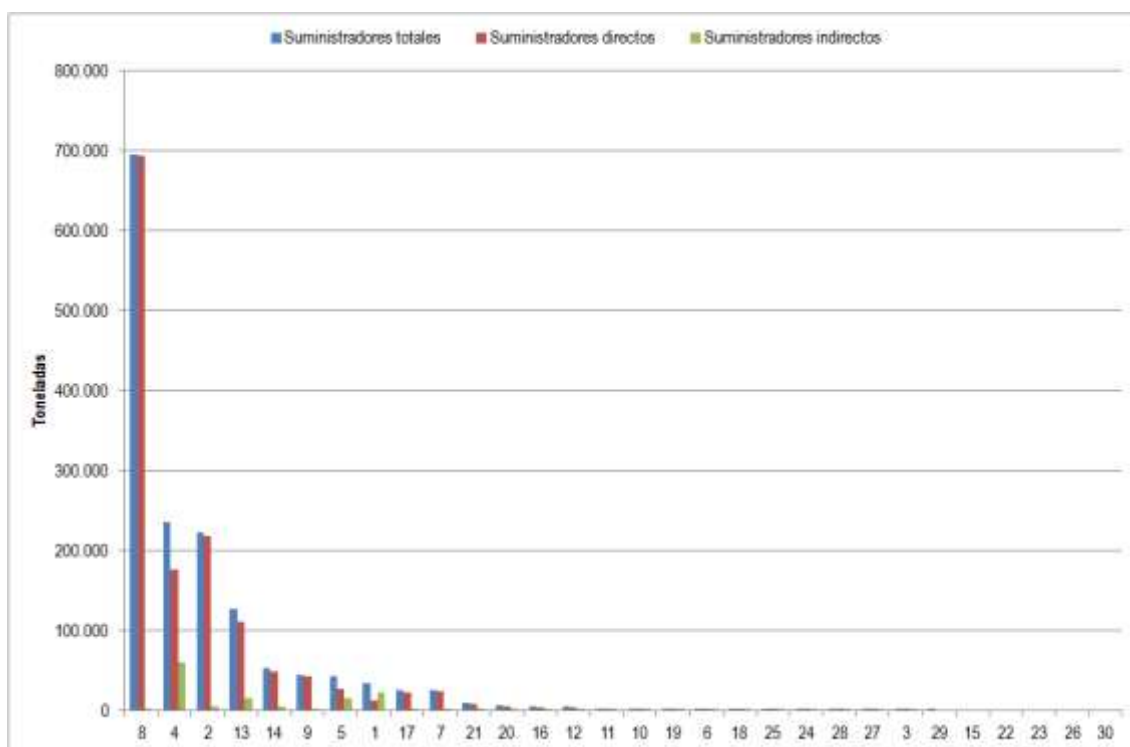


Figura 7.11. Generación de residuos no peligrosos por rama de actividad. Fuente: Elaboración propia a partir del INE (2010b; 2009a; 2009b; 2009c; 2009d).

A partir de estos datos se ha calculado para cada actividad económica (i) y tipo de residuo, qué porcentaje representan los residuos no peligrosos generados como consecuencia de ese efecto multiplicador, respecto del total de residuos no peligrosos producidos por cada actividad. Para ello se ha aplicado el siguiente indicador:

$$w_i = \frac{b_i}{TW_i} \times 100 \quad (12)$$

Donde w_i es el porcentaje de residuos no peligrosos que la actividad i ha producido como consecuencia de participar en la cadena de suministro de la industria papelera, respecto del total de residuos no peligrosos generados por la actividad i .

La variable b_i es cada uno de los dieciséis vectores ambientales calculados que muestran la cantidad de residuos no peligrosos generados por los suministradores totales de la industria papelera. Es decir, los resultados obtenidos tras aplicar la ecuación (9) y que aparecen agregados en la tabla 7.5.

Y TW_i es la cantidad total de residuos no peligrosos que la actividad i ha generado como consecuencia de llevar a cabo su propio proceso productivo.

Por tanto, para cada rama de actividad i , se obtienen dieciséis valores w_i , que se corresponden con cada uno de los dieciséis vectores b_i de residuos no peligrosos.

En la tabla 7.8 se muestran los resultados w_i obtenidos. En general, los porcentajes son bastantes bajos, lo que muestra la baja generación de residuos no peligrosos de cada actividad por formar parte de la cadena de suministros de la industria papelera.

La única excepción es la propia *industria del papel* (sector 8) que tiene valores superiores al 100,0%. Como ya se ha comentado, se debe a que todos los residuos no peligrosos correspondientes a esta industria han sido generados por llevar a cabo su producción (100,0%), y la diferencia entre cada valor w_i y ese 100,0% se corresponde con los residuos no peligrosos que han sido producidos por su propio efecto multiplicador.

Resulta necesario considerar que según ASPAPEL (2009, pág. 17), el *“importante volumen de residuos sólidos no peligrosos que se genera en los procesos de fabricación de celulosa y papel está en su mayor parte asociado a los procesos de reciclado del papel, ya que más del 80% de la materia prima que utiliza la industria papelera española es papel usado”*. Por un lado, muchos de los residuos no peligrosos generados por las industrias papeleras *“tienen su origen en una insuficiente separación de éstos (grapas, plásticos, cinta adhesiva, etc.) en la cadena de reciclaje del papel, desde los consumidores hasta su entrega final a la fábrica papelera”* (ASPAPEL, 2009, pág. 21). Por otro lado, dentro de los residuos no peligrosos que la industria papelera genera durante su proceso productivo se encuentran: residuos de corteza y madera; lodos de lejías verdes procedentes de la recuperación de lejías de cocción; lodos de destintado procedentes del reciclado del papel; desechos, separados mecánicamente, de pasta elaborada a partir de residuos de papel y cartón; residuos procedentes de la clasificación de papel y cartón destintados al reciclado; residuos de lodos calizos; desechos de fibras y lodos de fibras, de materiales de carga y de estucado obtenidos por separación mecánica; lodos del tratamiento in situ de efluentes distintos de los especificados en la categoría anterior; y residuos no especificados en otra categoría (ASPAPEL 2009; EPA 2002). De acuerdo con ASPAPEL (2009) y CEPI (2011; 2012), todos estos residuos son gestionados adecuadamente para evitar impactos negativos en el medioambiente o en la salud humana (véase capítulo 4).

Tabla 7.8. Residuos no peligrosos generados por el efecto multiplicador de la industria papelera respecto al total de residuos no peligrosos generados por rama de actividad. Total de suministradores. (Porcentaje).

Sector	01. Residuos de componentes químicos	02. Residuos de preparados químicos	03. Otros residuos químicos	05. Residuos sanitarios y biológicos	06. Residuos metálicos	07. Residuos no metálicos (excepto 07.2 y 07.5)	07.2 Residuos de papel y cartón	07.5 Residuos de madera	08. Equipos desechados	09. Residuos animales	09.2 Residuos vegetales	10. Residuos mezclados	11. Lodos comunes	12. Residuos minerales	13. Residuos sólidos, estabilizados o vitrificados Otro tipo de residuos	Media
1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2		0,2
2	27,1	26,5	27,7	26,6	26,5	26,5	26,6	26,5	26,7	26,5	26,5	26,5	26,5	26,5		26,5
3		0,1			0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1		0,1	0,1	0,1		0,1
4		0,9	0,8	1,0	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8		0,8	0,8	0,8		0,8
5	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3		0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
6	1,5	1,6	1,5		1,5	1,5	1,5	1,5	1,4	1,5		1,5		1,5		1,5
7	4,7	4,6	4,5	4,6	4,5	4,5	4,5	4,5	0,0	4,5		4,5	4,6	4,5		4,5
8*	104,6	104,8	104,7	88,7	104,7	104,7	104,7	104,7	102,5	104,8		104,7	104,7	104,7	86,1	104,7
9	1,7	1,7	1,7	1,6	1,7	1,7	1,7	1,7	1,8	1,7		1,7	1,7	1,7	1,7	1,7
10	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5		0,5	0,5	0,5		0,5
11	4,2	3,0	3,0	3,9	3,0	3,0	3,0	3,0	4,5	0,0		3,0	3,0	3,0		3,0
12		0,0	0,5	0,0	0,5	0,5	0,4	0,4	0,0			0,5	0,8	0,5		0,5
13		0,0	2,1	0,0	2,1	2,1	2,0	2,0	0,0			2,1	3,6	2,1		2,1
14		0,0	3,6	0,0	3,6	3,6	3,4	3,4	0,0			3,6	6,2	3,6		3,6
15																
16		0,2		0,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2		0,2		0,2	0,2	0,2
17		0,9		0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9		0,9		0,9	0,9	0,9
18		0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0		0,0	0,0	0,0
19		0,5		0,0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5		0,5		0,5	0,5	0,5
20		1,6		2,5	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6		1,6		1,6	1,6	1,6
21		1,6		1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5		1,5		1,5	1,5	1,5
22																
23																
24		0,2		0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2		0,2		0,2	0,2	0,2
25		1,1		1,4	1,1	1,0	1,1	1,1	1,1	1,1		1,0		1,1	1,1	1,1
26																
27		0,1		0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1		0,1		0,1	0,1	0,1
28		0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0		0,0	0,0	0,0
29		0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0		0,0	0,0	0,0
30		0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0		0,0	0,0	0,0

Fuente: Elaboración propia a partir del INE (2010b; 2009a; 2009b; 2009c; 2009d).

Nota: Las celdas vacías muestran que estas actividades no han generado residuos no peligrosos de esa categoría. Valores con valor 0,0, indican que aunque se han producido residuos no peligrosos, esa cantidad es prácticamente irrelevante.

(*) Nótese que el sector 8, que se corresponde con la industria papelera, tiene un valor superior al 100%. Esto se debe a que en el caso de la industria papelera se han incluido tanto los residuos no peligrosos generados por su propia actividad como por su efecto multiplicador. Por tanto, los residuos que generó por

producir respecto al total de residuos que produjo en 2005 suponen el 100%. De este modo, en la categoría “*residuos de componentes químicos*”, el sector 8 tiene 104,6%, de los que el 100% se debe al total de residuos que esta industria generó en 2005 por llevar a cabo su propia producción, y el 4,6% restante, se debe al efecto multiplicador.

Otra excepción es la *selvicultura y explotación forestal* (sector 2), que muestra altos porcentajes comparados con el resto de actividades. En este caso, del total de residuos no peligrosos generados por esta actividad (839.823,9 toneladas), una media del 26,5% son residuos generados por proveer a la industria papelera (222.875,4 toneladas). Esto se debe a que esta actividad es una de las grandes proveedoras de la industria del papel, por tanto, muchos de sus residuos no peligrosos han sido generados por participar en la cadena de suministros para la fabricación del papel.

Finalmente, la última excepción se encuentra en la *industria de la madera y del corcho* (sector 7), de la que el 4,5% de sus residuos no peligrosos han sido generados por suministrar a la industria papelera. En efecto, esta industria también es una importante proveedora del sector papelero.

En cuanto al resto de actividades económicas, ninguna genera más del 4,0% de sus residuos no peligrosos por formar parte de la cadena de suministros de la industria del papel.

7.2.1.3. Generación de residuos peligrosos.

Tanto en la Directiva 2008/98/CE como en la Ley 22/2011 de residuos, se consideran residuos peligrosos aquéllos que resultan explosivos, oxidantes, fácilmente inflamables o inflamables, irritantes, nocivos, tóxicos, cancerígenos, corrosivos, infecciosos, tóxicos para la reproducción, mutagénicos, que emiten gases tóxicos o muy tóxicos al entrar en contacto con ciertos medios, sensibilizantes, ecotóxicos, o susceptibles (después de su eliminación) de dar lugar a otra sustancia por un medio cualquiera.

Las distintas encuestas de generación de residuos elaboradas por el INE ponen de manifiesto que durante 2005 se generaron en España 3,0 millones de toneladas de residuos peligrosos. Si se desglosan por categorías (véase figura 7.12) se observa que en 2005 la mayoría eran *residuos de componentes químicos* (categoría 01) con un total de 903.658,8 toneladas, de las que 735.092,0 toneladas fueron generadas por el sector secundario, seguido del sector terciario (152.280,0 toneladas) y el sector primario (16.286,8 toneladas).

En segundo lugar se encuentran *otros residuos químicos* (categoría 03) con un total de 808.522,4 toneladas, de las que 615.094,0 fueron emitidas por el sector secundario; 187.145,0 toneladas por el sector terciario; y 6.283,4 toneladas por el sector primario. Los *residuos minerales* (categoría 12) se constituyen como la tercera categoría de residuos peligrosos más generada durante 2005, con un total de 493.572,6 toneladas de las que prácticamente su totalidad fueron producidas por el sector secundario (493.170,0 toneladas).

Además la figura 7.12 indica que la gran mayoría de residuos peligrosos fueron producidos por el sector secundario, a excepción de los *equipos desechados* (categoría 08) y *otro tipo de residuos*, donde el sector terciario fue el mayor productor. Por su parte, el sector primario, fue el menor generador de residuos peligrosos durante el año 2005. De hecho, a excepción de los *residuos de componentes químicos* (categoría 01); los *residuos de preparados químicos* (categoría 02); *otros residuos químicos* (categoría 03); y los *residuos sanitarios y biológicos* (categoría 05), el sector primario no superó las 600 toneladas de residuos peligrosos generados en ninguna de las categorías de residuos indicadas.

Asimismo se muestra que los *residuos de papel y cartón* (categoría 07.2) así como *residuos animales* (categoría 09) y *residuos vegetales* (categoría 09.2), no contienen residuos peligrosos.

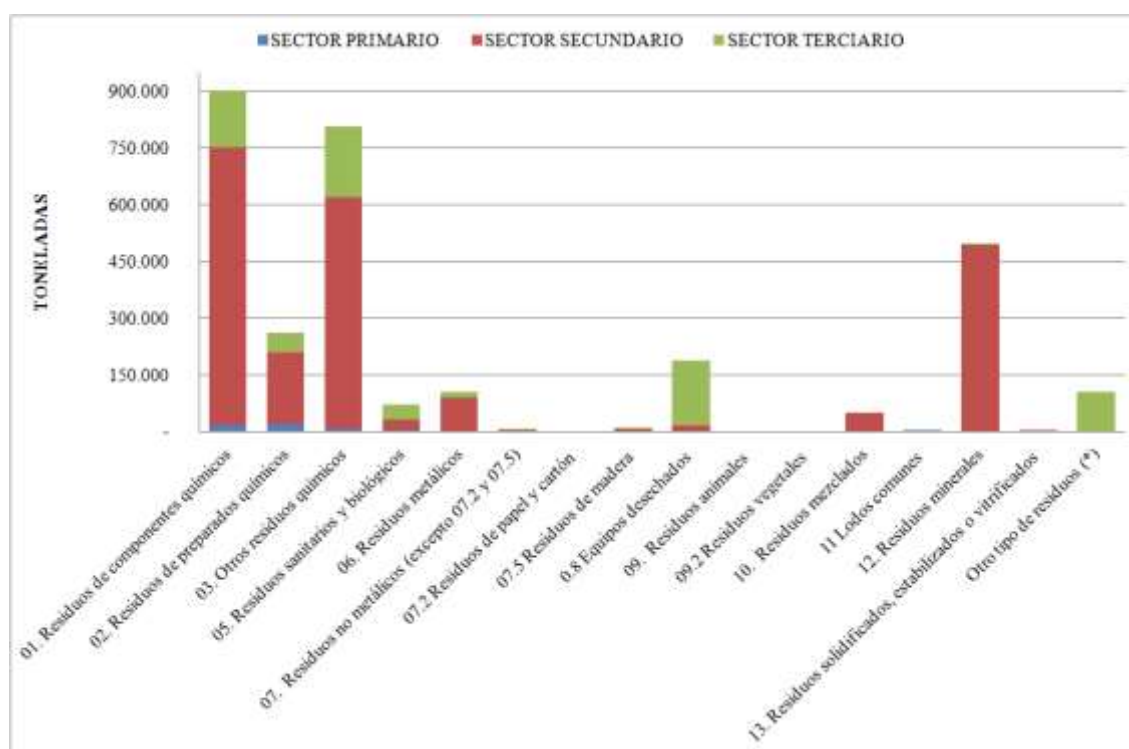


Figura 7.12. Residuos peligrosos generados en España durante 2005 por categorías de residuos. Fuente: Elaboración propia a partir del INE (2010b; 2009b; 2009c; 2009d).

(*) *Otro tipo de residuos* no aparece en las categorías del Código CER-Stat Rev. 4, pero sí aparece como una categoría adicional en la *Encuesta sobre generación de residuos en el sector servicios 2005* (INE, 2009b).

Si se analiza la cantidad de residuos peligrosos generados por actividad económica en 2005 (véase figura 7.13), el 52,6% del total se produjo en el conjunto de la *industria manufacturera (excepto industria textil, industria de la madera y del corcho, industria del papel, industria química, maquinaria y equipo mecánico y reciclaje)* (sector 5). A ella le siguen la *industria química* (sector 9) (16,7% del total) y el *comercio; reparación de vehículos de motor, motocicletas y ciclomotores y artículos personales y de uso doméstico excepto comercio al por mayor e intermediarios* (sector 16) (10,2%). El resto de actividades contribuyeron al total de residuos peligrosos generados en España con menos del 5,0% cada una de ellas.

Dentro del sector primario, el mayor generador de residuos peligrosos fue la *agricultura, ganadería y caza (excepto selvicultura y explotación forestal)* (sector 1), que produjo el 1,3% de los residuos peligrosos de España durante 2005. Le sigue la *selvicultura y explotación forestal* (sector 2) y la *pesca* (sector 3) ambas con un 0,1%.

En cuanto al sector terciario, a excepción del *comercio; reparación de vehículos de motor, motocicletas y ciclomotores y artículos personales y de uso doméstico excepto*

comercio al por mayor e intermediarios (sector 16), que generó el 10,2% de los residuos peligrosos; el transporte terrestre y por tubería (sector 20), que produjo un 4,9%; y el comercio al por menor e intermediarios (sector 17) que generó un 3,5%; el resto de actividades no superó el 2,0%.

En el caso del sector secundario, las actividades que menos residuos peligrosos generaron en 2005 fueron la producción y distribución de energía eléctrica (sector 13) (1,1%); la industria de la madera y el corcho (sector 7) (0,4%); la industria del papel (sector 8) (0,4%); la producción y distribución de gas (sector 14) (0,3%); la industria extractiva (sector 4) (0,2%); la industria textil (sector 6) (0,2%); las actividades de captación y distribución de agua (sector 12) (0,2%); y las de reciclaje (sector 11) (0,1%).

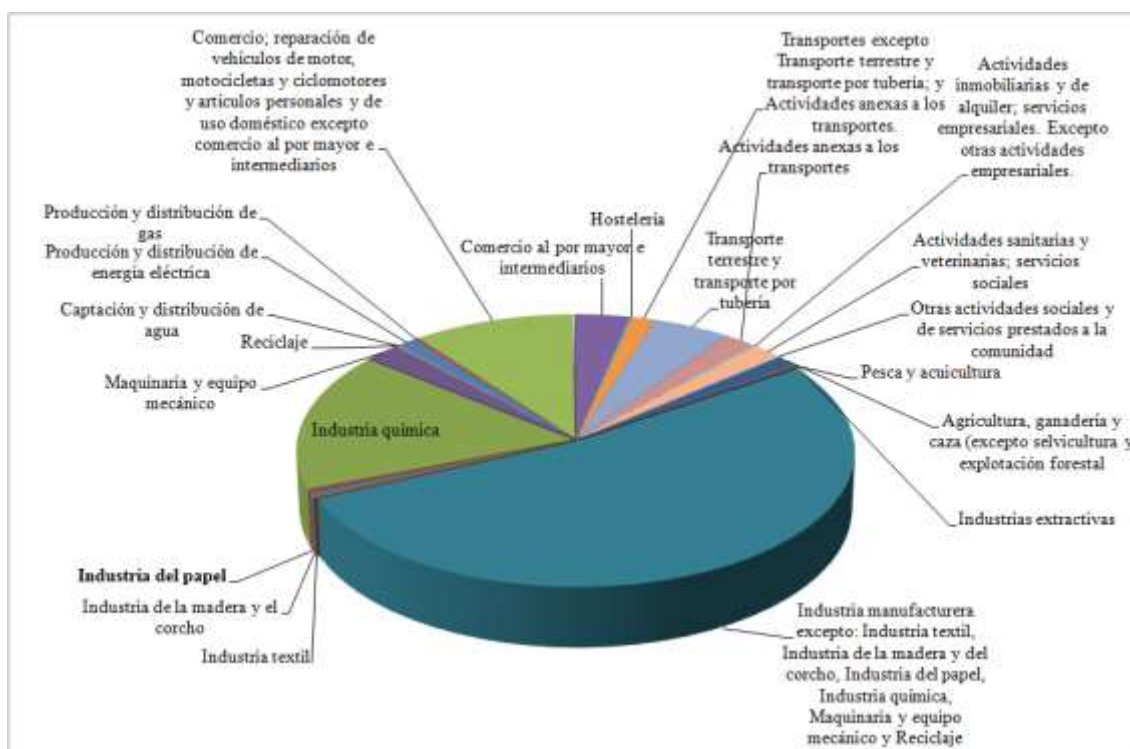


Figura 7.13. Residuos peligrosos generados en España durante 2005 por actividades. Fuente: Elaboración propia a partir del INE (2010b; 2009b; 2009c; 2009d).

Estos datos demuestran que la industria papelera es una de las industrias que menos residuos peligrosos generó durante 2005. La figura 7.14 desglosa la tipología de residuos peligrosos producidos por esta actividad, donde se pone de manifiesto que la mayoría de ellos, un 93,5% tenían un origen químico. El 6,5% restante se corresponde con los residuos minerales (3,0%); residuos metálicos (1,7%); equipos desechados y residuos mezclados (0,6%); residuos de madera (0,5%); y residuos no metálicos (excepto residuos de madera y residuos de papel y cartón) (0,1%).

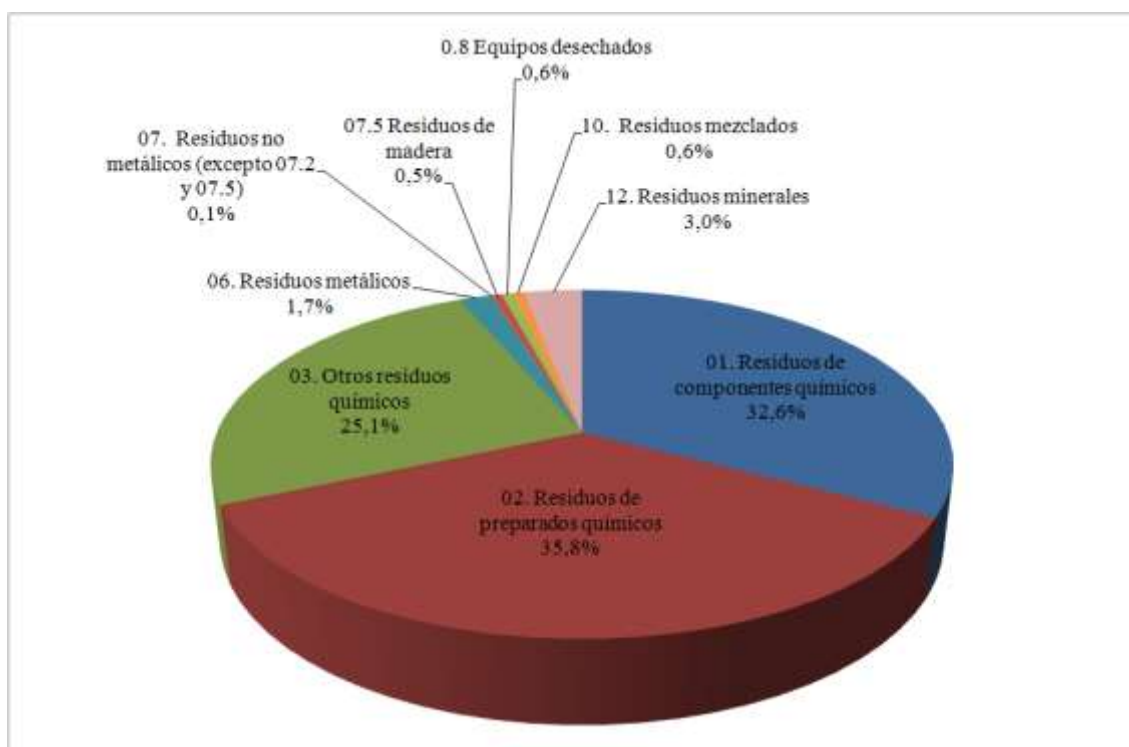


Figura 7.14. Residuos peligrosos generados por la industria papelera española en 2005. Fuente: Elaboración propia a partir del INE (2010b; 2009b; 2009c; 2009d).

Una vez conocido el volumen de residuos peligrosos generados por la industria papelera se va a analizar la cantidad producida por toda su cadena de suministros.

Al igual que en los casos anteriores, el efecto multiplicador ejercido por la industria papelera sobre el resto de actividades es el mismo (tabla 7.3). La única diferencia es que en este caso se van a emplear las distintas matrices R_i que aparecen en el Anexo 5.

Las tablas 7.9, 7.10 y 7.11 muestran los resultados obtenidos para los suministradores totales, directos e indirectos tras aplicar las ecuaciones (9), (10) y (11) respectivamente. Durante 2005, se generaron 31.563,5 toneladas de residuos peligrosos como consecuencia de dicho efecto. De ellas, 28.496,8 toneladas se correspondieron con la generación de residuos de los suministradores directos de la industria papelera y 3.066,6 toneladas con los suministradores indirectos. Asimismo, los residuos peligrosos más generados por todos los suministradores fueron el conjunto de los residuos químicos: *otros residuos químicos* (11.152,1 toneladas), *residuos de componentes químicos* (8.808,2 toneladas) y *residuos de preparados químicos* (6.772,2 toneladas). También hay que destacar los *residuos minerales* con 1.892,2 toneladas. El resto de residuos peligrosos generados en toda la cadena de suministro no superó individualmente las 1.000,0 toneladas para 2005.

Tabla 7.9. Residuos peligrosos generados como consecuencia del efecto multiplicador que la industria papelera ejerce sobre los suministradores totales. (Toneladas).

Residuos	Total	Residuos	Total
01. Residuos de componentes químicos	8.808,2	08. Equipos desechados	685,7
02. Residuos de preparados químicos	6.772,2	09. Residuos animales	-
03. Otros residuos químicos	11.152,1	09.2 Residuos vegetales	-
05. Residuos sanitarios and biológicos	127,4	10. Residuos mezclados	284,4
06. Residuos metálicos	561,5	11 Lodos comunes	0,5
07. Residuos no metálicos (excepto 07.2 and 07.5)	38,3	12. Residuos minerales	1.892,2
07.2 Residuos de papel and cartón	-	13. Residuos solidificados, estabilizados o vitrificados	42,1
07.5 Residuos de madera	270,9	Otro tipo de residuos	927,9
		Total	31.563,5

Fuente: Elaboración propia a partir del INE (2009a; 2009b; 2009c; 2009d; 2010b).

Tabla 7.10. Residuos peligrosos generados como consecuencia del efecto multiplicador que la industria papelera ejerce sobre los suministradores directos. (Toneladas).

Residuos	Total	Residuos	Total
01. Residuos de componentes químicos	7.966,9	08. Equipos desechados	572,4
02. Residuos de preparados químicos	6.525,3	09. Residuos animales	-
03. Otros residuos químicos	10.133,0	09.2 Residuos vegetales	-
05. Residuos sanitarios and biológicos	91,2	10. Residuos mezclados	235,9
06. Residuos metálicos	463,4	11 Lodos comunes	0,5
07. Residuos no metálicos (excepto 07.2 and 07.5)	34,4	12. Residuos minerales	1.407,0
07.2 Residuos de papel and cartón	-	13. Residuos solidificados, estabilizados o vitrificados	38,7
07.5 Residuos de madera	254,2	Otro tipo de residuos	774,0
		Total	28.496,8

Fuente: Elaboración propia a partir del INE (2009a; 2009b; 2009c; 2009d; 2010b).

Tabla 7.11. Residuos peligrosos generados como consecuencia del efecto multiplicador que la industria papelera ejerce sobre los suministradores indirectos. (Toneladas).

Residuos	Total	Residuos	Total
01. Residuos de componentes químicos	841,3	08. Equipos desechados	113,3
02. Residuos de preparados químicos	246,9	09. Residuos animales	-
03. Otros residuos químicos	1.019,1	09.2 Residuos vegetales	-
05. Residuos sanitarios and biológicos	36,2	10. Residuos mezclados	48,6
06. Residuos metálicos	98,1	11 Lodos comunes	0,1
07. Residuos no metálicos (excepto 07.2 and 07.5)	4,0	12. Residuos minerales	485,2
07.2 Residuos de papel and cartón	-	13. Residuos solidificados, estabilizados o vitrificados	3,4
07.5 Residuos de madera	16,7	Otro tipo de residuos	153,9
		Total	3.066,6

Fuente: Elaboración propia a partir del INE (2009a; 2009b; 2009c; 2009d; 2010b).

La figura 7.15 indica, en términos absolutos, que la rama de actividad que más residuos peligrosos ha generado ha sido la *industria del papel* (sector 8) con 11.635,3 toneladas. Esta elevada cantidad se debe a los mismos motivos comentados anteriormente, es decir, se han incluido los residuos generados durante el proceso productivo de 2005 (11.101,2 toneladas), y los residuos generados por su propio efecto multiplicador (534, 1 toneladas). En segundo lugar se encuentra la *industria química* (sector 9), que en su conjunto ha generado 8.248,1 toneladas. A ella le sigue la *industria manufacturera (excepto la industria textil, la industria de la madera y del corcho, la industria del papel, la industria química, maquinaria y equipo mecánico y reciclaje)* que ha generado 4.074,3 toneladas; y el *transporte terrestre y por tubería* (sector 20), con un total de 2.266,9 toneladas de residuos peligrosos.

En cuanto a los suministradores directos, la *industria del papel* (sector 8), produjo 11.615,0 toneladas (513,8 toneladas generadas por el efecto multiplicador). Por su parte, la *industria química* (sector 9) generó 7.873,1 toneladas; el conjunto de la *industria manufacturera (excepto: industria textil, industria de la madera y del corcho, industria del papel, industria química, maquinaria y equipo mecánico y reciclaje)* (sector 5), con 2.562,7 toneladas; y el *transporte terrestre y transporte por tubería* (sector 20), con 1.937,8 toneladas. Ninguna otra actividad ha superado las 870,1 toneladas de residuos peligrosos, como consecuencia del efecto multiplicador que ejerce la industria papelera sobre ellas.

Respecto a los suministradores indirectos, los mayores generadores de residuos peligrosos han sido *industria manufacturera (excepto: industria textil, industria de la madera y del corcho, industria del papel, industria química, maquinaria y equipo mecánico y reciclaje)* (sector 5), con 1.511,6 toneladas; la *industria química* (sector 9), con 374,9 toneladas; el *transporte terrestre y transporte por tubería* (sector 20) y las *actividades anexas a los transportes* (sector 21) con 329,1 y 221,9 toneladas respectivamente; el *comercio; reparación de vehículos de motor, motocicletas y ciclomotores y artículos personales y de uso doméstico excepto comercio al por mayor e intermediarios* (sector 16) con 135,3 toneladas; y finalmente, el *comercio al por mayor e intermediarios* (sector 17) con 101,3 toneladas de residuos peligrosos. En este caso, la *industria papelera* (sector 8) ha generado 20,3 toneladas como suministradora indirecta.

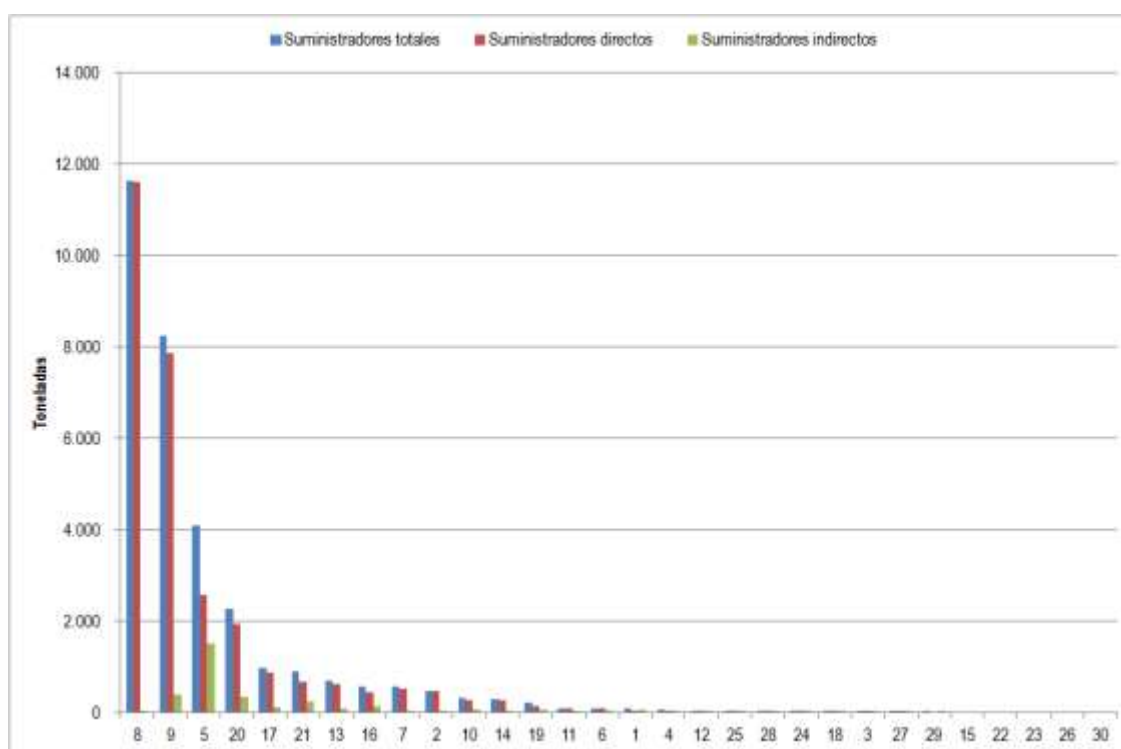


Figura 7.15. Generación de residuos peligrosos por rama de actividad. Fuente: Elaboración propia a partir del INE (2010b; 2009a; 2009b; 2009c; 2009d).

Al igual que en el caso de los residuos no peligrosos se va a calcular el indicador w_i que muestra la tipología y porcentaje de residuos peligrosos que cada actividad ha producido por suministrar a la industria papelera española en 2005. La tabla 7.12 muestra que los porcentajes no son elevados, lo que indica la baja generación de residuos peligrosos por parte de cada actividad por formar parte de la cadena de suministros de la

manufactura del papel. La única excepción es la propia *industria del papel* (sector 8) que tiene valores superiores al 100,0%, debido a los motivos comentados anteriormente.

Al igual que en el apartado anterior, la *selvicultura y explotación forestal* (sector 2) muestra altos porcentajes comparados con el resto de actividades. En este caso, del total de residuos peligrosos generados por esta actividad (1.760,2 toneladas), una media del 26,5% (lo que equivale a 466,6 toneladas) son generados por proveer a la industria papelera. De hecho, de esas 466,6 toneladas, el 26,0% es generado por suministradores directos, lo que pone de manifiesto la relación entre ambas actividades.

Finalmente, la última excepción se encuentra en la *industria de la madera y del corcho* (sector 7), de la que el 4,5% de sus residuos peligrosos han sido generados por suministrar a la industria papelera.

En cuanto al resto de actividades económicas, ninguna genera más del 4,0% de sus residuos peligrosos por formar parte de la cadena de suministros de la manufactura del papel.

Tabla 7.12. Residuos peligrosos generados por el efecto multiplicador de la industria papelera respecto al total de residuos peligrosos generados por rama de actividad. Total de suministradores. (Porcentaje).

Sector	01. Residuos de componentes químicos	02. Residuos de preparados químicos	03. Otros residuos químicos	05. Residuos sanitarios y biológicos	06. Residuos metálicos	07. Residuos no metálicos (excepto 07.2 y 07.5)	07.5 Residuos de madera	08. Equipos desechados	10. Residuos mezclados	11. Lodos comunes	12. Residuos minerales	13. Residuos sólidos, estabilizados o vitrificados	Otro tipo de residuos	Media
1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,0	0,3	0,0	0,2	0,0	0,3	0,2			0,2
2	26,5	26,6	26,5	26,3	0,0	39,0	0,0	27,7	0,0	42,9	25,5			26,5
3	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0		0,1						0,1
4	0,8	0,8	0,8	0,0	0,8	0,8		0,8	0,7		0,8			0,8
5	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3		0,3	0,3		0,3
6	1,5	1,5	1,5	0,0	1,5	2,8	1,5	1,5	1,5		1,4			1,5
7	4,5	4,6	4,5	0,0	4,6	3,9	4,5	4,8	5,3		4,6	0,0		4,5
8*	104,7	104,6	104,6	0,0	107,7	143,6	110,8	109,0	106,4		104,8			104,8
9	1,7	1,7	1,7	1,6	1,7	1,5	1,5	1,6	1,7		1,7	1,7		1,7
10	0,5	0,5	0,5	0,0	0,5	0,6	0,0	0,5	0,7		0,5	0,5		0,5
11	3,0	3,0	3,0	0,0	3,0	2,9	3,1	3,1	2,9		3,5	0,0		3,0
12	0,5	0,5	0,5		0,4	0,5	0,0	0,5	0,0		0,5			0,5
13	2,1	2,1	2,1		1,7	2,0	0,0	2,1	0,0		2,1			2,1
14	3,6	3,7	3,6		2,9	3,5	0,0	3,7	0,0		3,6			3,6
15														
16	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,0	0,2					0,2	0,2
17	0,9	0,9	0,9	1,1	1,1	0,9	0,9	0,9			0,0		0,9	0,9
18	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1		0,0	0,0					0,0	0,0
19	0,5	0,5	0,5	0,0	0,5			0,5					0,5	0,5
20	1,6	1,6	1,6	0,0	1,5			1,6					1,6	1,6
21	1,5	1,5	1,5	2,6	1,5			1,5					1,5	1,5
22														
23														
24	0,2	0,2	0,2	0,3	0,0			0,2			0,0		0,2	0,2
25	1,2	0,9	0,8	1,5	0,0			0,8			0,0		1,1	1,0
26														
27	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1		0,1			0,0		0,1	0,1
28	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			0,0					0,0	0,0
29	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0					0,0	0,0
30	0,0	0,0		0,0				0,0					0,0	0,0

Fuente: Elaboración propia a partir del INE (2010b; 2009a; 2009b; 2009c; 2009d).

Nota: Las celdas vacías muestran que estas actividades no han generado residuos peligrosos de esa categoría. Asimismo, no aparecen las categorías 07.2 *Residuos de papel*, 0.9 *Residuos animales* y 09.2 *Residuos vegetales*, por no ser residuos peligrosos. Valores con valor 0,0, indican que aunque se han producido residuos no peligrosos, esa cantidad es prácticamente irrelevante.

(*) Nótese que el sector 8, que se corresponde con la industria papelera, tiene un valor superior al 100%. Esto se debe a que en el caso de la industria papelera se han incluido tanto los residuos peligrosos generados por su propia actividad como por su efecto multiplicador. Por tanto, los residuos que generó por producir respecto al total de residuos que generó en 2005 suponen el 100%. De este modo, en la categoría “*residuos de componentes químicos*”, el sector 8 tiene 104,7%, de los que el 100% se debe al total de residuos que esta industria generó en 2005 por llevar a cabo su propia producción, y el 4,7% restante, se debe al efecto multiplicador.

7.2.2. Aplicación del modelo ACV-IO para analizar el empleo generado por el proceso productivo del papel y cartón.

En este apartado se aplica el modelo ACV-IO para explicar cuál es el empleo asociado a ese efecto multiplicador (tabla 7.3) que ejerce la industria papelera española en 2005 sobre su cadena de suministros. De esta manera, se pone de manifiesto la importancia de esta actividad en la generación de empleo, y el carácter multidisciplinar de la herramienta ACV-IO.

En este caso, y a diferencia de la aplicación de este modelo para explicar los impactos ambientales, sólo se necesita la tabla simétrica input-output del año 2005, debido a que muestra datos de empleo para las distintas ramas de actividad.

Como ya se ha comentado, en este estudio se ha utilizado el total de *puestos de trabajo equivalentes a tiempo completo* que muestra la tabla simétrica input-output, que se define como el “*número total de horas trabajadas dividido entre la media anual de horas trabajadas en puestos de trabajo a tiempo completo*” (Reglamento (CE) nº 2223/96, de 25/06/1996, L 310/0386). De esta manera, se puede calcular la equivalencia de puestos de trabajo de jornada a tiempo parcial a puestos de trabajo de jornada a tiempo completo.

La figura 7.16 muestra los puestos de trabajo equivalentes a tiempo completo de cada actividad económica española durante 2005. Como se observa, la *industria papelera* (sector 8), por sí misma no es una gran generadora de empleo, ya que en 2005, sólo tenía 53,4 mil puestos de trabajo a equivalentes a tiempo completo, pero ¿y si se tiene en cuenta el efecto multiplicador que ejerció su producción durante ese año?

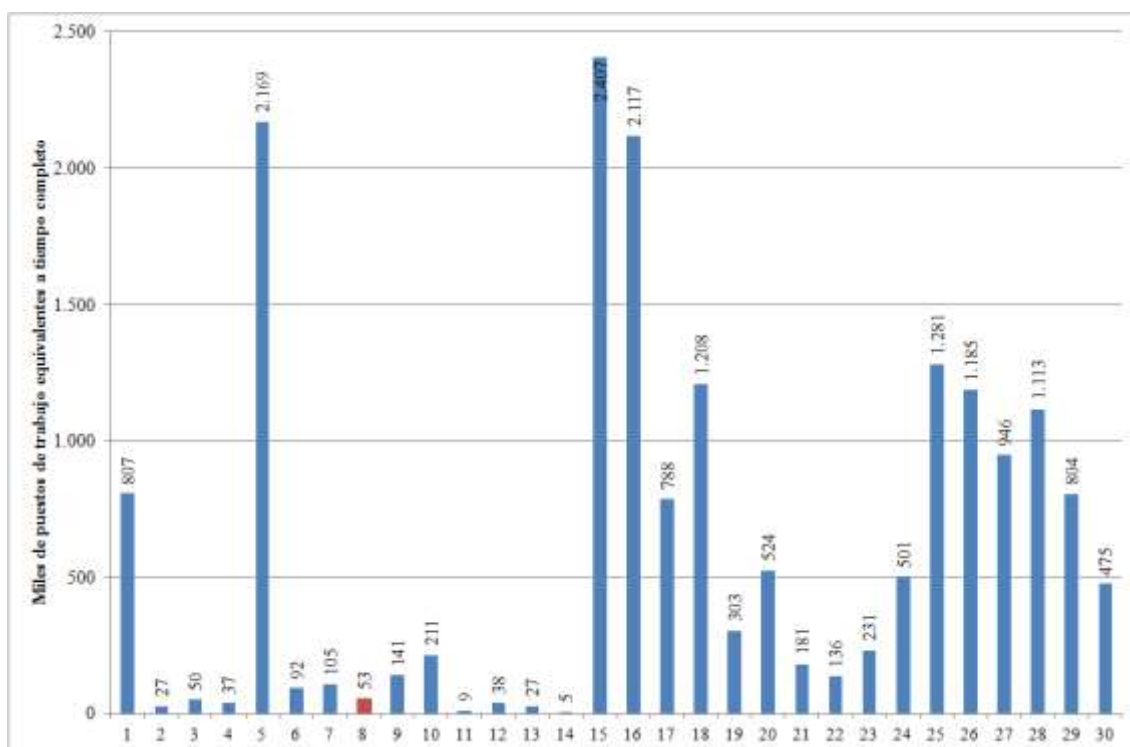


Figura 7.16. Miles de puestos de trabajo equivalentes a tiempo completo por tipo de actividad. Fuente: Elaboración propia a partir del INE (2009a).

En este caso, la única variación con respecto a la aplicación del modelo ACV-IO llevada a cabo anteriormente, es que en este caso, R_i representa el total de puestos de trabajo equivalentes a tiempo completo por millón de euros de producción para cada etapa, mientras que en el modelo original, R_i representaba el impacto ambiental por cada euro de producción en cada eslabón de la cadena de suministro (véase Anexo 6).

La tabla 7.12 muestra los resultados obtenidos tras aplicar el ACV-IO, donde se observa que el efecto multiplicador que ejerció la industria papelera sobre el resto de la economía generó un total de 125.323 puestos de trabajo equivalentes, de los que 112.795 se generaron en las ramas de actividad que abastecen directamente a la industria papelera y 12.528 se generaron en el conjunto de suministradores indirectos.

Tabla 7.13. Empleo asociado al efecto multiplicador de la industria papelera, 2005. (Puestos de trabajo equivalentes a tiempo completo).

Sector	Sum. Totales	Sum. Directos	Sum. Indirectos	Sector	Sum. Totales	Sum. Directos	Sum. Indirectos
1	1.524	524	1.000	16	3.924	2.987	937
2	7.272	7.133	138	17	7.410	6.638	772
3	26	6	20	18	520	357	164
4	303	225	77	19	1.395	1.005	390
5	5.600	3.523	2.078	20	8.145	6.963	1.183
6	1.386	1.243	143	21	2.748	2.065	683
7	4.792	4.436	356	22	402	268	134
8	55.927	55.829	97	23	1.286	985	301
9	2.327	2.221	106	24	1.148	814	333
10	1.032	840	192	25	13.516	11.588	1.928
11	275	257	19	26	-	-	-
12	177	136	41	27	554	448	106
13	563	496	67	28	270	163	107
14	191	171	20	29	1	0	1
15	2.611	1.477	1.134	30	-	-	-
				Total	125.323	112.795	12.528

Fuente: Elaboración propia a partir del INE (2009a).

Para el conjunto de suministradores, los sectores más favorecidos son los servicios, seguidos del sector secundario y en última instancia el sector primario. Por ramas de actividad, la propia *industria del papel* (sector 8) ha obtenido 55.927 puestos de trabajo equivalentes a tiempo completo. Al igual que en los casos anteriores, en éste, se incluye el empleo asociado a su propio efecto multiplicador (2.527 puestos de trabajo equivalentes a tiempo completo), además del empleo que la industria papelera tenía en 2005. Por su parte, *otras actividades empresariales* (sector 25), han obtenido 13.516 puestos de trabajo; el *transporte terrestre* (sector 20), 8.145; el *comercio al por mayor e intermediarios* (sector 17), 7.410; la *selvicultura y explotación forestal* (sector 2), 7.272 empleos; y el conjunto de la *industria manufacturera excepto: industria textil, industria de la madera y el corcho, industria del papel, industria química, maquinaria y equipo mecánico y reciclaje* (sector 5), un total de 5.600 puestos de trabajo equivalentes.

En el caso de los suministradores directos, destaca la propia industria papelera (sector 8). En segundo lugar se encuentran *otras actividades empresariales* (sector 25), con 11.588 puestos de trabajo equivalentes; le sigue la *selvicultura y explotación forestal* (sector 2), con 7.133; así como el *transporte terrestre* (sector 20) y el *comercio al por mayor e intermediarios* (sector 17), con 6.963 y 6.638 puestos de trabajo equivalentes

cada una de ellas. La *industria de la madera y del corcho* (sector 7), cuenta con 4.436 puestos de trabajo equivalentes; y el conjunto de la *industria manufacturera excepto: industria textil, industria de la madera y el corcho, industria del papel, industria química, maquinaria y equipo mecánico y reciclaje* (sector 5), con 3.523 puestos de trabajo equivalentes).

Para los suministradores indirectos, las actividades que más puestos de trabajo equivalentes tienen como consecuencia del efecto multiplicador de la industria papelera han sido la *industria manufacturera excepto: industria textil, industria de la madera y el corcho, industria del papel, industria química, maquinaria y equipo mecánico y reciclaje* (sector 5), así como *otras actividades empresariales* (sector 25), con 2.078 y 1.928 puestos de trabajo equivalentes respectivamente. Le siguen el *transporte terrestre* (sector 20), el sector de la *construcción* (sector 15), y la *agricultura, ganadería y pesca excepto selvicultura y explotación forestal* (sector 1), con 1.183, 1.134 y 1.000 puestos de trabajo equivalentes cada una de ellas.

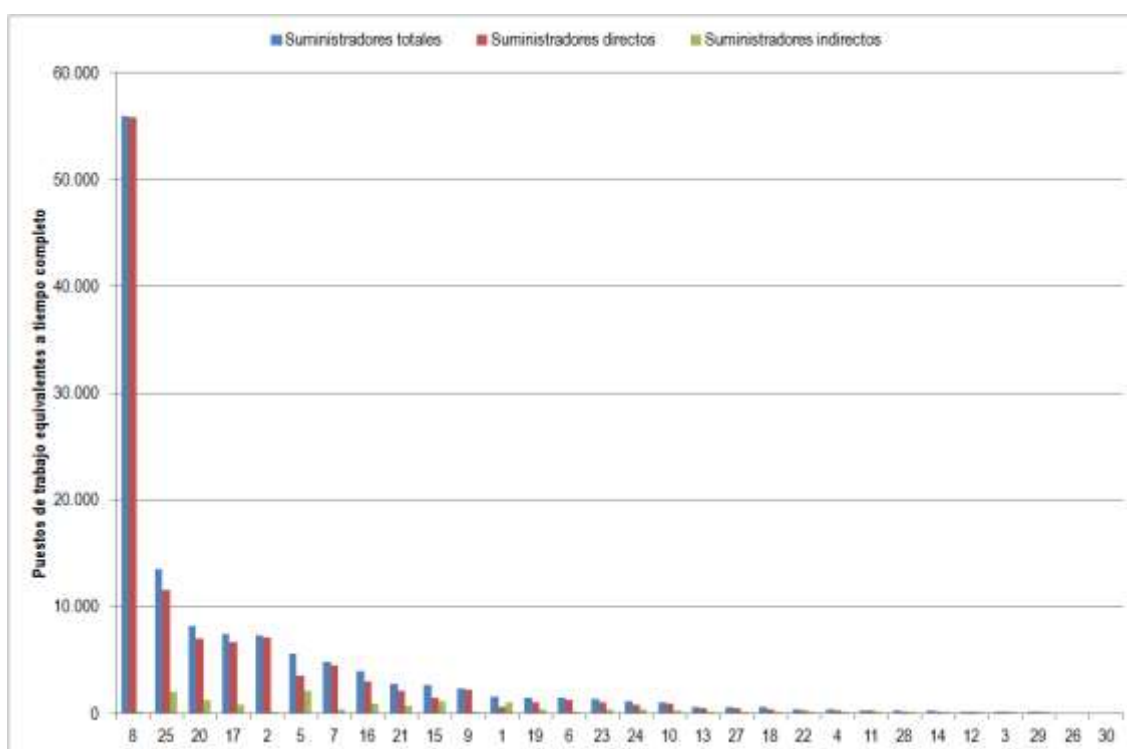


Figura 7.17. Generación de puestos de trabajo equivalentes a tiempo completo por rama de actividad como consecuencia del efecto multiplicador ejercido por la industria papelera. Fuente: Elaboración propia a partir del INE (2009a).

CONCLUSIONES Y REFLEXIÓN FINAL
CONCLUSIONS AND FINAL DISCUSSION

CONCLUSIONES Y REFLEXIÓN FINAL.

Para finalizar este trabajo se considera oportuno resaltar las principales conclusiones que se derivan de los capítulos precedentes. Asimismo, se pretende dar respuesta a las preguntas y a las hipótesis planteadas al principio de dicho trabajo.

Este documento comenzaba poniendo de manifiesto que el actual modelo de crecimiento es de carácter productivista y no ha considerado los daños acaecidos al medio ambiente ni el agotamiento de los recursos que ofrece la naturaleza. Ante este contexto es necesario llevar a cabo una transición en la que se sustituya progresivamente el tradicional concepto de crecimiento o como se ha definido en el primer capítulo, *crecimiento cuantitativo*, que resulta insostenible en el largo plazo, hacia un tipo de modelo que haga un uso menos intensivo de los recursos, y en el que los distintos sistemas productivos sean más respetuosos con el medio ambiente, es decir, un *desarrollo cualitativo*. Asimismo, es imprescindible producir más con menos, una idea que parece poco plausible, pero que algunos países lo han conseguido, y el ejemplo propuesto es Japón, donde a finales de la década de los noventa, este país tenía una producción real superior en un 81% a la producción real de 1973, y sin embargo, en ambas fechas consumía la misma cantidad de recursos (González et al., 1997). En tercer lugar también habría que reducir la explosión demográfica, especialmente en los países más desfavorecidos para evitar que las personas vivan en situación de pobreza. Y finalmente, se debería redistribuir a favor de la población pobre el exceso de los consumidores ricos, evitando el despilfarro de recursos, es decir, *“es necesario subir “el suelo” de los pobres y bajar “el techo” de los ricos, para dejar un espacio ecológico al crecimiento que necesitan las economías de los países menos adelantados”* (González et al., 1997, pág. 33). Estas propuestas constituyen los principios básicos para alcanzar un desarrollo equilibrado entre economía-sociedad-medio ambiente, o *desarrollo sostenible*, una propuesta sugerida en el Informe Brundtland en 1987.

A pesar de que esta alternativa es ambientalmente viable y los distintos organismos internacionales, así como muchos países abogan por esta transición, hay muchos intereses económicos y políticos que difuminan las posibilidades de instaurar a nivel global un modelo de desarrollo inspirado en estos principios. Afortunadamente, existen otras muchas razones económicas cada vez más convincentes, a favor de la incorporación de perspectivas ecológicas en nuestros sistemas productivos. De hecho, en los últimos años se ha venido desarrollando un nuevo sector de actividad, el sector del medio ambiente, en

el que se incluyen diversas actividades económicas que promueven la prevención y corrección de los impactos de las actividades humanas sobre el medio ambiente. Estas actividades han demostrado ser capaces de generar nuevos empleos o “*empleos verdes*” a pesar de las nefastas consecuencias que la crisis financiera y económica ha ejercido sobre el tejido productivo y sobre el mercado de trabajo europeo y español. Por lo que el sector del medio ambiente se presenta como un yacimiento de nuevas actividades generadoras de empleo, que pueden suponer un pequeño estímulo, especialmente para la maltrecha economía española del momento. No obstante, estos nuevos empleos siguen siendo relativamente poco representativos, tanto a nivel global como a nivel nacional (Ruiz y Camacho, 2011).

Ante esta situación de crisis ambiental, en el seno de la UE y por ende en España, se ha gestado una extensa normativa en materia de medio ambiente, que abarca desde la lucha por el cambio climático; el fomento del desarrollo sostenible; la contaminación atmosférica; la gestión de las aguas; la protección de la naturaleza y de la biodiversidad; la protección del suelo; etc. En materia de gestión de residuos, la legislación europea y española ha sido sometida a diversas modificaciones, ampliaciones y derogaciones, debido entre otras causas, a la no adecuación de la normativa vigente a la nueva situación socioeconómica; y al aumento de la variedad de residuos conocidos, como consecuencia del propio crecimiento económico.

En la actualidad, la Directiva 2008/98/CE se constituye como la Directiva Marco de Residuos que ha sido transpuesta en nuestro país a través de la Ley 22/2011 de residuos. La Directiva Marco de Residuos y por ende su homóloga española, incluyen importantes novedades como la jerarquía de operaciones ante los residuos, primando la prevención en la generación de residuos. Este principio ha de extenderse y consolidarse en todos los Estados miembros para intentar reducir el importante volumen de residuos y minimizar los impactos ambientales asociados principalmente a su eliminación sin una previa valorización.

Otra de las novedades que presenta esta normativa es la distinción entre subproducto y residuo. De esta manera, la consideración de aquellas sustancias u objetos, que se han obtenido a partir de un determinado proceso productivo cuya finalidad no era su obtención, está descartando sustancias que anteriormente eran consideradas residuos, por lo que a efectos cuantitativos, el volumen de desechos generado por la UE se verá reducido.

Además, otra de las novedades más interesantes es la aportación de la idea de “*end-of-waste*” o fin de la condición de residuo, con la que muchos de los residuos pueden dejar este estado y ser susceptibles para su utilización. La finalidad de este principio, es establecer una serie de criterios técnicos que determinen cuándo un residuo deja de serlo sin poner en peligro el medio ambiente o la salud humana, garantizando que la calidad del producto obtenido a partir de residuos es tal, que no tiene por qué desecharse y que su uso no es perjudicial. Estos criterios implican que el material obtenido tiene un valor intrínseco, algo que no tiene un residuo, por lo que eliminarlo supondría un coste. Sin embargo, debido a la diversidad de desechos y a sus distintas características estos criterios no se pueden aplicar a todos y a cada uno de ellos aunque sí son aplicables a los de papel y cartón (Delgado et al., 2009; Villanueva et al., 2010; Villanueva y Eder, 2011).

A su vez, la Directiva Marco de Residuos es complementada con normativa de carácter más específico, que hace referencia a determinados tipos de residuos, a su gestión y tratamiento, a su transporte, etc.

Toda esta normativa ha hecho que CEPI desarrolle una campaña titulada “*Basta!*”, en la que se hace eco de la excesiva legislación que afecta a la industria papelera europea. Según CEPI (2014a), el aumento de los procesos burocráticos tanto para iniciar una nueva actividad económica como para llevarla a cabo; los solapamientos y contradicciones existentes (por ejemplo el hecho de que los residuos de envases de papel y cartón se sometían tanto a la Directiva 94/62/CE relativa a los envases y residuos de envases, como a los criterios “*end-of-waste*”); y la incerteza legislativa que todo ello provoca, han hecho que la industria europea, incluida la papelera, estén perdiendo competitividad. De hecho CEPI afirma que en los últimos cinco años se han desarrollado 2.314 Regulaciones y Directivas no sólo de carácter medioambiental, que afectan a la industria europea. Esto unido al aumento de los precios del gas natural y de otros recursos energéticos, está promoviendo que muchas actividades opten por la deslocalización empresarial hacia países con una legislación medioambiental más permisiva, con menos costes y con reducidos trámites burocráticos, lo que supone un grave problema social, económico y ambiental.

Con esta campaña, CEPI pretende que se desarrolle una legislación adecuada, asequible y coherente, para que los fabricantes europeos puedan competir en igualdad de condiciones con el resto del mundo. En este sentido, Teresa Presas, Directora General de CEPI dijo “*la industria del papel quiere permanecer dentro de una Europa fuerte, dando ejemplo a nivel mundial. Sin embargo, la situación legislativa actual está conduciendo*

a la importación de desempleo y a la exportación de contaminación. Por ello, instamos a las autoridades a reconducir el camino de la competitividad. Decimos “Basta!” al impacto de las cargas legislativas excesivas en la industria” (CEPI, 2014a).

En efecto, la industria papelera europea y española es un ejemplo a seguir, ya que en ambos niveles territoriales se ha instaurado un sistema productivo que es capaz de desacoplar la relación entre el aumento de la producción y el impacto ambiental asociado a ella.

Como se ha desarrollado en el cuarto capítulo, la industria papelera española ha implantado sistemas de gestión y control del impacto medioambiental de la producción de celulosa y de papel, para minimizarlo en la medida de lo posible. Según ASPAPEL (2011), el objetivo del sector es alcanzar que toda la producción española de estos productos esté bajo certificados ISO o EMAS. Además, se pretende optimizar el uso de la madera, para aprovechar al máximo esta materia prima, así como garantizar que estos materiales provienen realmente de plantaciones controladas que cuentan con una certificación forestal, asegurando que estos cultivos han sido gestionados de forma sostenible con el medio ambiente.

A su vez, la industria papelera española apuesta por la eficiencia energética. Durante el proceso de fabricación del papel se genera tal cantidad de biomasa, que tras su valorización se utiliza como combustible para el propio proceso productivo, sustituyendo de esta manera a otros combustibles que son mucho más contaminantes. Además, tanto las fábricas de celulosa como las de papel disponen de sus propias centrales de cogeneración de electricidad, optimizando el uso de combustible y reduciendo las emisiones asociadas a las pérdidas energéticas que se producen en las redes eléctricas, y aportando a dichas redes el excedente de electricidad generado. Es por ello por lo que la cogeneración de la industria papelera se realiza de forma eficiente y está reconocida como MTD.

En cuanto a la eficiencia en el uso del agua, la industria papelera española ha reducido el consumo de la misma y ha depurado de forma importante los vertidos arrojados a los cauces, eliminando completamente el cloro, y reduciendo estos vertidos a unos límites muy exigentes.

Finalmente, la industria papelera española también apuesta por la eficiencia en la gestión de residuos. La mayoría de los residuos generados durante la producción de celulosa y papel son no peligrosos, y muchos de ellos son residuos (grapas, plásticos, anillas, entre otros tipos) que van mezclados con los de papel y cartón. Los residuos no

peligrosos generados por su proceso productivo son valorizados por distintas vías: por la industria cerámica, por la industria cementera, y cómo no, en la propia fábrica de celulosa y/o de papel. Pero no sólo hay que tener en cuenta los residuos que son generados en el propio proceso productivo del papel. Resulta de gran importancia cerrar el ciclo de vida del papel a través de los sistemas de recogida de papel y cartón, una vez que éstos han sido usados por los consumidores finales, ya que los productos de papel son totalmente reciclables.

Por tanto, ante la pregunta planteada en el propio título de este trabajo "*La sostenibilidad en un sistema productivo globalizado: el papel y el cartón ¿residuo o materia prima?*" La respuesta es que los residuos de papel y de cartón pueden dejar esta condición al ser adecuadamente valorizados. Los residuos de esta categoría que sean correctamente depositados en sus contenedores correspondientes, serán posteriormente recogidos por las empresas de recogida selectiva (recogida municipal y recogida industrial en el caso de España) o recogida múltiple de materiales reciclables, por lo que en el corto plazo, se convertirán en materiales o productos susceptibles de reincorporarse de nuevo en el proceso productivo del papel, salvo aquéllos que estén deteriorados o no cumplan ciertos criterios. Mientras que los residuos de papel y cartón que sean depositados con otros desechos que puedan contaminarlos o ensuciarlos excesivamente, probablemente seguirán siendo residuos y muchos de ellos serán eliminados.

El nuevo concepto de fin de la condición de residuo o "*end-of-waste*" propuesto por la Directiva Marco de Residuos, para el que el JCR ha desarrollado una serie de criterios, permite que los residuos de papel y cartón puedan ser considerados como productos asegurando una calidad mínima exigida y garantizando que no suponen ningún riesgo para el medio ambiente o la salud humana. En el caso del papel, la única operación plausible es el reciclaje, ya que en la UE no se consideran otras opciones de tratamiento. Para que el residuo de papel deje de serlo, ha de cumplir una serie de criterios de calidad previos para que pueda ser considerado como input antes de ser tratado. A su vez, se establecen criterios en los procesos y técnicas de tratamiento, así como criterios de procedimientos de garantía de calidad. Una vez aplicadas estas recomendaciones, el residuo de papel dejará tal condición para convertirse en un producto.

La aplicación de estos criterios tiene una serie de consecuencias que afectan a la salud y al medio ambiente; a la legislación; y a la economía y a los mercados.

La aplicación de esta metodología es capaz de estimular en la UE una mayor recogida y reciclaje de los residuos de papel, especialmente en países (principalmente

aquéllos que se han incorporado recientemente a la UE) que cuentan con bajas tasas de recuperación, pero que tienen un gran potencial para el reciclaje de éste y de otros tipos de residuos. Sin duda alguna, estimulará un mayor y control de calidad y un mejor tratamiento de los residuos de papel.

En cuanto a las consecuencias en la economía y en los mercados, cabe destacar que promover la imagen de los residuos de papel como reciclables se traduciría en un mayor valor de estos materiales y de su cadena de reciclaje, y sobre todo del output generado en la UE tras aplicar los criterios “*end-of-waste*”. Asimismo, se suprimirían muchos de los costes administrativos relacionados con el traslado de residuos (permisos, licencias o incertidumbre). Además, la aplicación de dichos criterios mejoraría el funcionamiento del mercado interno y externo de la UE, ya que exigen una mayor transparencia en los mercados, y establecen igualdad de condiciones para los residuos que van a dejar de serlo en toda la UE.

Las consecuencias legislativas asociadas a los criterios propuestos, se verían reflejadas en la disminución del control innecesario en relación con el Reglamento sobre traslado de residuos. A su vez, los residuos que dejan de serlo se registrarían bajo la normativa de productos, y además, esta metodología aplicaría la política en materia de desechos, promoviendo el uso de materiales reciclados y reduciendo la generación de residuos.

Al comienzo de este trabajo se expuso que la **hipótesis** del mismo consistía en analizar cómo afecta la actividad de la industria papelera, considerada no sólo como productora de papel y cartón sino también como industria que valoriza este tipo de residuos, al conjunto del sistema productivo español, y justificar si el proceso productivo llevado a cabo por dicha industria es sostenible o no desde la perspectiva de la generación de residuos. Asimismo, se planteaban una serie de preguntas a las que ya estamos preparados para tratar de avanzar una respuesta.

La primera de ellas es *¿qué papel juega la industria papelera en las relaciones intersectoriales?* Pues bien, en la tercera parte de este trabajo se analizaba la estructura productiva de la industria papelera durante el año 2005. Los datos de la TSIO y de las TOD del INE (2009a) ponen de manifiesto la importancia de la industria papelera española en el abastecimiento de otras actividades, en su gran mayoría interiores, ya que para el año 2005 este sector contaba con una importante demanda intermedia (situada en torno a la media nacional), muy superior a la demanda final.

A su vez, la proporción de consumos intermedios totales respecto a la producción de la industria papelera, fue considerablemente superior a la del total nacional (72,2% frente al 54,0%), de ahí que una de las principales características de la industria papelera española sea que requiere una gran cantidad de bienes intermedios (y servicios), procedentes de diversas actividades económicas, por lo que esta demanda supone un estímulo para el resto de sectores económicos, siendo la mayoría de estos consumos intermedios o inputs nacionales (64,9%). Por tanto, cualquier variación en la producción de la industria papelera, ejercerá un efecto multiplicador sobre sus proveedores directos, los cuales repercutirán este efecto a sus suministradores, y así sucesivamente, implicando a un gran número de actividades económicas.

Además cabe destacar que la industria papelera española tiene una importante relación comercial con terceros países, ya que sus importaciones y exportaciones superan a la media nacional. De hecho, las importaciones realizadas por la industria papelera respecto a su producción durante 2005, representaron un 36,5% frente al 15,5% del conjunto de actividades económicas españolas. Lo mismo ocurre con las exportaciones realizadas por la industria papelera, que supusieron un 25,0% frente al 11,2%. Estos resultados indican que esta industria es mucho más abierta que el promedio nacional (superando en más del doble al conjunto de actividades económicas españolas) (Ruiz et al., 2014).

Al comparar la estructura productiva de la industria papelera española con la de otros cuarenta y dos países de todo el mundo, tal y como se analizó en el séptimo capítulo, se observa que la industria papelera española está a la altura de sus homólogas extranjeras.

Para responder al resto de preguntas planteadas en la hipótesis de partida, es necesario recordar el efecto multiplicador que la industria papelera ejerció sobre el resto de sectores durante 2005. La tabla C.1 muestra los resultados que se obtuvieron en el capítulo 7, donde se pone de manifiesto que el desarrollo de su producción tuvo un importante efecto sobre la mayoría de actividades económicas.

Tabla C. 1. Efecto multiplicador ejercido por la producción de la industria papelera sobre la cadena de suministros. 2005. Millones de euros.

<i>Sector</i>	<i>Sum. Totales Xt</i>	<i>Sum. Directos Xd</i>	<i>Sum. Indirectos Xind</i>	<i>Sector</i>	<i>Sum. Totales Xt</i>	<i>Sum. Directos Xd</i>	<i>Sum. Indirectos Xind</i>
1	69,7	24,0	45,8	16	165,9	126,3	39,6
2	455,2	446,5	8,6	17	669,5	599,7	69,8
3	1,1	0,3	0,9	18	43,7	29,9	13,8
4	45,9	34,2	11,7	19	281,2	202,6	78,7
5	964,1	606,4	357,7	20	641,5	548,3	93,1
6	139,1	124,8	14,4	21	434,1	326,2	107,9
7	458,6	424,5	34,1	22	75,5	50,3	25,1
8	11.717,3	11.696,9	20,4	23	187,7	143,7	44,0
9	642,4	613,2	29,2	24	334,1	237,1	97,1
10	124,6	101,4	23,2	25	965,8	828,0	137,8
11	149,5	139,4	10,2	26	0,0	0,0	0,0
12	23,0	17,7	5,3	27	26,5	21,5	5,1
13	660,5	582,4	78,1	28	16,8	10,2	6,7
14	279,6	250,3	29,3	29	0,1	0,0	0,1
15	296,9	168,0	129,0	30	0,0	0,0	0,0
				Total	19.869,9	18.353,5	1.516,4

Fuente: Elaboración propia a partir del INE (2009a).

Nota: El sector 8 se corresponde con la industria papelera. Sus altos valores se deben a que en ellos se incluye no sólo el efecto multiplicador que ejerce sobre sus suministradores, sino que también incluye su producción correspondiente a 2005 (11.188 millones de euros). De modo que de los 11.188 millones de euros resultantes, 529,3 millones de euros se corresponden con su propio efecto multiplicador.

En cuanto a la segunda pregunta planteada en la hipótesis, *¿cómo afecta el desarrollo de la actividad de la industria papelera a la generación de empleo en de sus proveedores?* El apartado 7.2.2. mostraba que durante el año 2005 el efecto multiplicador de la industria papelera fue capaz de generar un total de 125.323 puestos de trabajo equivalentes a tiempo completo, de los que 112.795 se distribuyen entre aquellas actividades consideradas como suministradores directas y 12.528 en aquellas otras que proveen a la industria papelera indirectamente. Estos datos ponen de manifiesto la importancia del correcto desarrollo de la actividad productiva de la industria papelera en la generación de empleo, ya que una variación negativa en la demanda (final o intermedia) de los productos de pasta, papel y cartón, supondría la destrucción de empleo en casi todas las actividades económicas con las que la industria papelera española está vinculada.

Respecto a la pregunta, *¿qué cantidad de residuos totales, peligrosos y no peligrosos es generada por la industria papelera?*, los datos ofrecidos por las distintas encuestas de generación de residuos del INE (tabla C.2), reflejan claramente que la industria papelera es una de las industrias que menos residuos generan. De hecho, del total de residuos que se produjeron en España durante 2005, tan sólo un 0,8% se corresponde con la industria papelera, lo que equivale a 674.961,7 toneladas, de las que 663.860,5 toneladas fueron residuos no peligrosos. Además, la industria papelera generó un 0,4% del total de residuos peligrosos producidos en territorio español durante 2005, lo que equivale a 11.101,2 toneladas. Estos datos unidos con la pretensión del sector a seguir reduciendo y valorizando los residuos que genera, ponen de manifiesto que este volumen de residuos podría haberse reducido, por lo que se puede decir que la industria papelera es una de las industrias más sostenibles en cuanto a generación de residuos se refiere.

Tabla C. 2. Generación de residuos peligrosos y no peligrosos durante el año 2005 según las distintas encuestas del INE. Toneladas.

Sector	RP	RNP	Sector	RP	RNP
1	37.878,2	18.071.881,3	16	305.761,0	2.790.889,0
2	1.760,2	839.823,9	17	103.309,0	2.732.928,0
3	3.368,9	24.068,6	18	5.387,0	1.075.714,0
4	6.603,0	28.951.691,0	19	43.481,9	289.560,9
5	1.577.637,3	16.430.687,9	20	145.948,1	378.592,2
6	5.853,0	86.253,9	21	58.655,0	629.380,9
7	12.348,0	553.014,0	22	-	-
8	11.101,2	663.860,5	23	-	-
9	499.158,0	2.675.369,0	24	2.075,2	48.482,6
10	65.177,0	273.943,0	25	1.301,8	30.415,4
11	2.995,5	51.726,6	26	-	-
12	5.234,6	942.934,0	27	2.236,0	90.760,0
13	33.574,9	6.047.987,8	28	54.198,0	364.913,0
14	8.215,5	1.479.888,1	29	4.756,7	64.219,5
15	-	-	30	306,3	2.768,5

Fuente: INE (2010b; 2009b; 2009c; 2009d).

En cuanto a la última pregunta planteada en la hipótesis de partida, *¿cómo afecta el proceso productivo del papel y cartón a la generación de residuos por parte de las actividades económicas que la abastecen?*, la tabla C.3 muestra el total de residuos (peligrosos y no peligrosos) que fueron generados por el efecto multiplicador ejercido por la industria papelera sobre toda su cadena de suministros, incluida ella misma. Como consecuencia de dicho efecto, se generó un total de 1.568.537,3 toneladas de las que

1.427.884,5 se corresponden con los suministradores directos y 140.652,9 al resto de suministradores (incluyendo los residuos generados por la actividad de la propia industria papelera en 2005 y los asociados a su efecto multiplicador correspondiente). El sector secundario fue el principal generador de residuos, seguido del sector primario y del terciario. Las *industrias extractivas* (sector 4); la *selvicultura y explotación forestal* (sector 2); y la *producción y distribución de energía eléctrica* (sector 13), fueron las actividades que más residuos generaron como consecuencia de dicho efecto multiplicador. Las elevadas cantidades de estas actividades respecto a las demás, se deben a que son importantes suministradoras de la industria papelera. De hecho, ninguna otra actividad superó por sí sola las 54.000 toneladas de residuos. Por su parte, la *industria del papel* (sector 8) generó 31.942,3 toneladas de residuos como consecuencia de su propio efecto multiplicador.

Tabla C. 3. Residuos generados por los suministradores totales, directos e indirectos de la industria papelera española, 2005. Toneladas.

<i>Sector</i>	<i>Sum. Totales</i>	<i>Sum. Directos</i>	<i>Sum. Indirectos</i>	<i>Sector</i>	<i>Sum. Totales</i>	<i>Sum. Directos</i>	<i>Sum. Indirectos</i>
1	34.209,9	11.754,3	22.455,5	16	5.738,9	4.368,9	1.370,0
2	223.341,0	219.098,1	4.242,9	17	26.678,6	23.897,6	2.780,9
3	14,2	3,3	10,9	18	465,9	319,2	146,6
4	236.165,9	175.861,5	60.304,3	19	1.532,7	1.104,0	428,7
5	46.498,7	29.246,8	17.251,9	20	8.146,4	6.963,6	1.182,8
6	1.394,3	1.250,1	144,2	21	10.473,7	7.870,9	2.602,8
7	25.702,9	23.793,1	1.909,8	22	0,0	0,0	0,0
8	706.904,0	705.673,6	1.230,4	23	0,0	0,0	0,0
9	52.462,7	50.077,9	2.384,8	24	116,9	83,0	34,0
10	1.659,6	1.350,3	309,3	25	338,0	289,8	48,2
11	1.655,1	1.542,7	112,4	26	0,0	0,0	0,0
12	4.418,6	3.392,1	1.026,5	27	54,40	43,99	10,42
13	126.797,4	111.798,8	14.998,6	28	101,6	61,3	40,3
14	53.665,7	48.039,4	5.626,3	29	0,1	0,0	0,1
15	(*)	(*)	(*)	30	0,0	0,0	0,0
				Total	1.568.537,3	1.427.884,5	140.652,9

Fuente: Elaboración propia a partir del INE (2010b; 2009a; 2009b; 2009c; 2009d).

La tabla C.4 resume el total de residuos peligrosos y no peligrosos generados por el efecto multiplicador de la industria papelera por tipo de suministrador, si bien, dicho efecto generó 31.563,5 y 1.536.931,0 toneladas de residuos peligrosos y no peligrosos respectivamente. Si estos datos se comparan con los resultados ofrecidos por las encuestas de generación de residuos del INE, se pone de manifiesto que:

Los residuos peligrosos generados por el efecto multiplicador de la industria papelera sobre toda la cadena de suministros (un total de 31.563,5 toneladas), son muy

inferiores a los residuos peligrosos generados individualmente por otras actividades económicas, situándose sólo por encima de los residuos peligrosos generados por la *industria de la madera y el corcho* (sector 7); la *producción y distribución de gas* (sector 14); las *industrias extractivas* (sector 4); la *industria textil* (sector 6); la *hostelería* (sector 18), y la *captación y distribución de agua* (sector 12); *otras actividades sociales y de servicios prestados a la comunidad* (sector 29); la *pesca y acuicultura* (sector 3); el *reciclaje* (sector 11); la *educación* (sector 27); las *actividades inmobiliarias y de alquiler; y servicios empresariales* (sector 24); la *selvicultura y explotación forestal* (sector 2); *otras actividades empresariales* (sector 25); y las *actividades de los hogares* (sector 30). Aunque obviamente habría que estimar los residuos peligrosos que estas actividades generan sobre sus respectivas cadenas de suministros, se puede constatar que los residuos peligrosos producidos por todos los proveedores (directos e indirectos) de la industria papelera, incluidos los residuos peligrosos que ésta generó en 2005 durante el desarrollo de su actividad, no es de los más elevados.

En cuanto a los residuos no peligrosos, calculados en un total de 1.536.931,0 toneladas, no superan el volumen de residuos no peligrosos generados individualmente por otras actividades económicas como las *industrias extractivas* (sector 4); la *agricultura, ganadería y caza (excepto selvicultura y explotación forestal)* (sector 1); la *industria manufacturera (excepto: industria textil, industria de la madera y del corcho, industria del papel, industria química, maquinaria y equipo mecánico y reciclaje)* (sector 5); la *producción y distribución de energía eléctrica* (sector 13); el *comercio; reparación de vehículos de motor, motocicletas y ciclomotores, y artículos personales y de uso doméstico* (sector 16); el *comercio al por mayor e intermediarios* (sector 17); la *industria química* (sector 9); e incluso la *producción y distribución de gas* (sector 14) (que genera casi la misma cantidad de residuos por sí sola que toda la cadena de suministros de la industria papelera). Al igual que en el caso de los residuos peligrosos, se debería estimar qué cantidad de residuos no peligrosos es generada por sus respectivas cadenas de suministros. No obstante, se puede afirmar que el volumen de residuos no peligrosos generados por toda la cadena de suministros de la industria papelera, no es realmente elevado.

Además, los resultados w_i obtenidos tanto para los residuos peligrosos como para los no peligrosos, demostraron que del total de desechos que generaron las actividades durante 2005, un porcentaje muy pequeño se debió a la participación en la cadena de

suministros de la industria del papel, lo que indica claramente que el proceso productivo del papel es sostenible en cuanto a generación de residuos se refiere.

Tabla C. 4. Total de residuos peligrosos y no peligrosos generados por el efecto multiplicador de la industria papelera. Toneladas.

Sector	Residuos Peligrosos			Residuos No Peligrosos		
	Sum. Totales	Sum. Directos	Sum. Indirectos	Sum. Totales	Sum. Directos	Sum. Indirectos
1	71,5	24,6	46,9	34.138,6	11.729,8	22.408,7
2	466,6	457,7	8,9	222.875,4	218.641,3	4.234,1
3	1,7	0,4	1,3	12,5	2,9	9,6
4	53,8	40,1	13,7	236.112,3	175.821,6	60.290,7
5	4.074,3	2.562,7	1.511,6	42.424,4	26.684,1	15.740,3
6	88,5	79,3	9,2	1.305,1	1.170,1	134,9
7	561,3	519,6	41,7	25.140,6	23.272,6	1.868,0
8	11.635,3	11.615,0	20,3	695.233,6	694.023,5	1.210,1
9	8.248,1	7.873,1	374,9	44.213,3	42.203,5	2.009,8
10	319,1	259,6	59,5	1.340,5	1.090,7	249,8
11	90,5	84,3	6,1	1.564,8	1.458,5	106,3
12	24,4	18,7	5,7	4.394,1	3.373,3	1.020,8
13	699,5	616,8	82,7	126.094,6	111.179,1	14.915,5
14	296,1	265,0	31,0	53.368,2	47.773,1	5.595,1
15	-	-	-	-	-	-
16	566,6	431,3	135,3	5.172,2	3.937,4	1.234,7
17	971,4	870,1	101,3	25.707,2	23.027,5	2.679,7
18	2,3	1,6	0,7	463,5	317,6	145,9
19	200,2	144,2	56,0	1.333,6	960,6	373,0
20	2.266,9	1.937,8	329,1	5.880,2	5.026,4	853,8
21	892,9	671,0	221,9	9.581,8	7.200,6	2.381,2
22	-	-	-	-	-	-
23	-	-	-	-	-	-
24	4,7	3,3	1,4	111,3	78,9	32,3
25	13,5	11,6	1,9	321,6	275,7	45,9
26	-	-	-	-	-	-
27	1,3	1,1	0,2	53,1	43,0	10,2
28	13,1	7,9	5,2	88,5	53,4	35,1
29	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1
30	-	-	-	-	-	-
Total	31.563,5	28.496,8	3.066,6	1.536.931,0	1.399.345,5	137.585,5

Fuente: Elaboración propia a partir del INE (2010b; 2009a; 2009b; 2009c; 2009d).

De todo lo anterior se desprende la verificación de la hipótesis planteada al inicio de este trabajo, así como una conclusión principal: **la industria papelera juega un importante papel en las relaciones intersectoriales de la economía española, siendo el efecto multiplicador ejercido por el desarrollo de su actividad, capaz de generar un relevante número de puestos de trabajo. Asimismo, el proceso productivo de pasta, papel y cartón es sostenible desde una perspectiva de generación de residuos,**

debido a la baja producción de desechos por parte de la industria papelera, así como por toda su cadena de suministros.

Por tanto, se abre un importante reto ante la posibilidad de analizar en mayor profundidad la tendencia llevada a cabo por la industria papelera, o incluso aplicando estas herramientas a otras actividades económicas para poder desarrollar comparaciones intersectoriales e incluso interregionales. Asimismo, se pueden aplicar y desarrollar otras metodologías a partir del marco input-output para el análisis de otras cuestiones ambientales y socioeconómicas, con la finalidad de facilitar la toma de decisiones y alcanzar la sostenibilidad entre sociedad-economía-medio ambiente.

CONCLUSIONS AND FINAL DISCUSSION

Finally, it is necessary to highlight the main conclusions related to the analysis carried out in each previous chapter. Furthermore, these considerations will try to answer the questions and hypothesis proposed at the beginning of this research.

This work started by highlighting that the current model of growth is focused on producing and it has considered neither the damage caused to environment nor the incredibly decrease of natural resources. Hence, it is highly necessary to carry out a progressive transition to replace the traditional concept of growth or *quantitative growth*, which encourages a significant environmental impact and a progressive resource consumption that is unsustainable in the long term, towards a type of growth that makes a less intensive use of resources. That is, a new friendlier system to the environment: *qualitative development*. Moreover, it is also essential to produce more with less, an idea that seems implausible but some countries such as Japan achieved. In the late nineties, Japan's production was an 81% higher than the 1973's one. However, in both dates Japan consumed the same amount of resources (González et al., 1997). Furthermore, it is necessary to reduce the demographic explosion, especially in the low income countries in order to prevent poverty. Finally, excess in high income countries should be redistributed in favour of the low income ones, that is, "*it is necessary to raise the floor of the poor and reduce the roof of the rich to leave an ecological space needed by the growing economies of the least developed countries*" (González et al., 1997, pág. 33 in Spanish). These proposals are the basic principles to achieve a balanced development between economy-society-environment or *sustainable development*, suggested by the Brundtland Report in 1987.

Even though this alternative is environmentally viable and it is supported by various international institutions and many countries, there are many economic and political interests that blur the possibilities of establishing a global development model based on these principles. Fortunately, there are more and more economic reasons in favour of incorporating ecological perspectives in the current production system.

In fact, in recent years a new sector has been developed: the environmental sector which includes several economic activities that encourage prevention and correction of the human impacts on the environment. Despite the disastrous consequences that the financial and economic crisis has had on the economy and even the labour market in the European Union (EU) and Spain, these activities have generated new jobs or "*green jobs*".

Therefore, environmental sector is considered as a new resource capable to create employment, something really important especially in Spain, where labour market has been really destroyed. Nevertheless, these jobs remain relatively unrepresentative, both globally and nationally (Ruiz and Camacho, 2011).

In this situation of environmental crisis, the EU and Spain have managed a wide variety of environmental legislation which includes: struggling against climate change, promoting sustainable development, air pollution, water management, protection of nature and biodiversity, soil protection, etc. As regards waste management, the European and Spanish legislation have been modified, extended and even revoked because of the inadequacy of existing legislation and the increase of the variety of known waste. Currently, Directive 2008/98/ EC is the Waste Framework Directive which has been transposed in Spain by Law 22/2011 of waste. The Waste Framework Directive and its counterpart in Spain include some important novelties such as the hierarchy of waste management. This hierarchy gives priority to the prevention principle which tries to involve all Member States to reduce the large quantity of generated waste and minimize the environmental impacts related to its disposal without previous recovery.

Another novelty in this law is the distinction between byproduct and waste. If byproducts are not considered waste, they will be useful materials. Therefore, this law rejects substances that used to be considered waste, and as a consequence, the volume of waste generated in the EU will be reduced.

In addition, one of the most interesting novelties is the "*end-of-waste*" criteria. This concept suggests that several wastes could cease being waste and could become a non-waste material to be freely traded on the open market. The purpose of end-of-waste criteria implies that the waste material has reached a stage of processing whereby it has an intrinsic value, so it is unlike to be discarded and it will be processed to a point at which its use does not represent a risk to the environment or human health (Delgado et al., 2009; Villanueva et al, 2010;. Villanueva and Eder, 2011).

Likewise, the Waste Framework Directive is complemented by a series of specific legislation which refers to certain types of waste, its management, its treatment, etc.

It has resulted in a campaign called "*Basta!*" which has been promoted by CEPI (Confederation of European Paper Industries). According to CEPI (2014a), it intends to show how Industrial Renaissance can be put into practice. To make Europe a better place for manufacturing means creating a legislative environment in which European manufacturers can compete on a level playing field with other manufacturers throughout

the world. By ensuring legislation is appropriate, affordable and consistent. Demonstrating where European policy has gone wrong, the *Basta!* campaign will also highlight where EU policy has been well-implemented to support industry on a national level. Four elements are part of this campaign: To reduce red tape (the EU managed to create a staggering 2,314 new regulations and directives in 5 years, while producing 700 measures to reduce the amount of red tape that was created). The second goal is to help win the global competitiveness race (Europe is competing with regions that have lower taxes, lower wages and less strict legislation. The Commission must balance the playing field for European businesses). The third objective is to rethink existing policies because there is a considerable price gap between the costs for energy in Europe and those in the rest of the world. And the last one is to focus back on industry (the European Commission needs to bring an industrial competitiveness dimension into EU policies at an early stage and keep in mind the importance of the value chain in manufacturing. Incentivising resource efficiency and innovation and allowing companies to choose their own methods for doing this instead of micromanaging will be more successful, according to CEPI). In this sense, Teresa Presas, CEPI's Director General said *"The paper industry wants to stay within a strong Europe setting a worldwide example. However, the current legislative situation is leading to imports of unemployment and exports of pollution. We urge policymakers to get back on track and focus on competitiveness. We say Basta! to the impact excessive legislative burdens are having on the manufacturing industry"* (CEPI, 2014a).

Indeed, the European and Spanish paper industry is an example to be followed because in both territories a new production system has been established. This production system is able to decouple the relationship between increasing production and the environmental impact. As chapter four explained, the Spanish paper industry has set up management and control systems to reduce as far as possible the environmental impact related to its production. According to ASPAPEL (2011), the aim of the sector is to get all the Spanish paper production are certified under ISO or EMAS. Moreover, the sector tries to optimize the use of wood to make the most of this raw material, and ensure these materials come from sustainable plantations which have a forest certification, guaranteeing that these crops have been sustainably managed with the environment.

In turn, the Spanish paper industry has an important commitment on energy efficiency. During the papermaking process a great quantity of biomass is generated and also recovered to be used as fuel by this industry. Likewise, both pulp and paper mills

have their own electricity cogeneration plants, optimizing fuel use and reducing the emissions associated with energy losses from electrical networks. The surplus of electricity is added to these networks. For this reason paper industry cogeneration is recognized as MTD (Best Available Technology).

Related to the water management, the Spanish paper industry has reduced its consumption and has significantly treated the used water, disposing of chlorine and reducing these discharges to very stringent limits.

Finally, the Spanish paper industry is also committed to efficiency in waste management. As mentioned, most of the generated wastes during the papermaking are not dangerous waste and the most of them are wastes (staples, plastic, rings and other types) mixed with paper and cardboard ones. Non-hazardous waste generated by the papermaking process are recycled in various ways: the ceramic industry, the cement industry, and of course, in paper mills. But do not just take into account the waste that is generated in the paper production process itself. It is very important to close the paper life cycle through the collection systems of paper and cardboard, once they have been used by final consumers, since paper products are completely recyclable.

Thus, to the question posed in the title of this work “*Sustainability in a globalized production system: paper and cardboard, waste or raw material?*”, the answer is that paper waste can cease to be a waste if it is properly recovered. Therefore, all paper waste which is correctly thrown out in its respective dumpsters will be collected by separate collection companies (municipal and industrial collection in the case of Spain) or multiple collection of recyclable materials, so in the short term, waste will become in susceptible materials or products to reincorporate in the papermaking process. Whilst, the paper and cardboard waste which is deposited with other waste (that can contaminate or dirty them) will remain being waste.

The new concept “*end-of-waste*” proposed by the Waste Framework Directive, for which the JCR has developed a series of criteria, allows paper and cardboard waste can be considered as products, ensuring minimum quality and guaranteeing that they do not represent a risk to the environment or human health. In the case of paper, recycling is the only plausible recovering criteria because the EU does not consider other treatment options. Paper waste ceases to be waste when it has passed some quality criteria. Once this material has passed them, it becomes in an input that is suitable to take part of a recovery process in the paper mills. In turn, “end-of-waste” criteria establishes treatment and process techniques and it also supplies procedures information that ensures quality

assurance. Once the paper waste has passed all these recommendations, it would be a suitable material to be used.

“End-of-waste criteria” have a series of consequences associated with health, environment, legislation, economies and markets.

The application of these methodology can stimulate a higher waste collection and recycling in the EU, especially by stimulating collection in many countries (mainly those which have recently joined the EU) which have low recovery rates but also have great potential for recycling waste. Without a shadow of a doubt, “end-of-waste criteria” will stimulate a higher quality control and also better treatments for paper waste.

These criteria will also have consequences on economies and markets. Among the main ones, “end-of-waste criteria” will increase the perception of waste because it would have intrinsic value. Additionally, an ex-waste material use is expected to replace the use of other materials which may or may not be natural resources in their own right. Besides, many administrative costs related to the waste transport (permits, licenses or uncertainty) would be reduced. Furthermore, the application of these criteria would improve the internal and external functioning of the EU market, since these criteria require greater transparency in the markets, and establish equal conditions for ex-waste across the EU.

The legal consequences are related to the reduction of unnecessary control in the Waste Transport Regulation. In turn, ex-waste will be under products legislation, and in addition to this, this methodology embodies the policy on waste promoting the use of recycled materials and reducing waste generation.

At the beginning of this work the **hypothesis** consisted in analysing how paper industry (considered not only as a papermaking industry, but also as a sector that recovers paper waste) affects to the entire Spanish production system, justifying if the papermaking is sustainable or not from the perspective of waste generation. Also, a number of questions were formulated and now we are prepared to answer them.

The first one, *what is the Spanish paper industry role in intersectoral relations?* In the third part of this work the paper industry production structure was analysed in 2005. Spanish National Statistics Institute (INE, 2009a) highlight the importance of this industry in supplying other activities (most of them national ones), due to the high intermediate demand (around the national average) bigger than the final demand.

In turn, the proportion of intermediate consumptions in total output considerably exceed the national average (72.2% in comparison to 54.0%) thereby confirming that one the main characteristics of the Spanish paper industry is its high share of intermediate

inputs from a lot of activities, especially national intermediate inputs (64.9%). Therefore, any change in the demand for the paper industry will exert an impact on other industries which supply paper industry directly and indirectly.

Likewise, note that Spanish paper industry has a significant trade relation with other countries due to the fact that its imports and exports exceed the national average. The paper industry relies more intensively of imported intermediate consumptions than the average. The comparison of the importance of the imports and exports in total supply reveals that the paper industry is more opened than the average (the share of exports and imports in total supply more than twice exceed the national average) (Ruiz et al., 2014).

Comparing the Spanish paper industry production structure with other forty-two countries around the world, notes that the Spanish paper industry is among their foreign counterparts in the top of the rank.

To answer the other questions, it is necessary to know the multiplier effect that the paper industry exerted on other economic activities in 2005. Table C.5 shows the results obtained in Chapter 7, where it is showed the effect that Spanish papermaking exerted on the economy.

Table C. 5. Multiplier effect on the supply chain. Millions of euro. 2005.

<i>Sector</i>	<i>Total suppliers</i> <i>Xt</i>	<i>Direct suppliers</i> <i>Xd</i>	<i>Indirect suppliers</i> <i>Xind</i>	<i>Sector</i>	<i>Total suppliers</i> <i>Xt</i>	<i>Direct suppliers</i> <i>Xd</i>	<i>Indirect suppliers</i> <i>Xind</i>
1	69,7	24,0	45,8	16	165,9	126,3	39,6
2	455,2	446,5	8,6	17	669,5	599,7	69,8
3	1,1	0,3	0,9	18	43,7	29,9	13,8
4	45,9	34,2	11,7	19	281,2	202,6	78,7
5	964,1	606,4	357,7	20	641,5	548,3	93,1
6	139,1	124,8	14,4	21	434,1	326,2	107,9
7	458,6	424,5	34,1	22	75,5	50,3	25,1
8	11.717,3	11.696,9	20,4	23	187,7	143,7	44,0
9	642,4	613,2	29,2	24	334,1	237,1	97,1
10	124,6	101,4	23,2	25	965,8	828,0	137,8
11	149,5	139,4	10,2	26	0,0	0,0	0,0
12	23,0	17,7	5,3	27	26,5	21,5	5,1
13	660,5	582,4	78,1	28	16,8	10,2	6,7
14	279,6	250,3	29,3	29	0,1	0,0	0,1
15	296,9	168,0	129,0	30	0,0	0,0	0,0
				Total	19.869,9	18.353,5	1.516,4

Source: Own elaboration using data from INE (2009a).

Note: Sector 8 is the paper industry. Its high values are due to the fact that they include paper industry multiplier effect and also its production in 2005 (11,188 million of euro). Therefore, the multiplier effect exerted on itself is 529.3 millions of euro.

The second hypothesis, *how does papermaking process affect its suppliers in employment generation?* Chapter 7 showed that in 2005 the paper industry multiplier effect generated 125,323 full time equivalent jobs, from which 112,795 were distributed to direct suppliers and 12,528 to indirect ones. These data highlight the importance of papermaking in employment generation. Any change in the demand for the paper industry will exert an impact on other industries directly and indirectly. Thus, when the output of the paper industry increases (decreases), the use of direct inputs from other industries grows, which in turn increase (decrease) their output. The increase in the output of these industries will expand their needs of inputs from other industries and so forth, resulting in a multiplier effect in the output of all industries with positive (negative) consequences in their levels of employment.

According to the question, *what amount of total, hazardous and non-hazardous waste is generated by paper industry?* Data provided by INE (Table C.6) show that the Spanish paper industry is one of the activities that generate less waste. In fact, from the total waste produced in Spain in 2005 only 0.8% belonged to paper industry (674,961.7

tonnes). The rest (11,101.2 tonnes) were hazardous waste, which accounted for 0.4% of the total hazardous waste generated in Spain in 2005. However, one of the paper industry's aims is to reduce the waste generation so the volume of waste will be decreased by now. Therefore, it could be said that paper industry is one of the most sustainable industries that generate less waste.

Table C. 6. Hazardous and non-hazardous waste generated, 2005. Tonnes.

Sector	HW	NHW	Sector	HW	NHW
1	37.878,2	18.071.881,3	16	305.761,0	2.790.889,0
2	1.760,2	839.823,9	17	103.309,0	2.732.928,0
3	3.368,9	24.068,6	18	5.387,0	1.075.714,0
4	6.603,0	28.951.691,0	19	43.481,9	289.560,9
5	1.577.637,3	16.430.687,9	20	145.948,1	378.592,2
6	5.853,0	86.253,9	21	58.655,0	629.380,9
7	12.348,0	553.014,0	22	-	-
8	11.101,2	663.860,5	23	-	-
9	499.158,0	2.675.369,0	24	2.075,2	48.482,6
10	65.177,0	273.943,0	25	1.301,8	30.415,4
11	2.995,5	51.726,6	26	-	-
12	5.234,6	942.934,0	27	2.236,0	90.760,0
13	33.574,9	6.047.987,8	28	54.198,0	364.913,0
14	8.215,5	1.479.888,1	29	4.756,7	64.219,5
15	-	-	30	306,3	2.768,5

Source: INE (2010b; 2009b; 2009c; 2009d).

The last hypothesis, *how does papermaking process affect the waste generation through its supply chain?* Table C.7 shows the total waste (hazardous and non-hazardous ones) generated by the multiplier effect exerted by the Spanish paper industry on its entire supply chain including itself. Because of this multiplier effect, a total of 1,568,537.3 tonnes were generated, from which 1,427,884.5 belong to the direct suppliers and 140,652.9 to the indirect ones (including the waste generated by paper industry in 2005 plus the waste related to its multiplier effect). The secondary sector was the main generator of waste, followed by the primary sector and tertiary one. *Extractive activities* (sector 4); *forestry and logging* (sector 2); and *production and distribution of electricity* (sector 13), were the activities that more waste generated as a result of this multiplier effect. This is because of these activities are important paper industry suppliers. No other activity exceeded by itself 54,000 tons of waste. Likewise, *paper industry* (sector 8) generated 31,942.3 tonnes of waste as a result of its own multiplier effect.

Table C. 7. Waste generated by total, direct and indirect suppliers of the Spanish paper industry, 2005. Tonnes.

<i>Sector</i>	<i>Total suppliers</i>	<i>Direct suppliers</i>	<i>Indirect suppliers</i>	<i>Sector</i>	<i>Total suppliers</i>	<i>Direct suppliers</i>	<i>Indirect suppliers</i>
1	34.209,9	11.754,3	22.455,5	16	5.738,9	4.368,9	1.370,0
2	223.341,0	219.098,1	4.242,9	17	26.678,6	23.897,6	2.780,9
3	14,2	3,3	10,9	18	465,9	319,2	146,6
4	236.165,9	175.861,5	60.304,3	19	1.532,7	1.104,0	428,7
5	46.498,7	29.246,8	17.251,9	20	8.146,4	6.963,6	1.182,8
6	1.394,3	1.250,1	144,2	21	10.473,7	7.870,9	2.602,8
7	25.702,9	23.793,1	1.909,8	22	0,0	0,0	0,0
8	706.904,0	705.673,6	1.230,4	23	0,0	0,0	0,0
9	52.462,7	50.077,9	2.384,8	24	116,9	83,0	34,0
10	1.659,6	1.350,3	309,3	25	338,0	289,8	48,2
11	1.655,1	1.542,7	112,4	26	0,0	0,0	0,0
12	4.418,6	3.392,1	1.026,5	27	54,40	43,99	10,42
13	126.797,4	111.798,8	14.998,6	28	101,6	61,3	40,3
14	53.665,7	48.039,4	5.626,3	29	0,1	0,0	0,1
15	(*)	(*)	(*)	30	0,0	0,0	0,0
				Total	1.568.537,3	1.427.884,5	140.652,9

Source: Own elaboration using data from INE (2010b; 2009a; 2009b; 2009c; 2009d).

Table C.8 summarizes the total hazardous and non-hazardous waste generated by the paper industry the multiplier effect. This effect generated 31,563.5 tonnes and 1,536,931.0 tonnes of hazardous and non-hazardous waste respectively. If these data are compared with the results provided by the waste generation surveys, we obtain:

Hazardous wastes generated by the multiplier effect of the paper industry on the supply chain (a total of 31,563.5 tonnes) are much lower than hazardous waste individually generated by other economic activities. This quantity is only higher than the waste generated by: *manufacture of wood and wood products* (sector 7); *production and distribution of gas* (sector 14); *extractive industries* (sector 4); *textile industry* (sector 6); *hotel industry* (Sector 18); *collection, purification and distribution of water* (sector 12); *other social work and services to the community* (sector 29); *fishing* (sector 3); *recycling* (sector 11); *education* (sector 27); *real estate activities and renting activities and business activities* (sector 24); *forestry and logging* (sector 2); *other business activities* (sector 25); and *household activities* (sector 30). Even though, we would have to estimate the hazardous waste that these activities generate on their respective supply chains, it can be said that hazardous waste produced by all paper industry suppliers (direct and indirect) including its own hazardous waste, is not really high.

Furthermore, non-hazardous waste supposed 1,536,931.0 tonnes which do not exceed the volume of non-hazardous waste individually generated by other economic

activities such as *extractive industry* (sector 4); *agriculture, livestock and hunting (excluding forestry and logging)* (sector 1); *manufacturing (except: textile industry, manufacture of wood and wood products, manufacture of pulp, paper and paper products, manufacture of chemicals and chemical products, manufacture of machinery and equipment n.e.c., and recycling)* (sector 5); *production and distribution of electricity* (sector 13); *sale and retail of motor vehicles, retail sale of automotive fuel* (sector 16); *wholesale trade and commission trade* (sector 17); *chemical industry* (sector 9); and even *production and distribution of gas* (sector 14) (which generates nearly the same amount of waste by itself than the paper industry supply chain). As in the case of hazardous waste, we should estimate how much non-hazardous waste is generated by their respective supply chains. However, it can be said that the volume of non-hazardous waste generated throughout the supply chain is not really high.

Moreover, the w_i hazardous and non-hazardous results are very small. Thus, papermaking is a sustainable process in terms of waste generation.

Table C. 8. Total hazardous and non-hazardous waste generated by the Spanish paper industry supply chain. Tonnes.

Sector	Hazardous waste			Non-hazardous waste		
	Total suppliers	Direct suppliers	Indirect Suppliers	Total suppliers	Direct suppliers	Indirect Suppliers
1	71,5	24,6	46,9	34.138,6	11.729,8	22.408,7
2	466,6	457,7	8,9	222.875,4	218.641,3	4.234,1
3	1,7	0,4	1,3	12,5	2,9	9,6
4	53,8	40,1	13,7	236.112,3	175.821,6	60.290,7
5	4.074,3	2.562,7	1.511,6	42.424,4	26.684,1	15.740,3
6	88,5	79,3	9,2	1.305,1	1.170,1	134,9
7	561,3	519,6	41,7	25.140,6	23.272,6	1.868,0
8	11.635,3	11.615,0	20,3	695.233,6	694.023,5	1.210,1
9	8.248,1	7.873,1	374,9	44.213,3	42.203,5	2.009,8
10	319,1	259,6	59,5	1.340,5	1.090,7	249,8
11	90,5	84,3	6,1	1.564,8	1.458,5	106,3
12	24,4	18,7	5,7	4.394,1	3.373,3	1.020,8
13	699,5	616,8	82,7	126.094,6	111.179,1	14.915,5
14	296,1	265,0	31,0	53.368,2	47.773,1	5.595,1
15	-	-	-	-	-	-
16	566,6	431,3	135,3	5.172,2	3.937,4	1.234,7
17	971,4	870,1	101,3	25.707,2	23.027,5	2.679,7
18	2,3	1,6	0,7	463,5	317,6	145,9
19	200,2	144,2	56,0	1.333,6	960,6	373,0
20	2.266,9	1.937,8	329,1	5.880,2	5.026,4	853,8
21	892,9	671,0	221,9	9.581,8	7.200,6	2.381,2
22	-	-	-	-	-	-
23	-	-	-	-	-	-
24	4,7	3,3	1,4	111,3	78,9	32,3
25	13,5	11,6	1,9	321,6	275,7	45,9
26	-	-	-	-	-	-
27	1,3	1,1	0,2	53,1	43,0	10,2
28	13,1	7,9	5,2	88,5	53,4	35,1
29	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1
30	-	-	-	-	-	-
Total	31.563,5	28.496,8	3.066,6	1.536.931,0	1.399.345,5	137.585,5

Source: Own elaboration using data from INE (2010b; 2009a; 2009b; 2009c; 2009d).

Finally, we can conclude: **paper industry has an important role in intersectoral relations in Spanish economy because of its potential multiplier effect which is capable to generate a significant number of jobs. Additionally, the papermaking is sustainable from a waste generation perspective due to the fact that the paper industry and also its supply chain generate a low quantity of waste.**

Hence, it is an important challenge to go in depth in analysing the paper industry trend, or even applying these tools to other economic activities in order to develop intersectoral or territorial comparisons. Likewise, it can apply and develop other methodologies from input-output framework to study other environmental and socio-economic questions to facilitate the way to make decisions and to get sustainability between society-economy-environment.

BIBLIOGRAFÍA

- AEMA (Agencia Europea de Medio Ambiente) (2009). *Diverting waste from landfill. Effectiveness of waste-management policies in the European Union*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.
- AEMA (Agencia Europea de Medio Ambiente). (2010). En Agencia Europea de Medio Ambiente (Ed.), *El Medio Ambiente en Europa. Estado y perspectivas 2010*. Copenhague: Síntesis.
- AEMA (Agencia Europea de Medio Ambiente) (2014). Agencia Europea de Medio Ambiente. Último acceso en Marzo, 2014, disponible en: <http://www.eea.europa.eu/es>
- AENOR (Asociación Española de Normalización y Certificación) (2006a). *Gestión ambiental. Análisis del ciclo de vida. Principios y marco de referencia. (ISO 14040:2006)*.
- AENOR (Asociación Española de Normalización y Certificación) (2006b). *Gestión ambiental. Análisis del ciclo de vida. Requisitos y directrices. (ISO 14044:2006)*.
- Arminen H., Hujala M., Puumalainen K., Tuppur A., Toppinen, A. (2013). An Update on Inter-Country Differences in Recovery and Utilization of Recycled Paper. *Resources, Conservation and Recycling*, 78,124–135.
- Arminen H., Hujala M., Tuppur A. (2015). Emerging market patterns in the recycled paper trade. *Journal of Environmental Economics and Management*, 58(3), 537–553.
- ASPAPPEL (Asociación Española de Fabricantes de Pasta, Papel y Cartón). (2007a). *El papel y la industria*. Madrid: ASPAPPEL.
- ASPAPPEL (Asociación Española de Fabricantes de Pasta, Papel y Cartón). (2007b). *El papel, protagonista de nuestra historia*. Madrid: ASPAPPEL.
- ASPAPPEL (Asociación Española de Fabricantes de Pasta, Papel y Cartón). (2008). *Memoria de sostenibilidad 2008*. Madrid: ASPAPPEL.
- ASPAPPEL (Asociación Española de Fabricantes de Pasta, Papel y Cartón). (2009). *Guía de gestión de residuos (fábricas de pasta, papel y cartón) 2008*. Madrid: ASPAPPEL.
- ASPAPPEL (Asociación Española de Fabricantes de Pasta, Papel y Cartón). (2011). *Memoria de sostenibilidad 2011*. Madrid: ASPAPPEL.
- ASPAPPEL (Asociación Española de Fabricantes de Pasta, Papel y Cartón). (2013). *Memoria de sostenibilidad. Actualización 2013*. Madrid: ASPAPPEL.
- ASPAPPEL (Asociación Española de Fabricantes de Pasta, Papel y Cartón). (2014a). Boletín electrónico de la industria papelera. Especial 10 de diciembre de 2012. Último acceso en Diciembre, 2012, disponible en: <http://www.aspapel.es/es/actualidad/boletines>
- ASPAPPEL (Asociación Española de Fabricantes de Pasta, Papel y Cartón). (2014b). Web ASPAPPEL. Último acceso en Febrero, 2014, disponible en: <http://www.aspapel.es>
- ASPAPPEL (Asociación Española de Fabricantes de Pasta, Papel y Cartón). (2014c). *Informe Estadístico Anual del Sector Papelero*. Madrid: ASPAPPEL.
- Ayres R.A., Kneese A.V. (1969). Production, consumption and externalities. *American Economic Review*, 59(3), 282-297.

- BM (Banco Mundial). (2015): Datos de comercio. Último acceso en Abril, 2015, disponible en: <http://datos.bancomundial.org/tema>
- Bekhet H.A. (2011). Output, income and employment multipliers in Malaysian economy: Input-output approach. *International Business Research*, 4(1), 208-223.
- Berglund C., Söderholm P., Nilsson M. (2002). A note on inter-country differences in waste paper recovery and utilization. *Resources, Conservation and Recycling*, 34(3), 175-191.
- Berglund C., Söderholm. P. (2003). An Econometric Analysis of Global Waste Paper Recovery and Utilization. *Environmental and Resource Economics*, 26(3), 429-456.
- Bermejo Gómez de Segura R., Arto Olaizola I., Hoyos Ramos D., Garmendia Oleaga E. (2010). Menos es más: Del desarrollo sostenible al decrecimiento sostenible. *Cuadernos De Trabajo Hegoa. Lan Koadernoak. Working Papers*, 52, 1-28.
- Bjorn A., Declercq-Lopez L., Sapatari S., Mac Lean H.L. (2005). Decision support for sustainable development using a Canadian economic input-output life cycle assessment model. *Canadian Journal of Civil Engineering*, 32, 16-29.
- Camacho Ballesta J. A., Rodríguez Molina M. (2004). España ante la economía del conocimiento: El papel de los servicios a empresas intensivos en conocimiento. *Revista Asturiana De Economía*, 31, 177-201.
- Camacho Ballesta J. A., Rodríguez Molina M. (2005). Knowledge-intensive services and regional innovation: An analysis for the European regions. *Investigaciones Regionales Asociación Española De Ciencia Regional*, 7, 91-111.
- Camacho Ballesta J. A., Rodríguez Molina M., Hernández Peinado M., Ruiz Peñalver S. M., Feixas Rodríguez J. C. (2012). En estudio encargado por la Subdirección General de Residuos, de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental y Medio Natural, del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Coord: Teresa Barrés Benlloch, *Prevención y gestión de residuos: Estudio preliminar de indicadores económicos*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Secretaría General Técnica. Centro de Publicaciones. NIPO: 280-12-157-5.
- Camacho Ballesta J. A., Rodríguez Molina M., Hernández Peinado M., Ruiz Peñalver S. M., Feixas Rodríguez J. C. (2013). En Desarrollo local en tiempos de crisis: ¿el retorno de los recursos endógenos? Coord. Francisco Rodríguez Martínez, *Identificación de las actividades económicas ligadas a los residuos y su implicación con la sostenibilidad local*. Vol. 2. (Primera ed., pág. 509-522). Granada: Universidad de Granada.
- Carrera M., De Diego D. (2007). En Lecciones sobre economía mundial, Dir. José Antonio Alonso, *Comercio Internacional*, (Tercera ed., pág. 195-218). Pamplona: Thomson Civitas.
- Castañón del Valle M. (2010). *Todo residuos: 2010-2011*. Madrid: Wolter Kluwer.
- CE (Comisión Europea) (2013). World Input-Output Database. Último acceso en Febrero, 2015, disponible en: <http://www.wiod.org/>

- CE (Comisión Europea) (2014a). Síntesis de la legislación de la UE: Todo lo que desea saber sobre la legislación europea. Último acceso en Marzo, 2014, disponible en: http://europa.eu/legislation_summaries/index_es.htm
- CE (Comisión Europea) (2014b). Waste Framework Directive. Último acceso en Abril, 2014, disponible en: <http://ec.europa.eu/environment/waste/framework/list.htm>
- CEPI (Confederation of European Paper Industries) (2011). *Key statistics. European pulp and paper industry, 2011*. Bruselas: CEPI.
- CEPI (Confederation of European Paper Industries). (2012). *CEPI's online sustainability report*. Bruselas: CEPI.
- CEPI (Confederation of European Paper Industries). (2013). *CEPI Sustainability Report 2013. European Paper Industry Advancing the Bioeconomy*. Bruselas: CEPI.
- CEPI (Confederation of European Paper Industries) (2014a). Enough is enough! The EU needs to get back on track! Último acceso en Abril, 2014, disponible en: <http://www.cepi.org/node/16882>
- CEPI (Confederation of European Paper Industries) (2014b). European List of Standard Grades of Paper and Board for Recycling. EN-643. Último acceso en Abril, 2014, disponible en: <http://www.cepi.org/en643>
- Chang Y., Ries R.J., Wang Y. (2010). The embodied energy and environmental emissions of construction projects in China: An economic input-output LCA model. *Energy Policy*, 38(11), 6597–6603.
- CMMAD (Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo) (1987). Report of the World Commission on Environment and Development: Our common future (Informe Brundtland). Paper presented at the *Development and International Economic Co-Operation: Environment*. (A/42/427), disponible en: <http://daccess-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/N87/184/67/IMG/N8718467.pdf?OpenElement>
- Constitución Española. *Boletín Oficial del Estado*, N° 311.1, de 29 de diciembre de 1978, artículo 45, pág. 29320.
- Comunicación de la Comisión de 21 de diciembre de 2005. Un paso adelante en el consumo sostenible de recursos - Estrategia temática sobre prevención y reciclado de residuos. Comunicación COM (2005) 666.
- Comunicación de 3 de diciembre de 2008. Libro Verde sobre la gestión de los biorresiduos en la Unión Europea. COM (2008) 811 final.
- Costello C., Griffin W.M., Matthews H.S., Weber C.L. (2011). Inventory development and input-output model of U.S. land use: Relating land in production to consumption. *Environmental Science and Technology*, 45(11), 4937-4943.
- Cuenca García E. (2004). *Organización económica internacional* (Reimp ed.). Madrid: Pearson Educación.

- Cuerda J. C., Fernández M. J., Aguilar L. (1999). Desarrollo sostenible, innovación y medio ambiente en Andalucía. *Cartuja Innova*, 3, 18-24.
- Cumberland J.H., Korbach R.J. (1973). A regional interindustry environmental model. *Regional Science Association Papers*, 30(1), 61-75.
- Daly H. E. (1968). On economics as a Life Science. *Journal of Political Economy*, 76(3), 392-407.
- De la Rúa Lope C. (2009). *Desarrollo de la herramienta integrada "análisis de ciclo de vida - input output" para España y aplicación a tecnologías energéticas avanzadas*. Tesis doctoral, E.T.S.I. Agrónomos, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid.
- Decisión de la Comisión 94/3/CE, de 20 de diciembre de 1993, por la que se establece una lista de residuos de conformidad con la letra a) del artículo 1 de la Directiva 75/442/CEE del Consejo, relativa a los residuos (Catálogo Europeo de Residuos). *Diario Oficial de las Comunidades Europeas L 5/15*, de 7 de enero de 1994.
- Decisión de la Comisión 2000/532/CE del 3 de mayo de 2000, que sustituye a la Decisión 94/3/CE por la que se establece una lista de residuos de conformidad con la letra a) del artículo 1 de la Directiva 75/442/CEE del Consejo relativa a los residuos y a la Decisión 94/904/CE del Consejo por la que se establece una lista de residuos peligrosos en virtud del apartado 4 del artículo 1 de la Directiva 91/689/CEE del Consejo relativa a los residuos peligrosos. *Diario Oficial de la Unión Europea L 226*, de 6 de septiembre de 2000.
- Del Castillo Cuervo-Arango F. (1989). La evolución del análisis input-output regional y la experiencia española. *Ekonomiaz: revista vasca de economía*, 105-140.
- Del Río González P. (2005). Analysing the factors influencing clean technology adoption: A study of the Spanish pulp and paper industry. *Business Strategy and the Environment*, 14(1), 20-37.
- Delgado L., Catarino A. S., Eder P., Litten D., Luo, Z., Villanueva A. (2009). *End of waste criteria. Final report*. (JRC53238 ed.). Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.
- Directiva del Consejo de 15 de julio de 1975 relativa a los residuos (75/442/CEE). *Diario Oficial de las Comunidades Europeas L 194/39*, de 25 de julio de 1975.
- Directiva 94/62/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 20 de diciembre de 1994, relativa a los envases y residuos de envases. *Diario Oficial de las Comunidades Europeas L 365/0010*, de 31 de diciembre de 1994.
- Directiva 2000/53/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 18 de septiembre de 2000, relativa a los vehículos al final de su vida útil. *Diario Oficial de las Comunidades Europeas L 269/0034*, de 21 de octubre de 2000.

- Directiva 2002/96/CE del parlamento europeo y del consejo, de 27 de enero de 2003, sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE). *Diario Oficial de las Comunidades Europeas L 37/0024*, de 13 de febrero de 2003.
- Directiva 2004/12/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de febrero de 2004, por la que se modifica la Directiva 94/62/CE relativa a los envases y residuos de envases. *Diario Oficial L 047/0026*, de 18 de febrero de 2004.
- Directiva 2004/35/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 21 de abril de 2004 sobre responsabilidad medioambiental en relación con la prevención y reparación de daños medioambientales. *Diario Oficial de la Unión Europea L 143/56*, de 30 de abril de 2004.
- Directiva 2006/12/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 5 de abril de 2006 relativa a los residuos. *Diario Oficial de la Unión Europea L 114/9*, de 27 de abril de 2006.
- Directiva 2006/21/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 15 de marzo de 2006 sobre la gestión de los residuos de industrias extractivas y por la que se modifica la directiva 2004/35/CE. *Diario Oficial de la Unión Europea L 102/0015*, de 11 de abril de 2006.
- Directiva 2006/66/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 6 de septiembre de 2006, relativa a las pilas y acumuladores y a los residuos de pilas y acumuladores. *Diario Oficial de la Unión Europea L 266/0001*, de 26 de septiembre de 2006.
- 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. *Diario Oficial de la Unión Europea L 312/3*, de 22 de noviembre de 2008.
- Duchin F., Steenge B., Vercelli A. (1991). Environment and economics. *Structural Change and Economic Dynamics*, 2(2), 251-253.
- Duchin F. (1992). Industrial input-output analysis: Implications for industrial ecology. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 89(3), 851-855.
- Duchin F. (1998). *Structural economics: Measuring change in technology, lifestyles, and the environment*. Washington DC: Island Press.
- Duchin F. (2004). Input-output economics and material flows. *Rensselaer Working Papers in Economics*, 0424, 1-20.
- Elizalde Hevia A. (2009). ¿Qué desarrollo puede llamarse sostenible en el siglo XXI?: La cuestión de los límites y las necesidades humanas. *Revista de Educación*, 1, 53-75.
- EPA (Environmental Protection Agency). (2002). *European waste catalogue and hazardous waste list*. Wexford: EPA.
- ERPC (European Recovered Paper Council) (2011): *Declaración Europea sobre el reciclaje del papel 2011-2015*. Bruselas: ERPC.
- ERPC (European Recovered Paper Council) (2014): *Paper Recycling. Monitoring Report 2013*. Bruselas: ERPC.

- Eurostat (2010). *Manual on waste statistics. A handbook for data collection on waste generation and treatment.* (2010 Edition ed.). Luxembourg: Publications Office of the European Union. Eurostat: Methodologies and Working papers. European Commission.
- Eurostat (2014a). Statistics by theme. Último acceso en Abril, 2014, disponible en: http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/statistics/search_database
- Eurostat. (2014b). RAMON Eurostat's metadata server. Último acceso en Abril, 2014, disponible en: http://ec.europa.eu/eurostat/ramon/index.cfm?TargetUrl=DSP_PUB_WELC
- Forsell O., Polenske K. R. (1998). Introduction: Input-output and the environment. *Economic Systems Research*, 10(2), 91-97.
- Fuentes Torrijo X. (2003). Los resultados de la Cumbre de Johannesburgo. *Estudios Internacionales*, 140, 29-53.
- Gaona Pérez A. (2000). Desarrollo sostenible y desarrollo solidario. *Comunicar: Revista Científica Iberoamericana De Comunicación y Educación*, 15, 83-91.
- Ghinea C., Petraru M., Gavrilescu M., Bressers H. (2011). *Waste management and recovery of fibres-The impact on climate change*, IGS-SENSE Conf., Disponible en: http://www.utwente.nl/igs/research/conferences/2011/resilient_societies/Papers%20and%20presentations%20CLIMATE%20CHANGE/
- Ghinea C., Petraru M., Bressers H. Th. A., Gavrilescu M. (2012). Environmental evaluation of waste management scenarios-significance of the boundaries, *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, 20, 76-85.
- Gómez Piñeiro F. J. (1989). Acciones y programas comunitarios en materia de medio ambiente. *Lurralde: investigaciones espaciales*, 12, 9-14.
- González C., Martín C., Goodland R. (1997). *Medio ambiente y desarrollo sostenible: Más allá del informe Brundtland*. Madrid: Trotta.
- Granados Sánchez J. (2010). *Manual de medio ambiente y sostenibilidad*. Madrid: Dykinson.
- Grid Arendal (Centro colaborador de la UNEP). (2014). La estrategia mundial para la conservación. Último acceso Marzo, 2014, disponible en: <http://www.grida.no/publications/other/geo3/?src=/geo/geo3/spanish/049.htm>
- Hawkins T., Hendrickson C., Higgins C., Matthews H. S., Suh S. (2007). A mixed-unit input-output model for environmental life-cycle assessment and material flow analysis. *Environmental Science & Technology*, 41(3), 1024-1031.
- Hendrickson C., Horvath A., Joshi S., Lave L. (1998). Economic input-output models for environmental life-cycle assessment. *American Chemical Society*, 32(7), 184-191.
- Hendrickson C. T., Lave L. B., Matthews H. S. (2006). *Environmental life cycle assessment of goods and services: An input-output approach*. Washington, DC: Resources for the Future.

- Hoekstra R., van den Bergh J.C.J.M. (2006). Constructing physical input-output tables for environmental modeling and accounting: Framework and illustrations. *Ecological Economics*, 59(3), 375-393.
- Holik H. (2013a). In Herbet Holik (Ed.), *Handbook of paper and board. Volume 1.* (2ª edición ed.). Weinheim: Wiley-VCH.
- Holik H. (2013b). In Herbert Holik (Ed.), *Handbook of paper and board. Volume 2.* (2ª edición ed.). Weinheim: Wiley-VCH.
- Hong J., Li X. 2012. Environmental assessment of recycled printing and writing paper: A case study in China. *Waste Management*, 32(2), 264-270.
- Hortal, M., León, J., Dobón, A. y Moya, D. (2011): *Impactos ambientales derivados de las operaciones de transporte de papel para reciclar con destino a China.* Valencia, Instituto Tecnológico del Embalaje, Transporte y Logística (ITENE).
- Huijbregts M. A. J., Hellweg S., Frischknecht R., Hungerbuhler K., Hendriks A. J. (2008). Ecological footprint accounting in the life cycle assessment of products. *Ecological Economics*, 64(4), 798-807.
- IECA (Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía) (2014). Datos espaciales. Último acceso en Diciembre, 2013, disponible en: <http://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia/DERA/>
- INE (Instituto Nacional de Estadística) (2009a). Marco input-output. Tabla simétrica 2005. Último acceso en Febrero, 2015, disponible en: <http://www.ine.es/daco/daco42/cne00/cneio2000.htm>
- INE (Instituto Nacional de Estadística) (2009b). Encuesta sobre generación de residuos en el sector servicios 2005. Último acceso en Febrero, 2015, disponible en: <http://www.ine.es/jaxi/menu.do?tandpe=pcaxis&path=2Ft262Fe0682Fp01&file=inebase&L=0>
- INE (Instituto Nacional de Estadística) (2009c). Estadística sobre la generación de residuos en la agricultura 2003-2006. Último acceso en Febrero, 2015, disponible en: <http://www.ine.es/jaxi/menu.do?tandpe=pcaxis&path=2Ft262Fe0682Fp01&file=inebase&L=0>
- INE (Instituto Nacional de Estadística) (2009d). Estadística sobre la generación de residuos en la pesca y en la acuicultura 2004-2006. Último acceso en Febrero, 2015, disponible en: <http://www.ine.es/jaxi/menu.do?tandpe=pcaxis&path=2Ft262Fe0682Fp01&file=inebase&L=0>
- INE (Instituto Nacional de Estadística) (2010a). Actualización del reglamento (CE) nº 2150/2002 del Parlamento Europeo y del Consejo. Último acceso en Abril, 2014, disponible en: <http://www.ine.es/daco/daco42/resiurba/reglamento.pdf>

- INE (Instituto Nacional de Estadística) (2010b). Encuesta sobre generación de residuos en el sector industrial 2005. Último acceso en Febrero, 2015, disponible en: <http://www.ine.es/jaxi/menu.do?tandpe=pcaxis&path=2Ft262Fe0682Fp01&file=inebase&L=0>
- Informe de la Comisión al Consejo, al Parlamento Europeo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones sobre la aplicación de la directiva 2000/53/CE relativa a los vehículos al final de su vida útil durante el período 2002-2005, Informe SEC (2007) 1348 (2007).
- Informe de la Comisión al Consejo, al Parlamento Europeo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones sobre la aplicación de la directiva 2000/53/CE relativa a los vehículos al final de su vida útil durante el período 2005-2008, Informe (2009).
- Isard W., Bassett K., Choguill C., Furtado J., Izumita R., Kissin J., Tatlock R. (1968). On the linkage of socio-economic and ecologic systems. *Papers in Regional Science*, 21(1), 79-99.
- Joshi S. (2000). Product environmental life-cycle assessment using input-output techniques. *Journal of Industrial Ecology*, 3(2-3), 95-120.
- Karmperis A. C., Aravossis K., Tatsiopoulos I. P., Sotirchos A. (2013): Decision support models for solid waste management: Review and game-theoretic approaches, *Waste Management*, 33(5), 1290-1301.
- Lahr M. L., Dietzenbacher E. (2001). *Input-output analysis: Frontiers and extensions*. Houndmills: Palgrave.
- Lenzen M. (2001). A generalised input-output multiplier calculus for Australia. *Economic Systems Research*, 13(1), 65-92.
- Lenzen M., Dey C.J. (2002). Economic, energy and greenhouse emissions impacts of some consumer choice, technology and government outlay options. *Energy Economy*, 24(4), 377-403.
- Lenzen M., Murray S. A., Korte B., Dey C. J. (2003). Environmental impact assessment including indirect effects—a case study using input–output analysis. *Environmental Impact Assessment Review*, 23(3), 263-282.
- Leontief W. (1941). *The structure of American economy: 1919-1929*. New York: University Press.
- Leontief W. (1970). Environmental repercussions and the economic structure: An input-output approach. *The Review of Economics and Statistics*, 52(3), 262-271.
- Lewandowska A., Foltynowicz, Z. (2004). New Direction of Development in Environmental Life Cycle Assessment. *Polish Journal of Environmental Studies*, 13, 436-466.
- Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados. *Boletín Oficial del Estado Sec. I. Pág. 85650*, de 29 de julio de 2011.

- Liang S., Zhang T., Xu Y. (2012). Comparisons of four categories of waste recycling in China's paper industry based on physical input-output life-cycle assessment model. *Waste Management*, 32(3), 603-612.
- Liu H., Xi Y., Guo J., Li X. (2010): Energy embodied in the international trade of China: An energy input-output analysis. *Energy Policy*, 38 (8), 3957-3964.
- Lu W., Zhang T. (2010). Life-cycle implications of using crop residues for various energy demands in China. *Environmental Science and Technology*, 44 (10), 4026-4032.
- MAGRAMA (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente) (2013b). *Programa estatal de prevención de residuos. 2014-2020*. Madrid: MAGRAMA.
- MAGRAMA (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente) (2013c). En Elisa Rivera Mendoza (Ed.), *Perfil ambiental de España 2012. Análisis basado en indicadores*. Madrid: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Catálogo de Publicaciones de la Administración General del Estado. NIPO: 280-13-050-3
- MAGRAMA (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente) (2014a). Actividad legislativa. Último acceso en Abril, 2014, disponible en: <http://www.magrama.gob.es/es/ministerio/actividad-legislativa/default.aspx>
- MAGRAMA (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente) (2014b). Informe Dobris. Último acceso en Abril, 2014, disponible en: http://www.magrama.gob.es/es/ceneam/recursos/materiales/conservacion-medio-ambiente/medio_ambiente_en_europa_dobris.aspx
- Martínez Peinado, J. (2008). El capitalismo global en China y China en el capitalismo global: la nueva economía mundial. *Revista de Economía Mundial*, 18, 311-324.
- Melchor Ferrer E., Genaro Moya M. D. (2012). *Economía aplicada: Introducción teórica y práctica* (3ª ed.). Valencia: Tirant lo Blanch.
- Michalek J., Hendrickson C., Cagan J. (2011). Using economic input-output life cycle assessment to guide sustainable design. *Proceedings of the 2011 International Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference IDETC/CIE 2011*, Washington DC, USA. 1-8.
- Miller R. (2009). *Input-output analysis: Foundations and extensions*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Ministry of Environmental Protection of China (2006). *Environmental protection control standard for imported solid wastes as raw materials. Waste and scrap of paper or paperboard*. Beijing: Ministry of Environmental Protection of China. Disponible en: http://english.mep.gov.cn/standards_reports/standards/Solid_Waste/SW_control/200710/t20071024_111914.htm
- Moraño Fernández, J. A., Sánchez Ruiz, L. M. (2012). *Cálculo y álgebra con Mathematica 8*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.

- Moreno Jiménez A., Cañada Torrecillas R. (2007). *Sistemas y análisis de la información geográfica: Manual de autoaprendizaje con ArcGIS* (2ª ed.). Madrid: Ra-Ma.
- Morillas Raya, A. (1982). El modelo de Leontief (input-output): Formulación y limitaciones. *Cuadernos De Ciencias Económicas y Empresariales*, 9, 189-216.
- Morrissey, A. J., Browne J. (2004). Waste management models and their application to sustainable waste management. *Waste Management*, 24(3), 297-308.
- Muñoz Ciudad C., Iráizoz B., Rapún M. (2008). *Las cuentas de la nación I: Introducción a la economía aplicada* (3ª, ed.). Madrid: Thomson.
- NU (Naciones Unidas) (1997a). Cumbre para la tierra +5. Último acceso en Julio, 2012, disponible en: <http://www.un.org/spanish/conferences/cumbre&5.htm>
- NU (Naciones Unidas) (1997b). Declaración de Río sobre el medio ambiente y el desarrollo: Aplicación y ejecución. Informe del secretario general. Último acceso en Julio, 2013, disponible en: <http://www.cinu.org.mx/eventos/conferencias/johannesburgo/documentos/declaracio.pdf>
- NU (Naciones Unidas) (1998). In Department of Economic and Social Affairs. Statistics Division. (Ed.), *International merchandise trade statistics: Concepts and definitions* (United Nations Publication ed.). New York: UN.
- NU (Naciones Unidas). (2013a). Día mundial de la población. Último acceso en Marzo, 2014, disponible en: <http://www.un.org/es/events/populationday/2013/sgmessage.shtml>
- NU (Naciones Unidas). (2013b). UN Comtrade Database. Último acceso en Enero, 2014, disponible en: <http://comtrade.un.org/>
- NU (Naciones Unidas). (2014). Portal de la labor del sistema de Naciones Unidas sobre el cambio climático. Último acceso en Marzo, 2014, disponible en: <http://www.un.org/es/climatechange/Kioto.shtml>
- Nakamura S., Kondo Y. (2002). Input-output analysis of waste management, *Journal of Industrial Ecology*, 6(1), 39-63.
- Nakamura S., Kondo Y. (2009). *Waste input-output analysis: Concepts and application to industrial ecology* (26ª ed.). Delft: Springer.
- OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico) (2015): Gross Domestic Product. GDP Indicator. Último acceso en Abril, 2015, disponible en: <http://data.oecd.org/gdp/gross-domestic-product-gdp.htm>
- Ojeda Rivera J. F. (1999). Naturaleza y desarrollo: Cambios en la consideración política de lo ambiental durante la segunda mitad del siglo XX. *Papeles De Geografía*, 30, 103-118.
- OMC (Organización Mundial del Comercio) (2015): Bases de datos y series cronológicas. Último acceso en Abril, 2015, disponible en: https://www.wto.org/spanish/res_s/statis_s/merch_trade_stat_s.htm

- ORDEN MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos. *Boletín Oficial del Estado* 6494, de 19 de febrero de 2002.
- Peters G. P., Hertwich E. G. (2006). A comment on “Functions, commodities and environmental impacts in an ecological–economic model”. *Ecological Economics*, 59(1), 1-6.
- Peña Llopis J. (2009). *Sistemas de información geográfica aplicados a la gestión del territorio: Entrada, manejo, análisis y salida de datos espaciales: Teoría general y práctica para ESRI ArcGIS 9* (4ª ed.). San Vicente, Alicante: Club Universitario.
- Portal Río +20. (2012). Portal Río +20. Construyendo la cumbre de los pueblos río +20. Último acceso, Marzo, 2014, disponible en: <http://rio20.net>
- RAE (Real Academia Española de la Lengua) (2014). Real academia española de la lengua. Último acceso en Abril, 2014, disponible en: www.rae.es
- Reglamento (CE) nº 2223/96 del Consejo de 25 de junio de 1996 relativo al Sistema Europeo de Cuentas nacionales y Regionales de la Comunidad. *Diario Oficial L 310/0001*, de 30 de noviembre de 1996.
- Reglamento (UE) nº 849/2010 de la Comisión de 27 de septiembre de 2010 por el que se modifica el Reglamento (CE) nº 2150/2002 del Parlamento Europeo y del Consejo, relativo a las estadísticas sobre residuos. *Diario Oficial L 253/2*, de 28 de septiembre de 2010.
- Reglamento (UE) nº 549/2013 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 21 de mayo de 2013, relativo al Sistema Europeo de Cuentas Nacionales y Regionales de la Unión Europea. *Diario Oficial L 174/1*, de 26 de junio de 2013.
- REPACAR (Asociación Española de Recuperadores de Papel y Cartón). (2012). *Memoria de actividades de REPACAR 2012*. Madrid: REPACAR.
- REPACAR (Asociación Española de Recuperadores de Papel y Cartón). (2013a). Lo que esconde el reciclaje made in Europe: La destrucción de empleo verde en Europa. *Boletín Electrónico De La Recuperación Del Papel y Cartón*, 114, Febrero 2014-2-3.
- REPACAR (Asociación Española de Recuperadores de Papel y Cartón). (2013b). REPACAR celebra con éxito de participación su 2ª asamblea general de asociados de 2013 y el 5º congreso de papel recuperado. *Boletín Electrónico De La Recuperación Del Papel y Cartón, Boletín Especial. 5º Congreso*, 1-6.
- REPACAR (Asociación Española de Recuperadores de Papel y Cartón). (2013c). Reciclaje made in Europe. *Boletín Electrónico Especial De La Recuperación Del Papel y Cartón, Boletín especial. Reciclaje Made in Europe*, 1-5.
- REPACAR (Asociación Española de Recuperadores de Papel y Cartón). (2014a). En la Unión Europea no hay capacidad suficiente para reciclar todos los residuos de papel y cartón que se recuperan. *Boletín Electrónico De La Recuperación Del Papel y Cartón*, 115, 1-2.

- Resolución de 20 de enero de 2009, de la secretaría de estado de cambio climático, por la que se publica el acuerdo del consejo de ministros por el que se aprueba el plan nacional integrado de residuos para el período 2008- 2015. *Boletín Oficial del Estado* 49, Pág. 19893, de 26 de febrero de 2009.
- Resolución de 20 de diciembre de 2013, de la dirección general de calidad y evaluación ambiental y medio natural, por la que se publica el acuerdo del consejo de ministros de 13 de diciembre de 2013, por el que se aprueba el programa estatal de prevención de residuos 2014-2020. *Boletín Oficial del Estado* 20, Pág. 4270, de 23 de enero de 2014.
- Ruiz Peñalver S. M., Camacho Ballesta J. A. (2011). Los empleos verdes: Retos y oportunidades en tiempo de crisis. *III Congreso Anual De La Red Española De Política Social*. Pamplona. *Panel 4: Políticas activas de empleo, actores políticos, actores sociales y mercado de trabajo*, 1-23.
- Ruiz Peñalver S. M., Rodríguez Molina M., Camacho Ballesta J. A. (2014). Direct and indirect generation of waste in the Spanish paper industry. *Waste Management*, 34(1), 3-11.
- Salvador A. (2012). El proceso de apertura de la economía china a la inversión extranjera. *Revista de Economía Mundial*, 30, 209-231.
- Samakovlis E. (2003). The relationship between waste paper and other inputs in the Swedish paper industry. *Environmental and Resource Economics*, 25(2), 191-212.
- Sánchez Inarejos J. J. (2002). La globalización y el desarrollo sostenible. *Encuentros Multidisciplinares*, 4(10), 2-7.
- Smurfit Kappa, S. A. (2013). Proceso productivo del molino San Felipe. Último acceso en Febrero, 2014, disponible en: <http://www.smurfitkappa.com/vHome/ve/Newsroom/PressReleases/Paginas/Proceso-Productivo-Molino-San-Felipe.aspx#sthash.z9fZZIpb.dpuf>
- Stern N. (2007). *El informe Stern: La verdad sobre el cambio climático* (Traducción A. Santos, J. Vilaltella). Barcelona: Paidós.
- Suh S., Lenzen M., Treloar G. J., Hondo H., Horvath A., Huppes G., Moriguchi Y. (2004). System boundary selection in life-cycle inventories using hybrid approaches. *Environmental Science and Technology*, 38(3), 657-664.
- Suh S. (2004). Functions, commodities and environmental impacts in an ecological-economic model. *Ecological Economics*, 48(4), 451-467.
- Tarancón Morán M. Á. (2010). *Técnicas de análisis económico input-output*. Alicante: ECU.
- Timmer M.P. (2012). In Marcel P. Timmer (Ed.), *The world input-output database (WIOD): Contents, sources and methods*, *WIOD working paper number, 10*.
- Torraspapel, S.A. (2008). *Formación. Fabricación del papel*. Barcelona: Torraspapel.
- Valadkhani A. (2003). Using input-output analysis to identify Australia's high employment generating industries. *Australian Bulletin of Labour*, 29(3), 199-217.

-
- Villanueva A., Wenzel H. (2007). Paper waste-recycling, incineration or landfilling? A review of existing life cycle assessments. *Waste Management*, 27(8), S29-S46.
- Villanueva A., Delgado L., Luo Z., Eder P., Catarino A. S., Litten D. (2010). *Study on the selection of waste streams for end-of-waste assessment. Final report.* (JRC58206 ed.). Seville: Joint Research Centre (JRC) and Institute for Prospective Technological Studies (IPTS). Doi: 10.2791/41968
- Villanueva A., Eder P. (2011). *End-of-waste criteria for waste paper: Technical proposals.* (JRC64346 ed.). Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- w2d (2010). *Desarrollo más urbano.* Último acceso en Agosto, 2012, disponible en: www.desarrollomasurbano.com
- West G. R. (1995). Comparison of Input-Output, Input-Output+Econometric and computable general equilibrium impact models at the regional level. *Economic System Research*, 7(2), 209-227.

ANEXOS

ANEXO 1. MATRIZ DE COEFICIENTES TÉCNICOS INTERIOR.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	0.054	0.000	0.001	0.000	0.052	0.034	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.049	0.037	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
4	0.000	0.000	0.003	0.006	0.006	0.000	0.000	0.001	0.009	0.000	0.000	0.000	0.020	0.009	0.005
5	0.191	0.011	0.112	0.097	0.206	0.012	0.028	0.020	0.067	0.246	0.557	0.084	0.083	0.003	0.155
6	0.000	0.000	0.022	0.000	0.008	0.166	0.001	0.009	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
7	0.002	0.000	0.007	0.013	0.007	0.001	0.181	0.031	0.001	0.001	0.006	0.000	0.000	0.000	0.010
8	0.001	0.000	0.000	0.001	0.010	0.006	0.010	0.040	0.008	0.002	0.170	0.000	0.000	0.000	0.000
9	0.022	0.001	0.004	0.045	0.014	0.022	0.019	0.050	0.021	0.005	0.006	0.083	0.000	0.000	0.003
10	0.008	0.003	0.000	0.030	0.009	0.011	0.011	0.006	0.015	0.042	0.011	0.101	0.005	0.000	0.009
11	0.000	0.000	0.000	0.000	0.012	0.000	0.000	0.012	0.000	0.000	0.014	0.000	0.000	0.000	0.000
12	0.008	0.000	0.003	0.004	0.001	0.002	0.001	0.001	0.002	0.000	0.001	0.001	0.002	0.000	0.000
13	0.012	0.000	0.002	0.062	0.016	0.016	0.021	0.040	0.018	0.013	0.007	0.020	0.155	0.004	0.002
14	0.000	0.000	0.004	0.008	0.004	0.007	0.001	0.017	0.009	0.001	0.000	0.001	0.099	0.000	0.000
15	0.005	0.002	0.000	0.013	0.004	0.005	0.002	0.008	0.004	0.003	0.016	0.021	0.014	0.002	0.358
16	0.013	0.013	0.006	0.012	0.010	0.008	0.006	0.006	0.009	0.004	0.023	0.047	0.004	0.001	0.012
17	0.046	0.006	0.030	0.026	0.027	0.042	0.070	0.043	0.016	0.032	0.025	0.005	0.019	0.000	0.022
18	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000	0.001	0.001	0.006	0.001	0.002	0.000	0.002	0.000	0.001
19	0.002	0.001	0.013	0.017	0.008	0.022	0.009	0.009	0.022	0.008	0.002	0.027	0.029	0.003	0.006
20	0.003	0.002	0.002	0.028	0.030	0.036	0.036	0.038	0.026	0.015	0.001	0.000	0.005	0.001	0.006
21	0.004	0.000	0.073	0.047	0.013	0.012	0.005	0.016	0.015	0.007	0.011	0.000	0.001	0.000	0.001
22	0.003	0.008	0.020	0.003	0.001	0.003	0.002	0.002	0.002	0.002	0.000	0.003	0.002	0.001	0.002
23	0.008	0.008	0.007	0.007	0.008	0.012	0.006	0.008	0.007	0.009	0.005	0.007	0.013	0.007	0.006
24	0.000	0.003	0.007	0.028	0.015	0.018	0.010	0.010	0.022	0.020	0.013	0.012	0.024	0.006	0.019
25	0.001	0.008	0.003	0.050	0.043	0.038	0.026	0.056	0.055	0.041	0.008	0.104	0.045	0.012	0.014
26	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
27	0.001	0.001	0.002	0.001	0.002	0.003	0.002	0.001	0.004	0.001	0.001	0.003	0.002	0.001	0.000
28	0.007	0.003	0.003	0.001	0.001	0.003	0.002	0.000	0.002	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000
29	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
30	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	0.002	0.005	0.010	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.001	0.001	0.001	0.007	0.000
2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
3	0.000	0.000	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
4	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000
5	0.066	0.014	0.189	0.061	0.100	0.047	0.014	0.008	0.012	0.104	0.030	0.023	0.036	0.074	0.000
6	0.000	0.002	0.006	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000	0.002	0.001	0.000
7	0.000	0.001	0.003	0.000	0.000	0.007	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000
8	0.000	0.001	0.001	0.003	0.000	0.001	0.004	0.003	0.001	0.007	0.005	0.003	0.001	0.002	0.000
9	0.003	0.001	0.008	0.002	0.000	0.005	0.000	0.000	0.001	0.006	0.002	0.000	0.024	0.008	0.000
10	0.003	0.002	0.004	0.008	0.002	0.005	0.000	0.000	0.001	0.001	0.008	0.001	0.001	0.005	0.000
11	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
12	0.003	0.002	0.002	0.001	0.007	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.002	0.002	0.001	0.005	0.000
13	0.030	0.021	0.005	0.020	0.002	0.013	0.006	0.005	0.005	0.011	0.020	0.009	0.006	0.010	0.000
14	0.003	0.003	0.001	0.001	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.003	0.002	0.001	0.001	0.000
15	0.012	0.012	0.012	0.016	0.003	0.038	0.010	0.011	0.087	0.014	0.009	0.013	0.008	0.020	0.000
16	0.032	0.007	0.011	0.004	0.059	0.006	0.004	0.000	0.006	0.005	0.006	0.003	0.015	0.011	0.000
17	0.007	0.030	0.034	0.008	0.020	0.006	0.002	0.000	0.002	0.013	0.018	0.006	0.020	0.016	0.000
18	0.002	0.003	0.001	0.029	0.001	0.002	0.009	0.005	0.001	0.010	0.006	0.005	0.007	0.009	0.000
19	0.015	0.018	0.013	0.132	0.007	0.017	0.026	0.018	0.015	0.050	0.032	0.009	0.010	0.019	0.000
20	0.012	0.053	0.001	0.004	0.011	0.154	0.002	0.000	0.002	0.003	0.007	0.001	0.002	0.004	0.000
21	0.009	0.040	0.000	0.013	0.170	0.165	0.001	0.000	0.002	0.005	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000
22	0.005	0.007	0.003	0.001	0.010	0.002	0.242	0.000	0.013	0.005	0.000	0.001	0.001	0.001	0.000
23	0.015	0.012	0.010	0.009	0.009	0.005	0.047	0.058	0.041	0.008	0.010	0.003	0.005	0.009	0.000
24	0.096	0.061	0.044	0.051	0.036	0.028	0.029	0.030	0.035	0.028	0.018	0.017	0.025	0.034	0.000
25	0.079	0.047	0.017	0.065	0.026	0.027	0.060	0.045	0.030	0.047	0.060	0.015	0.040	0.048	0.000
26	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
27	0.002	0.002	0.001	0.001	0.001	0.000	0.000	0.001	0.001	0.002	0.001	0.002	0.001	0.001	0.000
28	0.003	0.005	0.002	0.003	0.001	0.000	0.001	0.001	0.001	0.004	0.002	0.001	0.046	0.002	0.000
29	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
30	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

ANEXO 2. MATRIZ INVERSA DE LEONTIEF.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	1.074	0.001	0.012	0.011	0.074	0.048	0.005	0.006	0.008	0.021	0.044	0.012	0.010	0.001	0.020
2	0.001	1.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.061	0.041	0.002	0.001	0.008	0.000	0.000	0.000	0.001
3	0.000	0.000	1.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
4	0.003	0.000	0.005	1.010	0.009	0.002	0.002	0.004	0.011	0.003	0.006	0.003	0.026	0.009	0.010
5	0.289	0.022	0.172	0.192	1.332	0.074	0.085	0.087	0.130	0.363	0.790	0.199	0.165	0.011	0.345
6	0.003	0.000	0.028	0.002	0.013	1.200	0.003	0.013	0.003	0.004	0.011	0.002	0.002	0.000	0.004
7	0.006	0.000	0.011	0.019	0.013	0.003	1.223	0.042	0.004	0.005	0.023	0.003	0.003	0.000	0.023
8	0.006	0.001	0.003	0.005	0.018	0.010	0.015	1.047	0.011	0.008	0.192	0.005	0.003	0.000	0.005
9	0.030	0.002	0.009	0.052	0.024	0.031	0.027	0.058	1.026	0.013	0.031	0.091	0.005	0.001	0.012
10	0.014	0.004	0.004	0.037	0.016	0.017	0.017	0.011	0.019	1.049	0.024	0.111	0.010	0.001	0.020
11	0.004	0.000	0.002	0.002	0.016	0.001	0.001	0.014	0.002	0.005	1.026	0.002	0.002	0.000	0.004
12	0.009	0.000	0.004	0.005	0.003	0.004	0.002	0.002	0.003	0.001	0.003	1.002	0.003	0.000	0.001
13	0.026	0.002	0.012	0.086	0.034	0.032	0.039	0.059	0.031	0.029	0.042	0.038	1.194	0.006	0.017
14	0.005	0.000	0.007	0.019	0.010	0.013	0.007	0.025	0.013	0.006	0.012	0.007	0.120	1.001	0.004
15	0.018	0.006	0.014	0.041	0.023	0.024	0.017	0.027	0.020	0.019	0.049	0.049	0.040	0.006	1.573
16	0.021	0.014	0.012	0.022	0.021	0.018	0.016	0.015	0.016	0.013	0.041	0.056	0.010	0.002	0.027
17	0.063	0.008	0.042	0.043	0.049	0.062	0.097	0.060	0.027	0.050	0.068	0.022	0.033	0.001	0.052
18	0.002	0.001	0.002	0.004	0.004	0.003	0.004	0.004	0.009	0.003	0.006	0.004	0.005	0.000	0.004
19	0.012	0.004	0.025	0.037	0.024	0.042	0.024	0.025	0.037	0.023	0.025	0.050	0.050	0.005	0.023
20	0.021	0.004	0.028	0.053	0.053	0.058	0.059	0.057	0.040	0.036	0.047	0.016	0.017	0.002	0.029
21	0.019	0.002	0.100	0.076	0.037	0.036	0.027	0.039	0.032	0.026	0.046	0.013	0.012	0.001	0.018
22	0.007	0.011	0.029	0.008	0.005	0.008	0.007	0.007	0.005	0.006	0.005	0.008	0.006	0.002	0.007
23	0.016	0.010	0.014	0.017	0.018	0.023	0.015	0.017	0.014	0.018	0.022	0.017	0.024	0.008	0.019
24	0.017	0.007	0.023	0.052	0.037	0.041	0.031	0.030	0.039	0.040	0.048	0.038	0.045	0.008	0.050
25	0.029	0.013	0.027	0.086	0.078	0.070	0.056	0.086	0.079	0.075	0.077	0.144	0.079	0.016	0.054
26	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
27	0.002	0.001	0.003	0.002	0.003	0.005	0.003	0.002	0.005	0.002	0.004	0.005	0.003	0.001	0.001
28	0.009	0.003	0.004	0.003	0.003	0.005	0.004	0.002	0.003	0.001	0.002	0.003	0.002	0.000	0.001
29	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
30	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	0.010	0.009	0.027	0.008	0.011	0.008	0.004	0.002	0.004	0.012	0.006	0.004	0.006	0.015	0.000
2	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
3	0.000	0.000	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
4	0.002	0.001	0.002	0.002	0.002	0.002	0.001	0.001	0.001	0.002	0.001	0.001	0.001	0.003	0.000
5	0.131	0.064	0.276	0.138	0.181	0.143	0.058	0.031	0.061	0.171	0.072	0.045	0.075	0.133	0.000
6	0.002	0.003	0.010	0.002	0.002	0.002	0.001	0.000	0.001	0.003	0.002	0.001	0.004	0.003	0.000
7	0.002	0.003	0.007	0.003	0.004	0.013	0.001	0.001	0.003	0.004	0.001	0.001	0.001	0.006	0.000
8	0.003	0.003	0.005	0.006	0.003	0.004	0.007	0.004	0.003	0.011	0.007	0.004	0.003	0.005	0.000
9	0.007	0.004	0.015	0.007	0.006	0.010	0.003	0.001	0.003	0.011	0.005	0.002	0.028	0.012	0.000
10	0.007	0.005	0.009	0.013	0.007	0.011	0.002	0.001	0.004	0.005	0.011	0.002	0.003	0.009	0.000
11	0.002	0.001	0.003	0.002	0.002	0.002	0.001	0.000	0.001	0.002	0.001	0.001	0.001	0.002	0.000
12	0.004	0.003	0.003	0.002	0.008	0.003	0.000	0.000	0.000	0.002	0.003	0.002	0.002	0.006	0.000
13	0.044	0.032	0.017	0.035	0.016	0.027	0.015	0.009	0.011	0.022	0.030	0.013	0.013	0.019	0.000
14	0.008	0.007	0.004	0.006	0.006	0.004	0.002	0.001	0.002	0.004	0.007	0.004	0.003	0.004	0.000
15	0.043	0.039	0.034	0.047	0.033	0.088	0.034	0.026	0.146	0.036	0.024	0.026	0.023	0.044	0.000
16	1.039	0.015	0.018	0.010	0.070	0.024	0.009	0.002	0.010	0.010	0.010	0.005	0.019	0.016	0.000
17	0.017	1.039	0.049	0.020	0.033	0.022	0.009	0.004	0.009	0.024	0.025	0.010	0.027	0.026	0.000
18	0.005	0.006	1.003	0.036	0.004	0.005	0.015	0.007	0.003	0.013	0.009	0.006	0.009	0.011	0.000
19	0.032	0.032	0.025	1.165	0.023	0.036	0.050	0.027	0.025	0.068	0.046	0.014	0.020	0.031	0.000
20	0.023	0.070	0.016	0.016	1.055	0.202	0.007	0.002	0.007	0.014	0.014	0.004	0.009	0.013	0.000
21	0.021	0.067	0.012	0.026	0.221	1.244	0.006	0.002	0.007	0.015	0.008	0.003	0.006	0.009	0.000
22	0.011	0.013	0.007	0.005	0.017	0.008	1.321	0.001	0.019	0.009	0.002	0.002	0.003	0.004	0.000
23	0.026	0.021	0.019	0.019	0.020	0.016	0.071	1.065	0.049	0.015	0.015	0.006	0.010	0.016	0.000
24	0.117	0.080	0.062	0.075	0.064	0.058	0.052	0.039	1.048	0.044	0.031	0.023	0.038	0.048	0.000
25	0.107	0.070	0.044	0.097	0.060	0.061	0.098	0.057	0.046	1.071	0.078	0.023	0.058	0.069	0.000
26	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000
27	0.003	0.003	0.002	0.002	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.003	0.002	1.002	0.002	0.002	0.000
28	0.004	0.006	0.003	0.005	0.002	0.001	0.002	0.002	0.002	0.005	0.003	0.001	1.049	0.003	0.000
29	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000
30	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000

ANEXO 6. MATRIZ SOCIOECONÓMICA Ri

Empleo total equivalente. Empleados por millón de euros.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	21,86	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0,000	15,98	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
3	0,000	0,000	22,66	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
4	0,000	0,000	0,000	6,59	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5	0,000	0,000	0,000	0,000	5,81	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
6	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	9,96	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
7	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	10,45	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
8	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	4,77	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
9	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	3,62	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
10	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	8,28	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
11	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,841	0,000	0,000	0,000	0,000
12	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	7,673	0,000	0,000	0,000
13	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,852	0,000	0,000
14	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,684	0,000
15	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	8,794
16	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
17	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
18	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
19	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
20	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
21	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
22	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
23	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
24	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
25	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
26	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
27	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
28	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
29	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
30	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
3	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
4	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
6	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
7	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
8	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
9	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
10	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
11	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
12	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
13	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
14	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
15	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
16	23,66	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
17	0,000	11,07	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
18	0,000	0,000	11,91	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
19	0,000	0,000	0,000	4,960	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
20	0,000	0,000	0,000	0,000	12,70	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
21	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	6,331	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
22	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	5,330	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
23	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	6,850	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
24	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	3,435	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
25	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	13,99	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
26	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	19,20	0,000	0,000	0,000	0,000
27	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	20,86	0,000	0,000	0,000
28	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	16,01	0,000	0,000
29	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	13,83	0,000
30	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	67,06

ABREVIATURAS EMPLEADAS

a.C. Antes de Cristo

AAPP: Administración Pública.

ACV-IO: Análisis de Ciclo de Vida-Input Output.

AENOR: Asociación Española de Normalización y Certificación.

AGE: Administración General del Estado.

ADR: Accord Européen relatif au transport des marchandises Dangereuses par Route. Acuerdo europeo referente al transporte internacional de mercancías peligrosas por carretera.

AEMA: Agencia Europea de Medio Ambiente.

ASPAPEL: Asociación Española de Fabricantes de Pasta, Papel y Cartón.

BM: Banco Mundial.

CCAA: Comunidad Autónoma.

CEE: Comunidad Económica Europea.

CE: Comisión Europea.

CNAE: Clasificación Nacional de Actividades Económicas.

CEPI: Confederación de Industrias Papeleras Europeas.

CER: Clasificación Europea de Residuos.

CFC: Clorofluorocarburos.

COM: Comunicación.

COSS: Committee on Safe Seas and the prevention of Pollution from Ships. Comité de seguridad marítima y prevención de la contaminación por los buques.

CITES: Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora. Convención sobre el comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y flora Silvestres.

CMMAD: Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo.

CNUCED: Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo.

CONVEMAR: Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar.

COP: Contaminantes Orgánicos Persistentes.

d.C.: Después de Cristo.

ECF: Libre de Cloro Elemental.

EIONET: European Environment Information and Observation Network. Red Europea de Observación e Información del Medio Ambiente.

EMAS: Eco-Management and Audit Scheme. Reglamento Comunitario de Ecogestión y Ecoauditoría.

ENRESA: Empresa Nacional de Residuos Radiactivos, Sociedad Anónima.

EPA: Environmental Protection Agency. Agencia de Protección del Medio Ambiente.

ERPA: European Recovered Paper Association. Asociación Europea de Papel Recuperado.

ERPC: European Recovered Paper Council. Consejo Europeo de Papel Recuperado.

EURATOM: Comunidad Europea de la Energía Atómica.

EUROSTAT: Oficina de Estadística de la Unión Europea.

Excl.: Excluido.

FEAD: Fédération Européene des Activités de la Dépollution et de l'Environnement. Federación Europea de Gestión de Residuos y Servicios del Medio Ambiente.

HS: Harmonized System. Sistema Armonizado.

GEI: Gases de Efecto Invernadero.

GTT: Grupo Técnico de Trabajo.

Incl.: Incluido.

IDE: Inversión Directa Extranjera.

INE: Instituto Nacional de Estadística.

ITENE: Instituto Tecnológico del Embalaje, Transporte y Logística.

IPCC: Intergovernmental panel on Climate Change. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambios Climáticos.

IPTS: Institute for Prospective Technological Studies.

IO: Input-Output.

ISO: International Organization for Standardization. Organización Internacional de Normalización.

JCR: Joint Research Centre.

LER: Lista Europea de Residuos.

MAGRAMA: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

MTD: Mejor Tecnología Disponible.

Nº: Número.

NACE: Nomenclatura de Actividades Económicas de la Comunidad Europea.

NU: Naciones Unidas.

NFU: Neumáticos Fuera de Uso.

OCDE: Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos.

OMC: Organización Mundial del Comercio.

OMM: Organización Meteorológica Mundial.

ONG: Organización No Gubernamental.

ONU: Organización de las Naciones Unidas.

Pág.: página.

PCB: Policlorobifenilos.

PCT: Policloroterfenilos.

PIB: Producto Interior Bruto.

PGRR: Plan de Gestión de Residuos Radiactivos.

PIB: Producto Interior Bruto.

PMC: Programa Mundial sobre el Clima.

PNIR: Plan Nacional Integrado de Residuos.
PNUMA: Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
PYME: Pequeñas Y Medianas Empresas.
RAEE: Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos.
RCD: Residuos de la Construcción y de la Demolición.
REPACAR: Asociación Española de Recuperadores de Papel y Cartón.
Rep.: República.
Rev.: Revisión.
RM: Resto del Mundo.
RNP: Residuos No Peligrosos.
RP: Residuos Peligrosos.
SEC: Sistema Europeo de Cuentas.
SETAC: Society of Environmental Toxicology and Chemistry.
SIC: Servicios Intensivos en Conocimiento.
Sum: Suministradores.
TCF: Total Chlorine Free. Totalmente Libre de Cloro.
TOD: Tablas de Origen y Destino.
TPCEN: Tratado de Prohibición Completa de los Ensayos Nucleares.
TSIO: Tabla Simétrica Input-Output.
UE: Unión Europea.
UE-27: Unión Europea de los 27.
UICN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales.
UNEP: United Nations Environment Programme. Programa Ambiental de Naciones Unidas.
UNE: Una Norma Española.
UNGASS: United Nation General Assembly Special Session. Sesión Especial de la Asamblea General de las Naciones Unidas.
VFU: Vehículos Fuera de Uso.
WCS: World Conservation Strategy. Estrategia Mundial de Conservación.

ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

FIGURAS

Figura 1.1. Esquema de los tres pilares fundamentales del desarrollo sostenible.	27
Figura 3.1. Descripción general de los flujos de residuos.	64
Figura 3.2. Jerarquía en el tratamiento de residuos.	69
Figura 3.3. Cadena de recuperación y posibles puntos de intervención de los criterios del fin de la condición de residuo para los productos o materiales candidatos.	78
Figura 3.4. Cadena del ciclo de vida: extracción-producción-consumo-residuos.	102
Figura 3.5. Evolución de la generación de residuos en la UE-27 y en España 2000-2012.	105
Figura 3.6. Tipos de residuos procedentes de la actividad minera.	111
Figura 5.1. Evolución de las exportaciones de bienes y servicios a nivel mundial.	198
Figura 5.2. Evolución del saldo comercial en la UE-27. Periodo 2000-2012.	201
Figura 5.3. Saldo comercial (en términos de volumen) de la categoría 47 y de los residuos y desechos de papel y cartón (4707) para la UE-27 en 2012.	212
Figura 5.4. Evolución del saldo comercial de los productos de pasta, papel y cartón y el ciclo económico de la UE-27 y China. Periodo 2000-2012.	214
Figura 6.1. Estructura de una tabla IO.	227
Figura 6.2. Matrices R_i objeto de estudio.	242
Figura 7.1. Consumos intermedios y demandas intermedias relacionados con la industria papelera. 2005.	250
Figura 7.2. Origen de la <i>pasta de papel, papel y cartón</i> y de los <i>artículos de papel y cartón</i> . 2005.	255
Figura 7.3. Destino de la <i>pasta de papel, papel y cartón</i> y de los <i>artículos de papel y cartón</i> . 2005.	256
Figura 7.4. Residuos totales generados en España durante 2005 por categorías de residuos. .	258
Figura 7.5. Residuos totales generados en España durante 2005 por actividades.	260
Figura 7.6. Residuos totales generados por la industria papelera española en 2005.	260
Figura 7.7. Residuos totales generados por tipo de suministrador.	265
Figura 7.8. Residuos no peligrosos generados en España durante 2005 por categorías de residuos.	266
Figura 7.9. Residuos no peligrosos generados en España durante 2005 por actividades.	268
Figura 7.10. Residuos no peligrosos generados por la industria papelera española en 2005. .	269
Figura 7.11. Generación de residuos no peligrosos por rama de actividad.	273
Figura 7.12. Residuos peligrosos generados en España durante 2005 por categorías de residuos.	278
Figura 7.13. Residuos peligrosos generados en España durante 2005 por actividades.	279
Figura 7.14. Residuos peligrosos generados por la industria papelera española en 2005.	280
Figura 7.15. Generación de residuos peligrosos por rama de actividad.	283
Figura 7.16. Miles de puestos de trabajo equivalentes a tiempo completo por tipo de actividad.	287
Figura 7.17. Generación de puestos de trabajo equivalentes a tiempo completo por rama de actividad como consecuencia del efecto multiplicador ejercido por la industria papelera.	289

TABLAS

Tabla 3.1. Categorías de residuos para la elaboración de estadísticas.	97
Tabla 3.2. Tipos de operaciones de valorización.	99
Tabla 3.3. Tipos de operaciones de eliminación.	100
Tabla 3.4. Categorías de operaciones de eliminación y valorización para la elaboración de estadísticas.	101
Tabla 3.5. Evolución de la generación de residuos urbanos en Europa. 2000-2012. Kilogramos per cápita.	104
Tabla 3.6. Residuos urbanos generados y tratados en la UE-27 2012.	107
Tabla 3.7. Residuos industriales y comerciales generados y tratados en la UE-27 2010.	110
Tabla 3.8. Generación de RCD. Kilogramos per cápita.	114
Tabla 3.9. Generación de residuos peligrosos por parte del sector de la construcción. Kilogramos per cápita.	115
Tabla 3.10. Residuos de baterías y acumuladores generados en la UE-27 2010.	119
Tabla 3.11. Biorresiduos generados y tratados en la UE-27 2010.	122
Tabla 3.12. VFU que fueron tratados en la UE, y tipo de tratamiento 2011.	126
Tabla 3.13. Estimación del número de vehículos al final de su vida útil, 2005-2030.	128
Tabla 3.14. Generación de residuos peligrosos en la UE-27. 2004-2010. Kilogramos por persona.	131
Tabla 3.15. Residuos peligrosos generados y tratados en la UE-27 2010.	132
Tabla 3.16. Residuos de envases generados y tratados en la UE-27 2011. Toneladas.	137
Tabla 3.17. Generación y tratamiento de RAEE 2011. Kilogramos.	143
Tabla 4.1. Evolución de las principales variables de las plantaciones productivas españolas para la producción de papel.	164
Tabla 4.2. Criterios de calidad.	180
Tabla 4.3. Criterios de los materiales de entrada o inputs.	185
Tabla 4.4. Criterios para los procesos y técnicas de tratamiento.	187
Tabla 4.5. Criterios en el suministro de información.	189
Tabla 4.6. Gestión de calidad.	191
Tabla 4.7. Resumen del impacto asociado a la aplicación de los criterios "end-of-waste" a los residuos de papel.	192
Tabla 5.1. Categorías vinculadas con los productos de pasta de papel, papel y cartón.	200
Tabla 5.2. Saldo comercial (volumen), y tasas de variación de las categorías 47 (4701 a 4707), 48 y 49. UE-27.	204
Tabla 5.3. Saldo comercial relativo (%).	205
Tabla 5.4. Índice de comercio intraindustrial (%).	207
Tabla 5.5. Distribución geográfica del volumen de exportaciones de productos y residuos de papel y cartón de la UE-27.	211
Tabla 6.1. Clasificación de las actividades económicas.	241
Tabla 6.2. Extracto de la Encuesta sobre Generación de Residuos en el sector industrial. Año 2005.	244
Tabla 6.3. Desagregación de la generación de residuos por actividades.	245
Tabla 7.1. Estructura productiva de la industria papelera española, 2005. Millones de euros.	249
Tabla 7.2. Principales variables de la estructura productiva de la industria papelera de distintos países. 2005. Valores absolutos en millones de dólares americanos.	254
Tabla 7.3. Efecto multiplicador ejercido por la producción de la industria papelera sobre la cadena de suministros. Millones de euros.	262
Tabla 7.4. Residuos generados por los suministradores totales, directos e indirectos de la industria papelera española, 2005. Toneladas.	263

Tabla 7.5. Residuos no peligrosos generados como consecuencia del efecto multiplicador que la industria papelera ejerce sobre los suministradores totales. Toneladas.	270
Tabla 7.6. Residuos no peligrosos generados como consecuencia del efecto multiplicador que la industria papelera ejerce sobre los suministradores directos. (Toneladas).....	271
Tabla 7.7. Residuos no peligrosos generados como consecuencia del efecto multiplicador que la industria papelera ejerce sobre los suministradores indirectos. (Toneladas).....	271
Tabla 7.8. Residuos no peligrosos generados por el efecto multiplicador de la industria papelera respecto al total de residuos no peligrosos generados por rama de actividad. Total de suministradores. (Porcentaje).....	275
Tabla 7.9. Residuos peligrosos generados como consecuencia del efecto multiplicador que la industria papelera ejerce sobre los suministradores totales. (Toneladas).....	281
Tabla 7.10. Residuos peligrosos generados como consecuencia del efecto multiplicador que la industria papelera ejerce sobre los suministradores directos. (Toneladas).....	281
Tabla 7.11. Residuos peligrosos generados como consecuencia del efecto multiplicador que la industria papelera ejerce sobre los suministradores indirectos. (Toneladas).....	282
Tabla 7.12. Residuos peligrosos generados por el efecto multiplicador de la industria papelera respecto al total de residuos peligrosos generados por rama de actividad. Total de suministradores. (Porcentaje).....	285
Tabla 7.13. Empleo asociado al efecto multiplicador de la industria papelera, 2005. (Puestos de trabajo equivalentes a tiempo completo).....	288
Tabla C. 1. Efecto multiplicador ejercido por la producción de la industria papelera sobre la cadena de suministros. 2005. Millones de euros.	300
Tabla C. 2. Generación de residuos peligrosos y no peligrosos durante el año 2005 según las distintas encuestas del INE. Toneladas.	301
Tabla C. 3. Residuos generados por los suministradores totales, directos e indirectos de la industria papelera española, 2005. Toneladas.	302
Tabla C. 4. Total de residuos peligrosos y no peligrosos generados por el efecto multiplicador de la industria papelera.	304
Table C. 5. Multiplier effect on the supply chain. Millions of euro. 2005.....	312
Table C. 6. Hazardous and non-hazardous waste generated, 2005. Tonnes.....	313
Table C. 7. Waste generated by total, direct and indirect suppliers of the Spanish paper industry, 2005. Tonnes.....	314
Table C. 8. Total hazardous and non-hazardous waste generated by the Spanish paper industry supply chain.	316